BİLSEL KONGRELERİ

İstanbul

11. BİLSEL ULUSLARARASI DÜNYA BİLİM ve ARAŞTIRMA KONGRESİ

BİLİM

İŞBİRLİĞİ

İNOVASYON

SÜRDÜRÜLEBİLİR GELECEK

KONGRE KİTABI

26-27 EYLÜL 2026

İSTANBUL

BİLSEL YAYINCILIK

https://bilselkongreleri.com

11. BİLSEL INTERNATIONAL WORLD SCIENCE AND RESEARCH CONGRESS BOOK

26–27 September 2026
İSTANBUL/TÜRKİYE

EDITOR
Assoc. Prof. Dr. İlyas ERPAY

ISBN: '978-625-8531-70-1'

11 OCTOBER, 2026

All rights of this book belong to BILSEL PUBLISHING.

The book is not intended for commercial profit.
It is responsibility of the author to abide by the publishing ethics rules.

Bu kitabın tüm hakları BİLSEL YAYINCILIK yayınevine aittir.
Kitap ticari bir kar amacı gütmemektedir.
Yayın etiği kurallarına uymak yazarın sorumluluğundadır.

https://bilselkongreleri.com/

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, distributed or transmitted in any form or by any means, including photocopying, recording or other electronic or mechanical methods, without the prior written permission of the publisher, except in the case of brief quotations embodied in critical reviews and certain other noncommercial uses permitted by copyright law.

CONGRESS ID
CONGRESS TITLE

11. BİLSEL INTERNATIONAL WORLD SCIENCE AND RESEARCH CONGRESS

DATE and PLACE

26–27 September 2026 İSTANBUL/TÜRKİYE

ORGANIZING COMMITTEE

Chairman of the Organizing Committee

Assoc. Prof. Dr. İlyas ERPAY

University Academician Representative

Dr. Öğr. Üyesi Onur Seçgin NİŞANCI
Kafkas Üniversitesi

PARTICIPANTS COUNTRY

Indonesia-Azerbaijan-Pakistan-China-India-Albania-Romania-Bulgaria Hungary-Iran-Morocco-France-Ukraine-Nigeria-Jordan Benin-Belarus-Malaysia-Uzbekistan

CONGRESS ORGANIZING COMMITTEE MEMBERS

Professor Iheanyı Omezuruıke Okonko
Prof. Dr. Karim KREIT
Prof. Dr. Mohammed Waheeb
Professor Dr.Nana Jincharadze
Prof. Dr. Shemsije Demiri
Prof. Dr. Tinatin Mshvidobadze
Doç. Dr. Recep BÜYÜKTOLU
Doç. Dr. Özlem ONUK NATONSKI
Prof. Dr. Mehmet Bayırlı
Prof. Dr. Abdurrahman KARABULUT
Prof. Dr. Ümit M. KOÇYİĞİT
Prof. Dr. Fatih Mehmet KANDEMİR
Doç. Dr. Nilay ERDEM AYYILDIZ
Assoc.Prof.,Dr Daniela Matušíková
Assoc. Prof. Dr. Abderrahmane Raji
Asoc. Prof. Enida KUME
Associate Professor Dr. BELOUFA
Doç.Dr. Ebülfəz Ezimli
Dr. Mustafa ÜSTÜNDAĞ
Dr. Nihan TURHAN
Dr. Ozan Hikmet ARICAN
Dr. Irina-Ana DROBOT
Dr. Chems Eddine BOUKHEDIMI
Dr. Onwudebelu Ugochukwu
Dr. Ioana Ioancio
Dr. Sharmistha Roy
Dr. Drita AVDYLI

SCIENTIFIC COMMITTEE

Prof. Dr. Ivan Pavlovic

Scientific Institute of Veterinary Medicine of Serbia

Prof. Dr. Iheanyı Omezuruıke Okonko

Unıversıty Of Port Harcourt, Nıgerıa

Prof. Dr. Elman Guliyev

Azerbaycan Devlet Pedogoji

Prof. Dr. Ardita Dylgjeri

University of Elbasan "Aleksandër Xhuvani" Albania

Prof. Dr. Benahmed Abdelillah

University of Blida1, Algeria

Prof. Dr. Boualam Abderrahmane

Higher Institute of Nursing and Health Professions, Morocco

Prof. Dr. Hassan ZARIOUH

Mohammed I University, Oujda Morocco

Prof. Dr. Rana Kutlu

İstanbul Kültür Üniversitesi

Prof. Dr. Eti Akyüz Levi

Dokuz Eylül Üniversitesi

Prof. Dr. Aydın Büyüksaraç

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitsi

Doç.Dr. Nursel Aslantürk

Çankırı Karatekin Üniversitesi

Doç. Dr. Sedat ARSLAN

Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi

Doç. Dr. Özlem ONUK NATONSKI

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi

Doç. Dr. Ahmet Yavuz KARAFİL

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi

Doç. Dr. Özge TEMİZ

Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi

Doç. Dr. Serap SARIBAŞ

Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi

Assoc. Prof. Dr. Ganaoui Maroua

University of Chadli Ben Djedid El-tarf and Souk Ahras university, Algeria

Assoc. Prof. Dr. Abdullayeva Gultekin

Azerbaijan State Pedagogical University

Assoc. Prof. Dr. Postolache Victoria

Alecu Russo Balti State University, Moldova

Assoc. Prof. Dr. Irina-Teodora MANOLESCU

Alexandru Ioan Cuza University of Iasi, Romania

Assoc. Prof. Dr. Silviya Ivanova

Institute of Cryobiology and Food Technology, Bulgaria

Assoc. Prof. Dr. Rozina Khattak

Shaheed Benazir Bhutto Women University, Pakistan

Assoc. Prof. Dr. Mokhtar NEBAB

University of Boumerdes ALGERIA

Assoc. Prof. Dr. Gergana Gozanska Plovdiv

University "Paisii Hilendarski", Bulgaria

Assoc. Prof. Dr. Məmmədova Könül Ələddin qızı

ADPU-Azerbaijan

Dr. Mokhnane Tarek

Center for Scientific and Technical Research on Arid Regions (CRSTRA) Omar El BERNAOUI, Algeria

Dr. K. Vıgnesh

Palar Agrıcultural College, Vellore, Tamil Nadu, India

Dr. Vo Trung Hau

Binh Duong Mot University, Vietnam

Dr. Le Thi Minh

Thu Dau Mot University, Vietnam

Dr. Amina Yahia

University of Oum El Bouaghi. Algeria

Dr. Haneen Vasel

Beit Berl College

Dr. Elmassı SAID

Cadi Ayyad University

Dr. Sahnoun ZENGAH

University of Mustapha Stambouli Mascara, Algeria

Dr. Leila Bijos

Universidade Federal da Paraíba (UFPB),Brazil

Dr. Elharrar Noureddıne

Higher Institute of Nursing Professions and Health Techniques "ISPITS", Safi

Dr. Vicente Pironti

Open University Humaniza, Brazil

Dr. Vijay Singh

Himachal Pradesh University Shimla India

Dr. Abdelaati Soufiani

Higher Institute of Nursing and Health Technology (ISPITS) of Kenitra

Dr. Alketa Çaushi

Sport University of Tirana,Albania

Dr. Mirela Kapo

New york tirana University, Albania

Dr. Emel GÜÇLÜ CİHAN

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Dr. Özlem PERVAN

Maltepe Üniversitesi

Dr. Cansın CEYLAN

Kırklareli Üniversitesi

Dr. Sultan SARI

Ostim Teknik Üniversitesi

Dr. Çağrı GÜÇLÜTEN

Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi

11. BİLSEL INTERNATIONAL WORLD SCIENTIFIC AND RESEARCH CONGRESS

26–27 September 2026
İSTANBUL/TÜRKİYE

CONGRESS PROGRAM

Join Zoom Meeting ID:

Toplantı Kimliği: 891 9302 9792

Passcode: 572254

Join Zoom Meeting

https://us06web.zoom.us/j/89193029792?pwd=ktV3OtDq0vrd9sb1HvqF7KUyMbUZfi.1

PARTICIPATING COUNTRIES

Indonesia-Azerbaijan-Pakistan-China-India-Albania-Romania-Bulgaria
Hungary-Iran-Morocco-France-Ukraine-Nigeria-Jordan
Benin-Belarus-Malaysia-Uzbekistan

Before you login to Zoom indicate hall number and your surname
Zoom'a girişte sırayla salon numarasını ve ad soyadınızı yazınız

IMPORTANT

- **To be able to make a meeting online, login via https://zoom.us/join site, enter ID instead of**
- **"Meeting ID or Personal link Name'' and solidify the session.**
- **The presentation will have 10 minutes .**
- **The Zoom application is free and no need to create an account.**
- **The Zoom application can be used without registration.**
- **The application works on tablets, phones and PCs.**
- **Speakers must be connected to the session 10 minutes before the presentation time.**
- **All congress participants can connect live and listen to all sessions.**

TECHNICAL INFORMATION

- **Make sure your computer has a microphone and is working.**
- **You should be able to use screen sharing feature in Zoom.**
- **Attendance certificates will be sent to you as pdf at the end of the congress.**

ÖNEMLİ

- **Kongremizde Yazım Kurallarına uygun gönderilmiş ve bilim kurulundan geçen bildiriler için**
- **online (video konferans sistemi üzerinden) sunum imkanı sağlanmıştır.**
- **Online sunum yapabilmek için https://zoom.us/join sitesi üzerinden giriş yaparak "Meeting ID**
- **or Personal Link Name" yerine ID numarasını girerek oturuma katılabilirsiniz.**
- **Sunumlar için 10 dakika süre ayrılmıştır.**
- **Zoom uygulaması ücretsizdir ve hesap oluşturmaya gerek yoktur.**
- **Zoom uygulaması kaydolmadan kullanılabilir.**
- **Uygulama tablet, telefon ve PC'lerde çalışmaktadır.**
- **Sunum yapacakların sunum saatinden 10 dk önce oturuma bağlanmış olmaları gerekmektedir.**
- **Tüm katılımcılar oturumlara online katılıp dinleyebilir.**

TEKNİK BİLGİLER

- **Bilgisayarınızda çalışır durumda mikrofon bulunmalıdır.**
- **Zoom'da ekran paylaşma özelliği kullanılabilmelidir.**
- **Katılım belgeleri kongre sonunda tarafınıza pdf olarak gönderilecektir.**

Kongreye katılım zorunludur, katılım sağlamayan katılımcılarımıza Kongre Katılım Belgesi gönderilmeyecektir.

26.09.2026
TÜRKİYE Local Time: 13:00-14:30

HEAD OF SESSION: Dr. Aybüke COŞKUN

SESSION-1 HALL-1

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Kardelen TURGUT *Prof. Dr. Hacer LEVENT*	*Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi,*	*SPORCU BESLENMESİNDE ERGOJENİK DESTEKLER*
Emine BAŞ *Prof. Dr. Hacer LEVENT*	*Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi,*	*EPİLEPSİ HASTALIĞI VE DİYET TEDAVİSİ*
Aybüke COŞKUN *Enes KARTAL* *Ayhan DAĞ* *Burcu USLU*	*Lokman Hekim Ünivesitesi,*	*GEZEGEN SAĞLIĞI DİYETİ VE SÜRDÜRÜLEBİLİR BESLENME MODELLERİNİN KARBON AYAK İZİ İLE TOPLUMSAL FARKINDALIK DÜZEYİNDEKİ ROLÜ*
Aybüke COŞKUN *Enes KARTAL* *Ayhan DAĞ* *Özlem BARAN* *Birgül DAĞ*	*Lokman Hekim Ünivesitesi,*	*GLP-1 RESEPTÖR AGONİSTLERİ KULLANAN BİREYLERDE SARKOPENİK OBEZİTE RİSKİ VE TIBBİ BESLENME TEDAVİSİNİN ROLÜ*
Özge YURDAKUL *Prof. Dr. Hacer LEVENT*	*Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi,*	*PROBİYOTİK VE PREBİYOTİKLERİN BİLİŞSEL FONKSİYONLAR ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ*
Hayrunnisa ÖZTÜRK *Prof. Dr. Hacer LEVENT*	*Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi,*	*ZENCEFİLİN DİYABET ÜZERİNE ETKİLERİ*

26.09.2026
TÜRKİYE Local Time: 13:00-14:30

HEAD OF SESSION: Dr. Öğr. Üyesi. Hüseyin KARAKAYA

SESSION-1 HALL-2

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Gizem ÇALIŞKAN *Dr. Öğr Üyesi Aslı URAL*	*[1]Yozgat Bozok Üniversitesi,*	*ANNE SÜTÜNÜN SAĞILMASI VE SAKLANMASI: GÜNCEL UYGULAMALAR, EĞİTİM VE HEMŞİRELERİN ROLÜ*
Gizem ÇALIŞKAN *Dr. Öğr Üyesi Aslı URAL*	*[1]Yozgat Bozok Üniversitesi,*	*EMZİRME DANIŞMANLIĞI: TEMEL İLKELER, DANIŞMANLIK BECERİLERİ VE DESTEK YAKLAŞIMLARI*
Dr. Öğr. Üyesi. Hüseyin KARAKAYA *Doç Dr. Gökhan Doğukan AKARSU* *Prof. Dr. Rukiye HÖBEK AKARSU*	*Yozgat Bozok Üniversitesi*	*PREMATÜR OVER YETMEZLİĞİNDE GÜNCEL MOLEKÜLER BİYOBELİRTEÇLER*
Dr. Öğr. Üyesi. Hüseyin KARAKAYA *Doç Dr. Gökhan Doğukan AKARSU* *Prof. Dr. Rukiye HÖBEK AKARSU*	*Yozgat Bozok Üniversitesi*	*VAJINAL MIKROBIYOTA VE BIYOKIMYASAL BELIRTEÇLER: KADIN ÜREME SAĞLIĞI VE GEBELIK SONUÇLARINDAKI GÜNCEL YAKLAŞIMLAR*
Uzm. Dr. Halil İbrahim Tanrıseven *Prof. Dr. Hüsnü Değirmenci* *Prof. Dr. Eftal Murat Bakırcı*	*Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi*	*YENİ TANI HİPERTANSİYONDA CRP/ALBÜMİN ORANI İLE SUBKLİNİK ATEROSKLEROZ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ*
Uzm. Dr. Halil İbrahim Tanrıseven *Prof. Dr. Eftal Murat Bakırcı* *Prof. Dr. Hüsnü Değirmenci*	*Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi*	*YAŞLI STEMI HASTALARINDA MEKANİK KOMPLİKASYONLARIN YÖNETİM ZORLUKLARI: STENT TROMBOZUNDAN VENTRİKÜLER SEPTAL RÜPTÜRE*

26.09.2026
TÜRKİYE Local Time: 13:00-14:30

HEAD OF SESSION: Doç. Dr. Uğur BELLİKLİ

SESSION-1 HALL-3

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Doç. Dr. Uğur BELLİKLİ	*Giresun Üniversitesi*	*YAPAY ZEKÂ ÇAĞINDA MUHASEBE MESLEK MENSUPLARININ YETKİNLİK DÖNÜŞÜMÜ: GELECEĞİN MESLEK MENSUBUNA KAVRAMSAL BİR BAKIŞ*
Doç. Dr. Uğur BELLİKLİ	*Giresun Üniversitesi*	*SÜRDÜRÜLEBİLİR KENT YÖNETİMİNDE DOĞAL SERMAYE MUHASEBESİNİN ROLÜ: KAVRAMSAL BİR DEĞERLENDİRME*
Dr. Öğr. Üyesi, İbrahim FIRAT	*Batman Üniversitesi,*	*DİJİTAL DÖNÜŞÜMDE YENİ BİR YAKLAŞIM OLARAK STİL SENTEZ MODELİ: KURAMSAL ÇERÇEVE VE YÖNETSEL PERSPEKTİF*
Dr. Öğr. Üyesi Mesut KOÇ	*Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi,*	*BIR KAMU HIZMETI OLARAK KADASTRO: TÜRKIYE'DEKI HUKUKI VE KURUMSAL YAPININ KAMU HIZMETI İLKELERI AÇISINDAN DEĞERLENDIRILMESI*
Dr. Öğr. Üyesi Mesut KOÇ *Doç. Dr. Neslihan Ünal KARTAL* *Dr. Öğr. Üyesi Süleyman GÖKOVA*	*Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi,*	*TAPU KADASTRO BÖLÜMÜNE YENI KAYIT YAPTIRAN ÖĞRENCILERIN BÖLÜM TERCIHLERI ILE KAMU İSTIHDAMINA YÖNELIK BEKLENTI, BILGI VE KAYGILARI: GÖLHISAR UYGULAMALI BILIMLER YÜKSEKOKULU ÖRNEĞI*

26.09.2026
TÜRKİYE Local Time: 13:00-14:30

HEAD OF SESSION: **Prof. Dr. Yücel KABAPINAR**

SESSION-1 HALL-4

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Dr. Cansu Uyar AYDIN	*Namık Kemal İlkokulu,*	*OKUL ÖNCESİ DÖNEMDE İFADE EDİCİ DİL BECERİLERİNİN SANAT TEMELLİ ETKİNLİKLERLE DESTEKLENMESİ*
Kazım ÇALAP	*Bülent Ecevit Üniversitesi,*	*KUR'ÂN-I KERÎM'İN DEĞER AKTARIMINDAKİ ROLÜ: KISA SÛRELER ÜZERİNDEN BİR DEĞERLENDİRME*
Dr. Öğr. Üyesi, Mehmet Akif KAY	*Batman Üniversitesi,*	*ERGENLERDE MOTİVASYONEL DÜRTÜ VE MENTAL İYİ OLUŞ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ*
Prof. Dr. Yücel KABAPINAR	*Marmara Üniversitesi,*	*İNGİLTERE'DE ADI VE KAPSAMI İLGİNÇ BİR DERS OLARAK "PERSONAL, SOCIAL, HEALTH AND ECONOMIC" DERSİ (PSHE): TÜRKİYE İÇİN ÇIKARIMLAR*
Prof. Dr. Yücel KABAPINAR	*Marmara Üniversitesi,*	*İNGİLİZ TARİH ÖĞRETİMİ SİSTEMİNDE SEÇİLEBİLİR TARİH ÜNİTELERİ/MODÜLLERİ: SALT BRİTANYA VE SALT SAVAŞ TARİHİNİN ÇOK ÖTESİNDE*

26.09.2026
TÜRKİYE Local Time: 13:00-14:30

HEAD OF SESSION: **Prof. Dr. Yusuf KAVUN**

SESSION-1 HALL-5

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Yunus Emre KIRMIZI *Prof. Dr. Bilge DEMİR* *Doç. Dr. Emre ALTAŞ*	*Bartın University,* *Karabük University,*	*NUMERICAL RISK MODEL-BASED EVALUATION OF METAL POWDER-RELATED HAZARDS IN ADDITIVE MANUFACTURING PROCESSES AND A REVIEW OF CURRENT APPROACHES TO OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY*
Yunus Emre KIRMIZI *Prof. Dr. Bilge DEMİR* *Doç. Dr. Emre ALTAŞ*	*Bartın University,* *Karabük University*	*NUMERICAL RISK MODEL-BASED EVALUATION OF CUTTING FLUID-RELATED HAZARDS IN MACHINING PROCESSES AND A REVIEW OF CURRENT APPROACHES TO OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY*
Halil GÜVENÇ *Dr. Öğr. Üyesi Mehmet DEMİR*	*İskenderun Teknik Üniversitesi,*	*ELEKTRODEPOLAMA YÖNTEMİYLE ÜRETİLEN FeCo ALAŞIM KAPLAMALARIN MİKROYAPISAL, MEKANİK VE KOROZYON ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE AKIM YOĞUNLUĞUNUN ETKİSİ*
Fatmanur Şahin *Prof. Dr. Ali H. Işık*	*Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi,*	*DIPLOMACHAIN: BLOKZİNCİR TABANLI AKADEMİK DİPLOMA DOĞRULAMA SİSTEMİ*
Fatmanur Şahin *Prof. Dr. Ali H. Işık*	*Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi,*	*HALLUSCOPE: DETECTION AND MiITIGATION OF HALLUCINATIONS IN GENERATIVE AI — A PRODUCTION-BASED APPLICATION STUDY WITH ACCESS SUPPORT*
Prof. Dr. Yusuf KAVUN	*Kahramanmaras Sütçü Imam University,*	*Lu_2O_3 KATKILI BORAT-BİZMUT CAMLARIN RADYASYON ZIRHLAMA ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ*
Prof. Dr. Yusuf KAVUN	*Kahramanmaras Sütçü Imam University,*	*Gd_2O_3 KATKISININ BORAT–TELLÜRİT CAM BİLEŞİMİNDE RADYASYON ZIRHLAMA ÜZERİNE ETKİSİ*

26.09.2026
TÜRKİYE Local Time: 13:00-14:30

HEAD OF SESSION: Doç. Dr. Cem ANGIN

SESSION-1 HALL-6

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Doç. Dr. Cem ANGIN	*Ordu Üniversitesi,*	*KAMU POLİTİKASI BAĞLAMINDA TÜRKİYE'DE SU YÖNETİMİ: ULUSAL SU PLANI (2026–2035) ÜZERİNE BİR İNCELEME*
Dr. Öğr. Üyesi, Sermin ASIL	*Amasya Üniversitesi,*	*KUŞKUDAN GEREKÇELİ YARGIYA ELEŞTİREL DÜŞÜNME KILAVUZU*
Hasan Yasin GENÇ	*Karabük Üniversitesi,*	*VERGİNİN ENFLASYON ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ*
Dr. Azize AÇIK	*Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi,*	*TÜRKİYE'DE ENGELLİLİK POLİTİKALARININ BM ENGELLİ HAKLARI SÖZLEŞMESİ BAĞLAMINDA DEĞERLENDİRİLMESİ*
Dr. Azize AÇIK	*Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi,*	*TÜRKİYE'DE ENGELLİLİK POLİTİKALARININ MERKEZÎ VE YEREL BOYUTLARI: KARŞILAŞTIRMALI BİR DEĞERLENDİRME*

26.09.2026
TÜRKİYE Local Time: 13:00-14:30

HEAD OF SESSION: Doç.Dr., Çetin AYKURT

SESSION-1 HALL-7

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Dr. Öğr. Üyesi, Bayezid GÜLCAN Doç. Dr. Ali YILDIRIM	*1Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi,*	*GELENEKSEL TÜRK DEVLET ANLAYIŞINDA EKONOMİK DÜZEN: KUTADGU BİLİG ÜZERİNE KAVRAMSAL BİR ANALİZ*
Dr. Öğr. Üyesi, Bayezid GÜLCAN Doç. Dr. Ali YILDIRIM	*1Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi,*	*TÜRK DEVLETLERİ TEŞKİLATI'NDA KAMU DİPLOMASİSİ VE İKTİSADİ UYUM: KURUMSAL SİNERJİ VE ÇOK BOYUTLU BAŞARI KRİTERLERİ*
Doç. Dr., A. Muhammet BANAZILI1	*Tarsus Üniversitesi,*	*İKİ DEVLET GELENEĞİ, İKİ BÜROKRATİK MODEL: TÜRKİYE VE ÇİN*
KAMAL JAMALOV	*Professor of the Nakhchivan Teachers' Institute Honored Teacher of the Republic of Azerbaijan*	*FROM "KUTADGU BILIG" TO THE MODERN ERA: THE VALUE ATTRIBUTED TO KNOWLEDGE, SCIENCE, AND SCHOLARS*
Doç.Dr., Çetin AYKURT	*Yozgat Bozok Üniversitesi*	*KETHÜDAZADE ÂRİF EFENDİ'NİN HAYATI*
Doç.Dr., Çetin AYKURT	*Yozgat Bozok Üniversitesi*	*ASKERİ TAHİNİYE FABRİKASININ KURULMASI*

26.09.2026
TÜRKİYE Local Time: 13:00-14:30

HEAD OF SESSION: Prof., Gülden SANDAL ERZURUMLU

SESSION-1 HALL-8

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Dr., Mehmet Ömer Timurağaoğlu	*Bursa Uludağ University,*	*NONLINEAR TIME-DOMAIN KINEMATIC ANALYSIS OF SOIL–PILE–STRUCTURE INTERACTION ACCORDING TO TBEC 2018*
Dr., Mehmet Ömer Timurağaoğlu	*Bursa Uludağ University,*	*EFFECT OF THE PULSE-TO-SITE-PERIOD RATIO ON NONLINEAR SITE RESPONSE: A CASE STUDY*
Prof., Gülden SANDAL ERZURUMLU	*Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi,*	*AFET SONRASI KENTSEL YAŞAMDA PEYZAJIN TASARIMIN ÖNEMİ*
Prof., Gülden SANDAL ERZURUMLU	*Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi,*	XERİSCAPE PEYZAJ TASARIMLARINDA YAPAY BİTKİLERİN KULLANIMININ DEĞERLENDİRİLMESİ
Beyza ÇİLLİ	*Zonguldak Bulent Ecevit University,*	*FROM USER BEHAVİOUR TO SUSTAİNABLE CAMPUSES: EVALUATİNG SPATİAL UTİLİSATİON EFFİCİENCY İN EDUCATİONAL BUİLDİNGS*
Prof. Dr., Fevziye EKER Serap ZENCİRKIRAN	*Ordu Üniversitesi,*	*ŞANLIURFA MÜZESİ'NDEKİ CAM UNGUENTARİUMLAR: TİPOLOJİK, KRONOLOJİK VE İŞLEVSEL BİR DEĞERLENDİRME*

26.09.2026
TÜRKİYE Local Time: 13:00-14:30

HEAD OF SESSION: **Dr. Murat Kaan DURGUT**

SESSION-1 HALL-9

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Arş. Gör.Dr. Enes ÜSTÜNER *Prof. Dr. Mustafa ÖZ*	*Aksaray Üniversitesi,*	*BALIK BESLEMEDE ESANSİYEL YAĞ BİYOAKTİFLERİNİN METABOLİK VE İMMÜNOLOJİK EKSENLERİ: FORMÜLASYONDAN HÜCRESEL YANITA*
Emin İLERİ *Arş. Gör.Dr. Enes ÜSTÜNER* *Prof. Dr. Mustafa ÖZ*	*Aksaray Üniversitesi,*	*KUAKÜLTÜRDE ENDÜSTRİYEL VE TARIMSAL KİMYASAL MARUZİYETİNE KARŞI & TEK SAĞLIK& YAKLAŞIMI: DOĞAL ANTİOKSİDANLARIN BİYOLOJİK KORUYUCU KALKAN OLARAK KULLANIMI*
Dr. Murat Kaan DURGUT	*Selçuk Üniversitesi*	*GİARDİASİSLİ KEDİLERDE HEMOGRAM PARAMETRELERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ*
Dr. Mustafa Yiğit NİZAM	*Dokuz Eylül Üniversitesi*	*KÖPEKLERDE ULTRASONOGRAFİK PROSTAT HACMİNİN HESAPLANMASINDA KULLANILAN MODELLERİN KARŞILAŞTIRMALI DEĞERLENDİRİLMESİ*

27.09.2026
TÜRKİYE Local Time: 09:00-10:30

HEAD OF SESSION: **Prof. Dr. Aysel DEMİR**

SESSION-2 HALL-1

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Dr. Öğr. Üyesi, Mehmet ÖLÇER	*Erciyes Üniversitesi,*	*KLASİK METİNLERDE SİYASAL MEŞRUİYETİN KURULUŞU: KUTADGU BİLİG VE YUJAERON ÜZERİNE KARŞILAŞTIRMALI BİR OKUMA*
Prof. Dr. Aysel DEMİR	*Kırıkkale Üniversitesi,*	*KANT'TAN BECKETT'E UMUDUN VAROLUŞU*
Doçent Doktor, AMALYA HASANOVA	*Azerbaycan Devlet Pedaqoji Universitesi*	*İNSAN TALEYİNİN SOSİAL-FƏLSƏFİ TƏHLİLİNƏ ELMİ PSİXOLOJİ BAXIŞLAR*
Doçent Doktor, AMALYA HASANOVA	*Azerbaycan Devlet Pedaqoji Universitesi*	*NLP TEXNOLOGİYALARI VƏ ŞÜURUN SAHƏ NƏZƏRİYYƏSİNİN İNSAN HƏYATINA İNTEQRASİYASI*
Doç.Dr. Özlem USLU, Sabia Hayat	*Çukurova Üniversitesi,*	*TEMEL SANAT EĞİTİMİNDE MAİL ART UYGULAMALARI: YARATICILIK, GÖRSEL İLETİŞİM VE ANALOG-DİJİTAL ÜRETİM BAĞLAMINDA BİR DEĞERLENDİRME*
Dr. Öğr. Üyesi, Bedirhan KARAKURLUK	*Karabük Üniversitesi,*	*MATRIX (1999) FİLMİNİN İKONOGRAFİK ÇÖZÜMLEMESİ*

27.09.2026
TÜRKİYE Local Time: 09:00-10:30

HEAD OF SESSION: Doç. Dr., Güral AYDIN

SESSION-2 HALL-2

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Doç. Dr., Güral AYDIN	*Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi,*	*ÖZ-SOĞURMA ETKİLERİ DİKKATE ALINARAK BİRLEŞİK CeF 3 KRİSTAL-FOTODETEKTÖR SİSTEMİNİN ELEKTROMANYETİK ENERJİ ÇÖZÜNÜRLÜĞÜNÜN BİR SİMÜLASYON ÇALIŞMASIYLA BELİRLENMESİ*
Dr. Burçin Didem Tamtaş	*Istanbul University-Cerrahpasa,*	*13 MART 2026 NİKSAR DEPREMİ ARTÇI ŞOK DİZİSİNİN ZAMANSAL VE MEKANSAL ANALİZİ*
Dr. Öğretim Üyesi, Gökalp ALPAN	*Sabancı Üniversitesi,*	*EXPLICIT FEKETE POINTS ON POLYNOMIAL LEMNISCATES*
Öğr. Gör., Melik Buğra YEŞİL *Dr. Öğr. Üyesi, Mustafa SÖYLER* *Prof. Dr., Bülent YANIKTEPE*	*Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi*	*DARPA SUBOFF DENİZALTI GÖVDESİ ETRAFINDAKİ YÜKSEK REYNOLDS SAYILI AKIŞIN HESAPLAMALI AKIŞKANLAR DİNAMİĞİ YÖNTEMİYLE İNCELENMESİ*

27.09.2026
TÜRKİYE Local Time: 09:00-10:30

HEAD OF SESSION: Dr. Öğr. Üyesi, Mehmet Emin ATAY

SESSION-2 HALL-3

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Arş. Gör. Dr. İbrahim Erkut GÜNEY *Uzm. Dr. Meltem TÜRK ALKAN*	*Ordu Eğitim ve Araştırma Hastanesi,*	*OTOİMMÜN BÜLLÖZ VE BAĞ DOKUSU HASTALIKLARININ TANISINDA DİREKT İMMÜNOFLORESAN: PATERN TEMELLİ BİR YAKLAŞIM VE GÜNCEL LİTERATÜRÜN GÖZDEN GEÇİRİLMESİ*
Dr. Öğr. Üyesi, Mehmet Emin ATAY *Doç. Dr., Bahar ÇİFTÇİ*	*Mardin Artuklu Üniversitesi* *Atatürk Üniversitesi*	*KALP YETMEZLİĞİ OLAN HASTALARDA HASTANE KAYNAKLI UYKUSUZLUĞUN HASTALIK YÖNETİMİ ÜZERİNE ETKİSİ*
Dr. Öğr. Üyesi, Mehmet Emin ATAY *Doç. Dr., Bahar ÇİFTÇİ*	*Mardin Artuklu Üniversitesi* *Atatürk Üniversitesi*	*KALP YETMEZLİĞİ OLAN HASTALARDA HASTANE KAYNAKLI UYKUSUZLUĞUN AZALTILMASINA YÖNELİK NONFARMAKOLOJİK YAKLAŞIMLAR*
Abdullahi, Isah Kuba *Theresa Olaitan Bamigboye* *Cecilia Bukola Bello*	*Afe Babalola University, Ado-Ekiti, Ekiti State, Nigeria*	*NAVİGATİNG CHRONİC ILLNESS CARE: EXPLORİNG THE LİVED EXPERİENCES AND COPİNG STRATEGİES OF CAREGİVERS OF PATİENTS WİTH CHRONİC DİSEASES*
Uzm. Dr. Meltem TÜRK ALKAN *As. Dr. Orhan ÇANAK[1]*	*Ordu Eğitim ve Araştırma Hastanesi,*	*SKUAMÖZ MORFOLOJİNİN TANISAL TUZAĞI: SKUAMÖZ DİFERANSİYASYON GÖSTEREN ANAPLASTİK TİROİD KARSİNOMU*
Uzm. Dr. Meltem TÜRK ALKAN *Uzm. Dr. Gökhan Veli ALKAN* *Prof. Dr. Havva ERDEM*	*Ordu Eğitim ve Araştırma Hastanesi,*	*ENDOMETRİYAL BİYOPSİ VE KÜRETAJ MATERYALLERİNDE BENİGN ENDOMETRİYAL DEĞİŞİKLİKLERE TANISAL YAKLAŞIM*

27.09.2026
TÜRKİYE Local Time: 09:00-10:30

HEAD OF SESSION: Dr. Öğr. Üyesi Talha TAŞKANAT

SESSION-2 HALL-4

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Dr. Öğr. Üyesi Talha TAŞKANAT	*Erciyes Üniversitesi,*	*AÇIK KAYNAK COĞRAFİ VERİLERİN HARİTA MÜHENDİSLİĞİ UYGULAMALARINDA KULLANILABİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI*
Yüksek Lisans Öğrencisi, Mehmet Mert BİLİCİ *Prof. Dr., Osman ÇEPNİ*	*Karabük Üniversitesi,*	*KADİRLİ İLÇESİNDE TARIMSAL ÜRÜN DESENİNİN DÖNÜŞÜMÜ (2016–2025): ÇEŞİTLENME, MEKANİZASYON VE PAZAR DİNAMİKLERİ*
Prof. Dr., Rifat SEZER *Muhammet YANGÖZ*	*Karamanoğlu Mehmetbey University,*	*ÇOK KATLI BETONARME YAPILARDA KAT SAYISI, YAPI RİJİTLİĞİ, HİBRİT İZOLATÖR TİPİ VE SÖNÜMLEYİCİLERİN SİSMİK İZOLATÖR PERFORMANSINA ETKİSİNİN OPTİMUM TESBİTİ*
Yağmur Elif ALEV *Dr. Öğr. Üyesi Hilal ARSLANOĞLU IŞIK*	*Tunceli İl Özel İdaresi, Munzur Üniversitesi,*	*TUNCELİ HOZAT DERESİ'NDE TAŞKIN RİSK ANALİZİ VE TAŞKIN KONTROL ÖNLEMLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ*

27.09.2026
TÜRKİYE Local Time: 09:00-10:30

HEAD OF SESSION: Dr. Öğr. Üyesi, Mustafa AYDIN

SESSION-2 HALL-5

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Dr. Öğr. Üyesi, Mustafa AYDIN *Umut Can ERSOY*	*Pamukkale Üniversitesi*	*ÇEKME KARAVANLAR İÇİN RÜZGÂR–GÜNEŞ HİBRİT ENERJİ SİSTEMİNİN ENERJİ TEMELLİ BOYUTLANDIRILMASI VE DENEYSEL İNCELENMESİ*
Asst. Prof. Dr. Oğuzhan DOĞAN *Asst. Prof. Dr. Mustafa AYDIN* *Enes Kaya* *Gürkan Özgül* *Hasan Alanssari* *İsminur Bozkurt* *Mehmet Emin Ceylan* *Murat Kaan Kemerci* *Yasin Yıldırım*	*Pamukkale Üniversitesi*	*ARDUİNO TABANLI SUBAP YAY TANSİYON ÖLÇME CİHAZI TASARIMI VE İMALATI*
Aygül BELGE *Doç. Dr. Kadri KURT*	*Millî Eğitim Bakanlığı,* *Batman Üniversitesi*	*ELEKTRİKLİ VE HİBRİT ELEKTRİKLİ ARAÇ TEKNOLOJİLERİNDE BOR NİTRÜR*
Assistant Professor, Murat HORASAN	*Necmettin Erbakan University,*	*MULTI-RESPONSE ASSESSMENT OF STATIC TORSIONAL STRENGTH AND FATIGUE PERFORMANCE IN FDM-PRINTED PLA*
Serpil AŞKIN DANIR *Kamil ÇETİN*	*İzmir Katip Çelebi University,* *RF&MD Sistemleri Birimi,*	*FARKLI DÖNGÜ FİLTRELERİNE SAHİP PID DENETLEYİCİ TABANLI GENİŞ BANT RF SENTEZLEYİCİNİN TASARIMI VE FAZ GÜRÜLTÜSÜ PERFORMANS ANALİZİ*

27.09.2026
TÜRKİYE Local Time: 09:00-10:30

HEAD OF SESSION: Assoc. Prof. Dr, Rıza Görkem OSKAY

SESSION-2 HALL-6

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Ramazan YAĞMUR *Mustafa CANSIZ*	*Dicle Üniversitesi,*	*ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND MACHINE LEARNING DRIVEN INTERFERENCE DETECTION AND IMPACT MITIGATION IN MOBILE COMMUNICATION NETWORKS*
Mustafa CANSIZ	*Dicle Üniversitesi*	*QAM VE PAM MODÜLASYON TEKNİKLERİNİN RF ENERJİ HASATLAMA SİSTEMLERİNİN ŞARJ SÜRESİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI*
Furkan SEÇKİNER *Doç. Dr. Emin YILDIRIZ²*	*¹Volta Motor Sanayi ve Ticaret A.Ş.,* *²Düzce Üniversitesi,*	*MIKNATIS YERLEŞİM PARAMETRELERİNİN V-TİPİ IPM MOTOR PERFORMANSINA ETKİSİ: PARAMETRİK YAKLAŞIM*
Dr. Öğr. Üyesi, Talha SUNAR,	*Karabük Üniversitesi,*	*17-4 PH PASLANMAZ ÇELİĞİNİN MALZEME EKSTRÜZYONU (MEX) VE METAL ENJEKSİYON KALIPLAMA (MIM) İLE ÜRETİMİNDE ŞEKİLLENDİRME YÖNTEMİNİN YOĞUNLUK VE MİKROSERTLİĞE ETKİSİ*
Assoc. Prof. Dr, Rıza Görkem OSKAY *Prof. Dr., Ali İhsan Karayiğit* *Assoc. Prof. Dr. Khairul Azlan MUSTAPHA* *Asst. Prof. Dr. Cüneyt BİRCAN*	*Hacettepe University,* *University Malaya,* *Balıkesir University,*	*BIOMARKERS AND STABLE ISOTOPIC ($\delta^{13}C$, $\delta^{15}N$, AND $\delta^{34}S$) COMPOSITIONS OF THE SEAM NO. 6 IN THE İBRİCE FIELD (THRACE BASIN, NW TÜRKİYE)*

27.09.2026
TÜRKİYE Local Time: 09:00-10:30

HEAD OF SESSION: Doç. Dr. Ebru BATI AY

SESSION-2 HALL-7

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Cemre Ekin YILDIRIM *Prof. Dr., Nihal DOĞRUÖZ GÜNGÖR*	*İstanbul Üniversitesi,*	*SINERJIK ENZIM AKTIVITESI ILE BIYOSÜRFAKTAN DESTEKLI FUNGAL-BAKTERIYEL KO-KÜLTÜRLER ARACILIĞIYLA MIKROPLASTIKLERIN BIYOREMEDIASYONU*
Hilal ASAR *Prof.DR. Nihal DOĞRUÖZ GÜNGÖR*	*1İstanbul Üniversitesi,*	*FAJ UYARIMLI PROBİYOTİK MEMİRNA'LARIN ÇOKLU İLACA DİRENÇLİ GASTROİNTESTİNAL ENFEKSİYONLARDAKİ POTANSİYEL ROLÜNE DAİR KAVRAMSAL BİR MODEL*
Öğretim Görevlisi Doktor, Recep BOZKURT	*Yüksek İhtisas Üniversitesi*	*NAR (PUNİCA GRANATUM L.) ÇEKİRDEĞİ YAĞININ TOPLAM FENOLİK VE FLAVONOİD İÇERİĞİ İLE DPPH RADİKAL SÜPÜRME AKTİVİTESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ*
PhD Balakhanova Gumru Vasif	*Azerbaijan State Pedagogical University, Baku, Azerbaijan*	*BIODIVERSITY CONSERVATION, ECOSYSTEM RESTORATION, AND ECOLOGICAL CONNECTIVITY IN FRAGMENTED LANDSCAPES*
PhD Balakhanova Gumru Vasif	*Azerbaijan State Pedagogical University, Baku, Azerbaijan*	*CONSERVATION OF RARE AND ENDANGERED SPECIES THROUGH ECOLOGICAL MANAGEMENT AND SUSTAINABLE APPROACHES*
Prof. Dr. Muhammed Akif AÇIKGÖZ *Doç. Dr. Ebru BATI AY* *Doç. Dr. Beril KOCAMAN*	*Ordu Üniversitesi, Amasya Üniversitesi,*	*YÜKSEK FENOLİK İÇERİK HER ZAMAN DAHA GÜÇLÜ ANTİOKSİDAN AKTİVİTE ANLAMINA MI GELİR? REZENE EKSTRAKTLARINDA ÇÖZÜCÜYE BAĞLI FARKLILIKLARIN İNCELENMESİ*
Prof. Dr. Muhammed Akif AÇIKGÖZ *Doç. Dr. Ebru BATI AY* *Doç. Dr. Beril KOCAMAN*	*Ordu Üniversitesi, Amasya Üniversitesi*	*ÇÖZÜCÜ POLARİTESİNİN ALTHAEA OFFİCİNALİS L. ÇİÇEK EKSTRAKTLARININ TOPLAM FENOLİK MADDE İÇERİĞİ, FLAVONOİD İÇERİĞİ VE ANTİOKSİDAN AKTİVİTESİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ*

27.09.2026
TÜRKİYE Local Time: 09:00-10:30

HEAD OF SESSION: Rəhilə Hümmətova

SESSION-2 HALL-8

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Prof. Dr. Elman Quliyev	*Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti*	*MİRZƏ İBRAHİMOVUN "BÖYÜK DAYAQ" ROMANI İCTİMAİ-SİYASİ PROSESLƏR VƏ MİLLİ-ƏXLAQİ DƏYƏRLƏR KONTEKSTİNDƏ*
Gültəkin Atəş qızı Abdullayeva	*Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti*	*TƏDQİQAT TRENDLƏRİNİN VƏ ELMİ İSTİQAMƏTLƏRİN MÜƏYYƏNLƏŞDİRİLMƏSİ ÜSULLARI*
Mehdiyeva Mətanət Bahadur qızı	*ADPU*	*AZƏRBAYCAN DİLİNDƏ EMOSİYALARIN FRAZEOLOJİ İFADƏSİ*
Rəhilə Hümmətova	*Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti*	*AŞIQ POEZİYASINDA ATALAR SÖZLƏRİNİN ÜSLUBİ İMKANLARI*
Mehdiyeva Mətanət Bahadur qızı	*ADPU*	*MÜASIR AZƏRBAYCAN ANTROPONIMIKASINDA YENI MEYILLƏR*
Tarana Akbari Mayıl kızı	*Azerbaycan Devlet Pedagoji Üniversitesi (ADPU),*	*INTERDISCIPLINARY ALIGNMENT OF CURRICULUM COMPONENTS IN PRESCHOOL EDUCATION: SUSTAINED SHARED THINKING AND HOLISTIC DEVELOPMENT PERSPECTIVES*
Arzu Kərimova	*Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti*	*AZƏRBAYCAN DİLİNİN TƏDRİSİNDƏ QRAMMATİK QAYDALARIN MƏNİMSƏDİLMƏSİ: İNDUKTİV VƏ DEDUKTİV YANAŞMALAR*

27.09.2026
TÜRKİYE Local Time: 09:00-10:30

HEAD OF SESSION: **PROF. DR. ƏBÜLFƏZ TAHİR ƏZİMLİ**

SESSION-2 HALL-9

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Doçent Doktor, AYGUN AHMADOVA	*Azerbaycan Devlet Pedaqoji Universitesi*	*AZƏRBAYCAN UŞAQ ŞEİRİNDƏ POETİK MƏNTİK*
Qasımova Yeganə Nəriman qızı	*Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti*	*AZƏRBAYCAN SENTİMENTALİZMİN TƏŞƏKKÜL TARİXİ VƏ NƏZƏRİYYƏSİ*
Gülər NURİYEVA	*Azerbaijan State Pedagogical University*	*MƏDƏNİ MÜXTƏLİFLİK ŞƏRAİTİNDƏ İNKLÜZİV TƏHSİL STRATEGİYALARI*
EMİLYA Hüseynova	*Azərbaycan Dövlət Pedagoji Universiteti*	*TƏRBİYƏDƏ DAVRANIŞ PROBLEMLƏRİNİN QARŞISININ ALINMASI STRATEGİYALARI*
Könül Məmmədova	*Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti*	*ŞAGİRDLƏRİN DÜNYAGÖRÜŞÜNÜN, DÜŞÜNCƏ TƏRZİNİN FORMALAŞMASINA*
Dr. Öğr. Türkan HÜSEYNOVA	*Azerbaycan Devlet Pedaqoji Üniversitesi*	*EPİK KAHRAMANIN DÖNÜŞÜMÜ: GILGAMIŞ DESTANINDA YOLCULUK, ARKADAŞLIK VE FANİ OLUŞ*
Gunel Shefiyeva	*Azerbaijan State Pedagogical University*	*METAPHORS WE LIVE BY: THE ROLE OF CONCEPTUAL METAPHOR IN EVERYDAY LANGUAGE*
PROF. DR. ƏBÜLFƏZ TAHİR ƏZİMLİ	*Naxçıvan Dövlət Universiteti, Azerbaijan*	*Hz. NUH as. QAVMİNDEN GELEN KÜFÜRLERİN MAZMUN İŞARETLERİ VƏ BELA YELKENLERİ*
PROF. DR. ƏBÜLFƏZ TAHİR ƏZİMLİ	*Naxçıvan Dövlət Universiteti, Azerbaijan*	*XIX ƏSR AZƏRBAYCAN ƏDƏBİYYATI: KARABAĞ'LI ŞAİRE FATİME XANIM KEMİNE: "TÜKENDİ SEBR-İ DİLİM, GETTİLER AMANE MENİ"*

27.09.2026
TÜRKİYE Local Time: 09:30-12:00

HEAD OF SESSION: Pinky Nila Nawawiza

SESSION-3 HALL-10

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Tsania Karima Khusna Dela Puspita Sari Khabibah Maria Ulfa Melvi Neviza Indi Mazaya	*Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia*	*TRADITIONAL CULINARY HERITAGE OF CENTRAL JAVA: BETWEEN CULTURAL HERITAGE, INNOVATION, AND GASTRONOMIC TOURISM POTENTIAL*
Faizura Syifa Ramadhani Zabrina Elvaretta RofiqohAliyah Arifin Pinky Nila Nawawiza	*Universitas Islam Negeri K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan*	*ENTREPRENEURSHIP EDUCATION*
Zabrina Elvaretta Nisa Agustin Rofiqoh Aliyah Arifin Faizura Syifa Ramadhani Pinky Nila Nawawiza	*Universitas Islam Negeri K. H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia*	*THE CONCEPT OF HALAL LİFESTYLE*
Mutiah Puspita Andiny Raya Ajeng Pertiwi M Farrel Azka Wimaramzy Ardan Yudha Wiratama Sultan Daffa Amrulloh	*Universitas Islam Negeri K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia*	*SOCİAL MEDİA AS A BUSİNESS TOOL*
Naila Septiani Nasywa Awaliyah Inda Millata Afna Rani Suci Rahmadani Aini Anjali Putri Kamalia	*Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia*	*HALAL AS A GLOBAL MARKET VALUE IN BATANG REGENCY*
Irfandi Rizqullah Adhi Wira Pradana Sugiyantoro Miftakhudin Sauqi Masda Kama Muhammad Nazii Haniif	*Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia*	*HALAL CERTIFICATION AND UMKM DEVELOPING THE HALAL CULINARY ECOSYSTEM IN BATANG REGENCY*
Sari Aulia Rahmawati Meita Nadya Aulia Nisa Amalia Sukma Fathimah Az-Zahro' Azizil Lichasanah	*University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia*	*HALAL INDUSTRY POLICY IN BATANG REGENCY: STRENGTHENING THE HALAL ECOSYSTEM AND MSME COMPETITIVENESS*
Miftakhudin Muhammad Naziih Haniif Irfandi Rizqullah Sauqi Masda Qama Adhi Wira Pradana Sugiyantoro	*University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia*	*FROM LOCAL FOOD TO TOURİST DESTİNATİONS: DEVELOPİNG HALAL CULİNARY TOURİSM AND VİLLAGE-BASED TOURİSM İN BATANG REGENCY, INDONESİA*

27.09.2026
TÜRKİYE Local Time: 09:30-12:00

HEAD OF SESSION: El Mahdi Bouabdalli

SESSION-3 HALL-11

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Dr, Nurul Rezuana BUYUNG	*Universiti Utara Malaysia, Malaysia*	*RECLAIMED ASPHALT PAVEMENT MANAGEMENT FOR SUSTAINABLE ROAD INFRASTRUCTURE: A REVIEW OF OPERATIONAL AND TECHNICAL CHALLENGES*
Fida Muhammad Abdullah Yar	*Kohat University Kohat-26000, Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan*	*IMPACT OF HEXAGONAL WARPİNG ON QUANTUM CAPACİTANCE OF TOPOLOGİCAL-INSULATOR SURFACE STATES İN Bİ2TE3*
El Mahdi Bouabdalli Mohamed El Jouad Samira Touhtouh Fouad Belhora Nathalie Gaumer El Kebir Hlil Abdelowahed Hajjaji	*Sidi Mohamed Ben Abdellah University, Chouaib Doukkali University, El Jadida,Université d'Angers, , France.CNRS et Université Grenoble Alpes, France.*	*DECİPHERİNG RED LUMİNESCENCE İN EU 3+ -DOPED SİLİCOPHOSPHATE SOL–GEL GLASSES THROUGH A MULTİPHYSİCS–JUDD–OFELT FRAMEWORK*
El Mahdi Bouabdalli Mohamed El Jouad Samira Touhtouh Ilyass El kadmiri Nathalie Gaumer Mostapha Siniti Abdelowahed Hajjaji	*Sidi Mohamed Ben Abdellah University, Chouaib Doukkali University, El Jadida,Université d'Angers, , France.CNRS et Université Grenoble Alpes, France.*	*STRUCTURE–PROPERTY CORRELATİONS İN EU 3+ -DOPED STRONTİUM PHOSPHATE GLASSES: INSİGHTS FOR PHOTONİC AND PHOTOVOLTAİC APPLİCATİONS*
G.P. Ashwinkumar U. Shivakumar B. Ranjana P. Nanda	*Vijayanagara Sri Krishnadevaraya University, Ballari, Karnataka, India, Government First Grade College, Haliyal- 581329, India.*	*ENHANCİNG HEAT TRANSFER İN TERNARY HYBRİD NANOLİQUİDS VİA AN EXPONENTİALLY STRETCHED SURFACE*

27.09.2026
TÜRKİYE Local Time: 09:30-12:00

HEAD OF SESSION: Muhammad Romiz Assiddiqi

SESSION-3 HALL-12

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Nisa Agustin, Zabrina Elvarett, Rofiqoh Aliyah Arifin Faizura Syifa Ramadhani Pinky Nila Nawawiza	*Universitas Islam Negeri K. H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia*	*CREATOR ECONOMY AND CONTENTPRENEURSHİP*
Ummu Kholil Prawesti Diana Kristi Lia Fatra Nur Laili Kamalin M Reza Fahrezi Muhammad Romiz Assiddiq	*Universitas Islam Negeri K. H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia*	*HUMAN RESOURCE DEVELOPMENT İN THE CREATİVE ECONOMY AND HALAL INDUSTRY İN CENTRAL JAVA*
Faizura Syifa Ramadhani Zabrina Elvaretta Rofiqoh Aliyah Arifin Pinky Nila Nawawiza	*Universitas Islam Negeri K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan*	*BUILDING A CREATIVE HALAL GENERATION*
Muhammad Romiz Assiddiqi Lia Fatra Nur Laili Kamalin M Reza Fahrezi Ummu Kholil Prawesti Diana Kristi	*Universitas Islam Negeri K. H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia*	*HALAL FOOD AND BEVERAGE PROCESSİNG*
Nisa Agustin Zabrina Elvaretta, Rofiqoh Aliyah Arifin Faizura Syifa Ramadhani Pinky Nila Nawawiza	*Universitas Islam Negeri K. H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia*	*THE DEVELOPMENT OF THE CREATOR ECONOMY*
Raya Ajeng Pertiwi M Farrel Azka Wimaramzy Mutia Puspita Andiny Ardan Yudha Wiratama Sultan Daffa Amrulloh	*Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia*	*DİGİTAL REVOLUTİON AND THE CREATİVE ECONOMY*
M. Farrel Azka Wimaramzy Raya Ajeng Pertiwi Mutia Puspita Andiny Ardan Yudha Wiratama Sultan Daffa Amrulloh	*Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia*	*TECHNOLOGY İN THE HALAL ECOSYSTEM*

27.09.2026
TÜRKİYE Local Time: 09:30-12:00

HEAD OF SESSION: Dr Muhammad Qasim

SESSION-3 HALL-13

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Egamova Oltinoy	*Gulistan State University*	*A LINGUO-COGNITIVE STUDY OF TERMS IN MUHAMMAD SOLIH'S "SHAYBANI-NAMA" (Original title: "Shayboniynoma" asarida terminlarning lingvo-kognitiv tadqiqi)*
Torayev Halillo	*Gulistan State University*	*DIGITAL ECONOMY AND REGIONAL DEVELOPMENT: AN ANALYSIS BASED ON THE EXPERIENCE OF UZBEKISTAN*
Gapparova Farida Jabbarovna	*Gulistan State University*	*ISOLATION OF BIOLOGICALLY ACTIVE GINGEROL AND SHOGAOL COMPOUNDS FROM THE RHIZOME OF MEDICINAL GINGER (ZINGIBER OFFICINALE ROSCOE), SYNTHESIS OF THEIR DERIVATIVES, AND STUDY OF THEIR BIOLOGICAL ACTIVITY*
Noor Mahal *Kamil Khan* *Muhammad Anees*	*Kohat University of Science and Technology, KUST, Kohat, Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan*	*CHARACTERIZATION OF INDIGENOUS PROBIOTICS ISOLATED FROM DAIRY PRODUCTS AND THEIR ANTIFUNGAL POTENTIAL*
Saba Noor Tahir *Dr. Malik Nawaz Shuja* *Dr Muhammad Qasim*	*Kohat University of Science and Technology (KUST)*	*ANTIBACTERIAL POTENTIAL AND PHYTOCHEMICAL CHARACTERIZATION OF TRIBULUS TERRESTRIS EXTRACTS AGAINST MULTIDRUG-RESISTANT UROPATHOGENS ISOLATED FROM UTI PATIENTS IN KOHAT*
Othmane SARDI	*FacultØ Polydisciplinaire de Sa , UniversitØ Cadi Ayyad, Marrakech, Maroc*	*EXISTENCE, UNIQUENESS AND A DEEP GALERKIN METHOD APPROXIMATION FOR A DYNAMIC VISCOELASTIC CONTACT PROBLEM WITH LONG MEMORY*

27.09.2026
TÜRKİYE Local Time: 09:30-12:00

HEAD OF SESSION: Hendri Hermawan ADINUGRAHA

SESSION-3 HALL-14

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Nova Fitriana Salsabilla, Erlin Nazila Aprilianti Lisna Amira Fauziah Alivia Pusdika Jenada	*Universitas K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia*	*SUSTAİNABLE HALAL CREATİVE MODEL*
Mutiah Puspita Andiny Raya Ajeng Pertiwi M Farrel Azka Wimaramzy Ardan Yudha Wiratama Sultan Daffa Amrulloh	*Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia*	*REGİONAL ECONOMİC DİGİTAL TRANSFORMATİON*
Mutiah Puspita Andiny Raya Ajeng Pertiwi M Farrel Azka Wimaramzy Ardan Yudha Wiratama Sultan Daffa Amrulloh	*Universitas Islam Negeri K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia*	*SOCİAL MEDİA AND THE CREATOR ECONOMY*
Mutiah Puspita Andiny Raya Ajeng Pertiwi M Farrel Azka Wimaramzy Ardan Yudha Wiratama Sultan Daffa Amrulloh	*Universitas Islam Negeri K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia*	*ARTİFİCİAL INTELLİGENCE FOR THE HALAL CREATİVE ECONOMY*
Lia Fatra Nur Laili Kamalin Diana Kristi, M Reza Fahrezi Muhammad Romiz Assiddiqi Ummu Kholil Prawesti	*Universitas Islam Negeri K. H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia*	*SYNERGY BETWEEN THE CREATİVE ECONOMY AND THE HALAL INDUSTRY İN PROMOTİNG ECONOMİC GROWTH İN CENTRAL JAVA*
M. Nasrul Rusydi Al Arzaqina May Naila Khoiroh Nafal Fikri Syihabud Din	*Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia*	*MODERNİZATİON OF TRADİTİONAL CRAFT PRODUCTS İN PEMALANG*
Nadya Rahmah	*Universitas Islam Negeri K. H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia*	*STRENGTHENİNG ISLAMİC FİNANCİAL MANAGEMENT FOR SUSTAİNABLE PESANTREN ECONOMİC INDEPENDENCE*
Rofiqoh Aliyah Arifin Zabrina Elvaretta Nisa Agustin Faizura Syifa Ramadhani Pinky Nila Nawawiza	*Universitas Islam Negeri K. H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia*	*DİGİTAL CONSUMER BEHAVİOR*
Nabila Azzahra	*Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia*	*DIGITAL LITERACY AND DIGITAL ENTREPRENEURSHIP AS A FOUNDATION FOR PESANTREN-BASED ECONOMIC EMPOWERMENT*
Malika Kaza FATIYA Muhammad Zaky MARDIKA Maia Salsa NURFARADISA Siti Rizkia Seprina WULANDARI Ika Fatimah Az ZAHRA	*UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan*	*THE ROLE OF GOVERNMENT AND LOCAL GOVERNMENT İN STRENGTHENİNG COLLABORATİVE ECOSYSTEMS FOR SUSTAİNABLE DEVELOPMENT*

27.09.2026
TÜRKİYE Local Time: 09:30-12:00

HEAD OF SESSION: Dr. Monika TAÇI

SESSION-3 HALL-15

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Dr. Monika TAÇI	*University of Tirana, Albania*	*ADOLESCENTS IN DIGITAL ENVIRONMENTS: SOCIAL MEDIA USE, ONLINE HARMS, AND PARENTAL MEDIATION IN ALBANIA*
PhD C Enkelejt AVDYLI *Prof Assoc Drita AVDYLI*	*University of Durres, Albania*	*THE ACQUISITION AND USE OF NEGATIVE FORMS IN ENGLISH THROUGH A BILINGUAL APPROACH: ENGLISH–ALBANIAN*
Eda Bezhani	*Aleksandër Moisiu University of Durrës, Albania*	*DIGITAL CONNECTIVITY AND YOUTH UNEMPLOYMENT IN THE WESTERN BALKANS: A MACRO-PANEL TEST OF THE CONNECTIVITY–ABSORPTIVE CAPACITY HYPOTHESIS*
Saeed Ahmad *Shahzad Farid*	*University of Okara, Okara, Pakistan,* *School of Public Administration, Hohai University, Nanjing, China*	*SMALLHOLDER FARMER VULNERABILITY AND ADAPTATION DEFICITS: INSIGHTS DISTRICT OKARA, PAKISTAN*
Ar. Dr. Omer Shujat Bhatti *Prof. Dr. Muhammad Asad Ghufran* *Zakra Ahmed* *Ar. Seemin Aslam* *Dr. Afshan Huma*	*School of Architecture & Planning, UMT, Lahore, Pakista,* *Allama Iqbal Open University Islamabad, Pakistan*	*POTENTİAL USEFULNESS OF VİDEO LECTURES AS A TOOL İN IMPROVİNG THE ONLİNE LEARNİNG AT THE POST GRADUATE LEVEL: A CASE FOR DESİGN DOMAİN STUDENTS.*
PhD Petronela Daniela FERARU	*National College Iași and 'Ion Neculce' High School, Târgu Frumos, Romania*	*EDUCATION IN THE AGE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE: TRANSFORMATIONS, INEQUALITIES AND NEW SOCIAL ROLES*
PhD Petronela Daniela FERARU	*National College Iași and 'Ion Neculce' High School, Târgu Frumos, Romania*	*YOUTH RELIGIOSITY IN THE CONTEXT OF CONTEMPORARY EDUCATION: BETWEEN TRADITION, INDIVIDUALIZATION AND NEW FORMS OF SPIRITUALITY*
Armanda Xhani	*Primary School Teacher, Albania*	*LINGUISTIC AND SOCIAL INTEGRATION OF FOREIGN STUDENTS IN PRIMARY EDUCATION: CHALLENGES AND TEACHING STRATEGIES*
Armanda Xhani	*Primary School Teacher, Albania*	*THE ROLE OF GAME-BASED LEARNING IN INCREASING MOTIVATION AND ACTIVE PARTICIPATION IN PRIMARY EDUCATION*
Prof. Dr. Olena A. Lykholat *PhD Tetyana Y. Lykholat* *Prof. Dr. Iryna O. Zaytseva* *Senior Lecturer Hanna O. Kvitko* *Methodologist Oksana O. Kvitko* *Prof. Dr. Yuriy V. Lykholat*	*University of Customs and Finance, Ukraine,* *Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro, Ukraine,*	*THE CULTURE OF SUCCESS AND ACADEMIC BURNOUT AMONG UNIVERSITY UKRAINIAN STUDENTS*

27.09.2026
TÜRKİYE Local Time: 09:30-12:00

HEAD OF SESSION: Muhammad Romiz Assiddiqi

SESSION-3 HALL-16

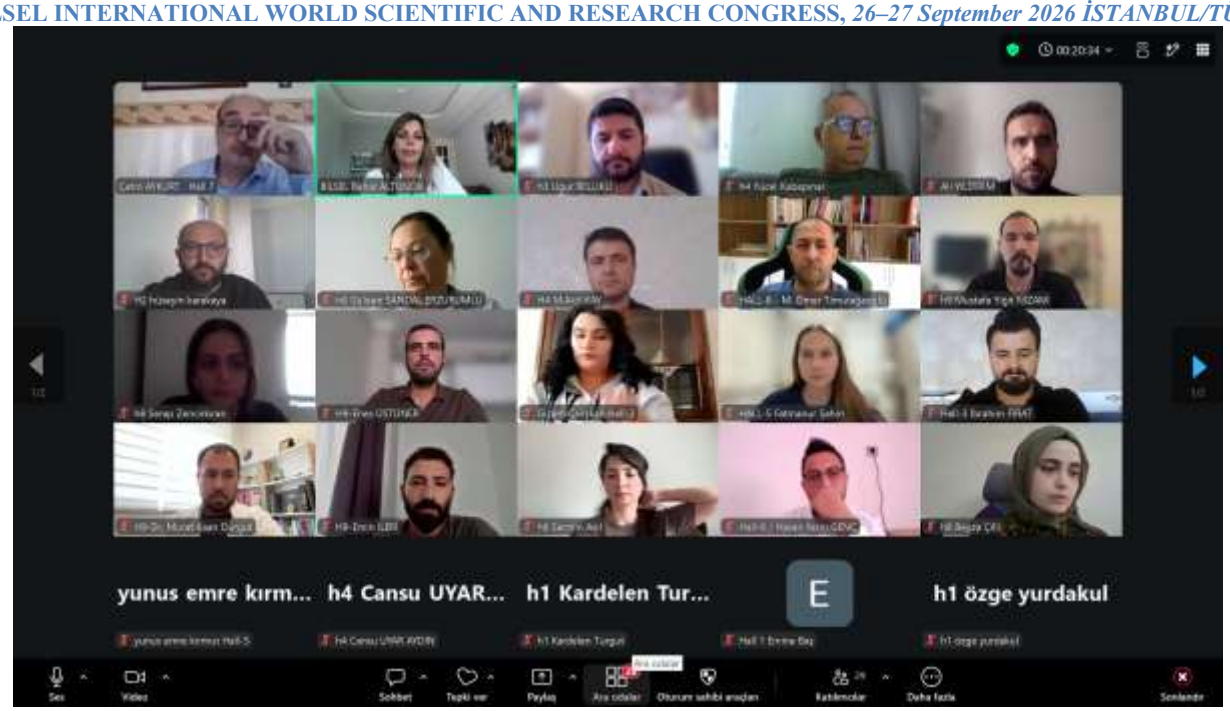
AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Lisna Amira Fauziah Salsabilla Erlin Nazila Aprilianti Alivia Pusdika Jenada Nova Fitriana	*Universitas K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia*	*CIRCULAR ECONOMY IN THE CREATIVE INDUSTRY*
Erlin Nazila Aprilianti Lisna Amira Fauziah Salsabilla Alivia Pusdika Jenada Nova Fitriana	*Universitas K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia*	*GREEN INNOVATİON İN THE HALAL INDUSTRY*
Lisna Amira Fauziah Salsabilla Erlin Nazila Aprilianti Alivia Pusdika Jenada Nova Fitriana	*Universitas K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia*	*COMMUNITY EMPOWERMENT*
Salsabilla Erlin Nazila Aprilianti Lisna Amira Fauziah Alivia Pusdika Jenada Nova Fitriana	*Universitas K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia*	*SUSTAİNABLE CREATİVE ECONOMY CONCEPT*
Diana Kristi Ummu Kholil Prawesti Lia Fatra Nur Laili Kamalin M. Reza Fahrezi Muhammad Romiz Assiddiqi	*Universitas Islam Negeri K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia*	*THE POTENTİAL OF BATİK AND THE FASHİON INDUSTRY AS CREATİVE ECONOMY SUBSECTORS İN INDONESİA*
Dela Puspita Sari Khabibah Maria Ulfa Melvi Neviza Indi Mazaya Tsania Karima Khusna	*Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia*	*THE URGENCY OF HALAL CERTIFICATION IN THE CULINARY INDUSTRY*
Melvi Neviza Tsania Karima Khusna Dela Puspita Sari Khabibah Maria Ulfa Indi Mazaya	*Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia*	*DİGİTALİZATİON OF TOURİSM AND CULİNARY MARKETİNG*
Khabibah Maria Ulfa Melvi Neviza Indi Mazaya Tsania Karima Khusna Dela Puspita Sari	*Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia*	*CULTURAL-BASED TOURISM DESTINATIONS: LOCAL CULTURE, COMMUNITY PARTICIPATION, AND ECONOMIC DEVELOPMENT*
Indi Mazaya Tsania Karima Khusna Dela Puspita Sari Khabibah Maria Ulfa Melvi Neviza	*Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia*	*ECO-FRIENDLY TOURISM*

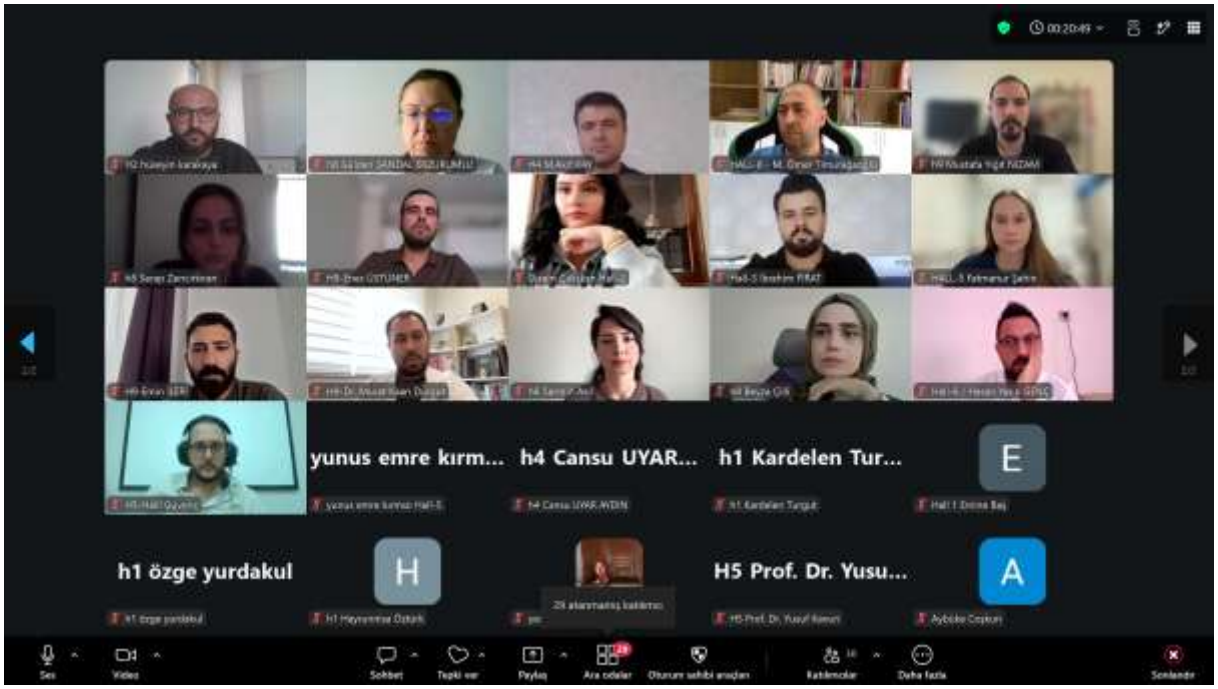
27.09.2026
TÜRKİYE Local Time: 09:30-12:00

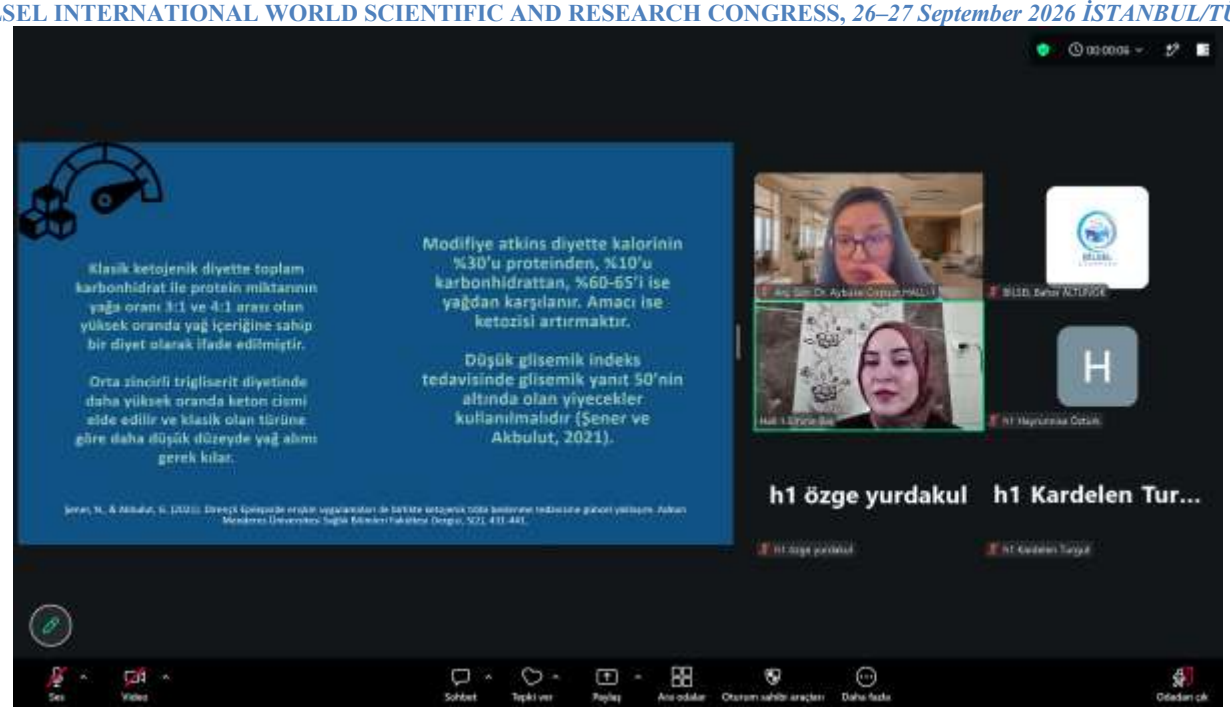
HEAD OF SESSION: Sándor FÖLDVÁRI, dr.

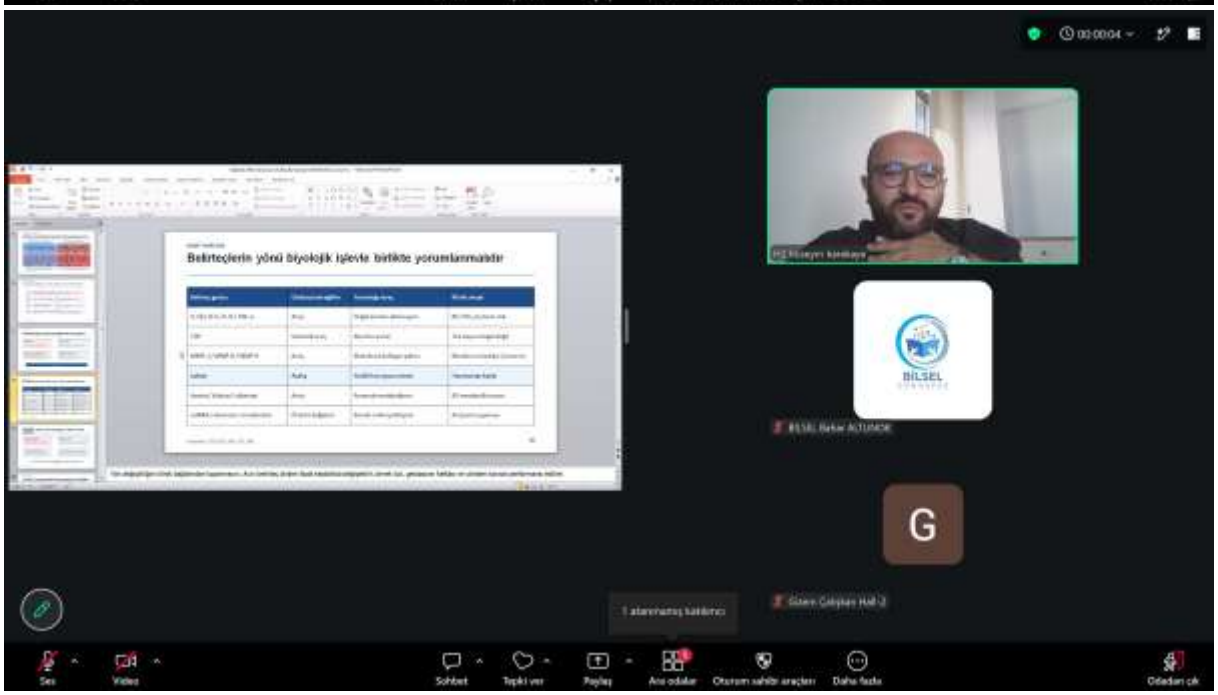
SESSION-3 HALL-17

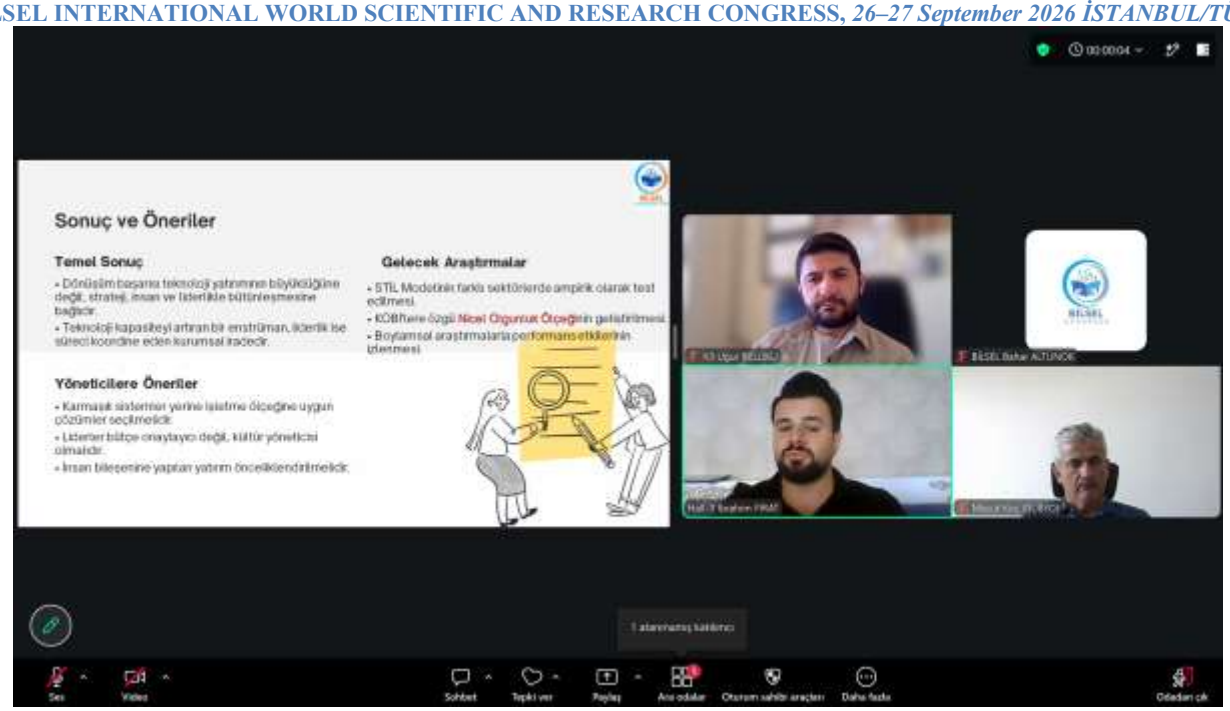
AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Venelin TERZİEV *Marin GEORGİEV*	*Ph.D., Eng., Black Sea Institute, Bourgas, Bulgaria*	*TECHNOLOGICAL SOVEREIGNTY AND THE TRANSFORMATION OF GLOBAL POWER: EMERGING CENTERS OF INFLUENCE IN A FRAGMENTED MULTIPOLAR WORLD*
Sándor FÖLDVÁRI, dr.	*Debrecen University, Debrecen, Hungary*	*ULTRA-NATİONALİST ATTEMPTS ON THE HUNGARİAN POLİTİCAL SCENE TO REVİSE THE TREATY OF TRİANON RECENTLY.*
Dr. Mohammad Jafar Chamankar	*Urmia University, Iran*	*THE POLİTİCAL AND ECONOMİC IMPACT OF OMAN'S AL-BU SA'İDİ RULERS İN THE PERSİAN GULF AND THE SEA OF OMAN*
Mohammed Waheeb	*Hashemite University. Jordan*	*QURANİC AND PROPHETİC ARCHAEOLOGY: EPİSTEMOLOGİCAL INTEGRATİON AND ITS IMPACT ON ENHANCİNG HERMENEUTİCS AND HİSTORİCAL UNDERSTANDİNG OF ANCİENT CİVİLİZATİONS*
dr. Aliaksandr Susha	*Belarusian State University, Assoc. Prof. Dr, Belarus, Minsk*	*EAST AND WEST IN THE PAGES OF THE LAŬRAŠAVA GOSPEL*
dr. Aliaksandr Susha	*Belarusian State University, Assoc. Prof. Dr, Belarus, Minsk*	*THE UNIQUE DESIGN OF THE LAŬRAŠAVA GOSPEL*
TANMAKPI Jaurès *AKOGBETO Nadine* *GOUTHON Gilchrist Fabrice* *SEHOUBO Lambert* *Ella Tano Mehsou Mylène* *SOSSOU Camus*	*University of Abomey-Calavi (UAC); Benin*	*STRENGTHS AND CONSTRAINTS OF MARKET GARDENING IN THE COMMUNE OF DJIDJA*
ZOUNDJI Ghislain *WARI ABOUBAKAR Moussa* *ASSOGBA A. Sylvestre* *SODJI Jean* *AZIAN Donatien* *DJIMOUKO Sabine*	*University of Abomey-Calavi (UAC); Benin*	*LAND-USE FACTORS İN THE COMMUNE OF DANGBO (BENİN)*
Siti Rizkia Seprina WULANDARI *Muhammad Zaky MARDIKA* *Maia Salsa NURFARADISA* *Ika Fatimah Az ZAHRA* *Malika Kaza FATIYA*	*UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan*	*ROADMAP FOR CENTRAL JAVA AS A HALAL CREATİVE ECONOMY CENTER*
Muhammad Zaky Mardika *Ika Fatimah Az ZAHRA* *Maia Salsa NURFARADISA* *Siti Rizkia Seprina WULANDARI* *Malika Kaza FATIYA*	*UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan*	*THE CREATIVE ECONOMY AND HALAL INDUSTRY POLICY*

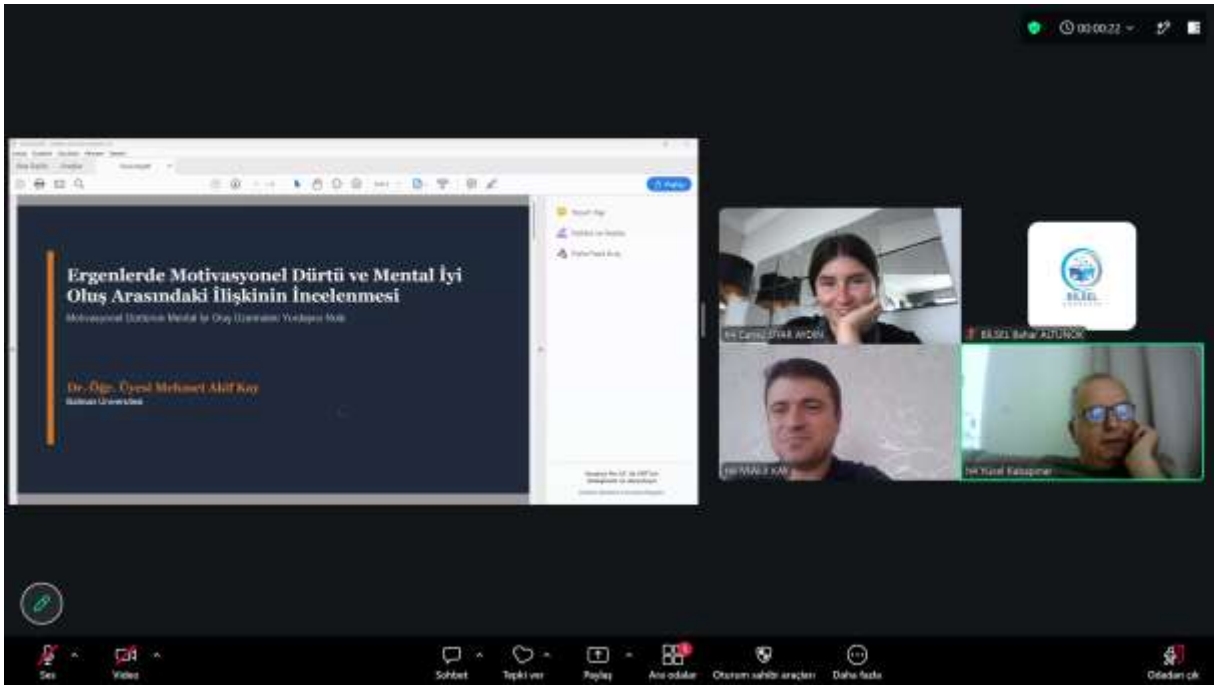

yunus emre kırm...
h4 Cansu UYAR...
h1 Kardelen Tur...
E
h1 özge yurdakul

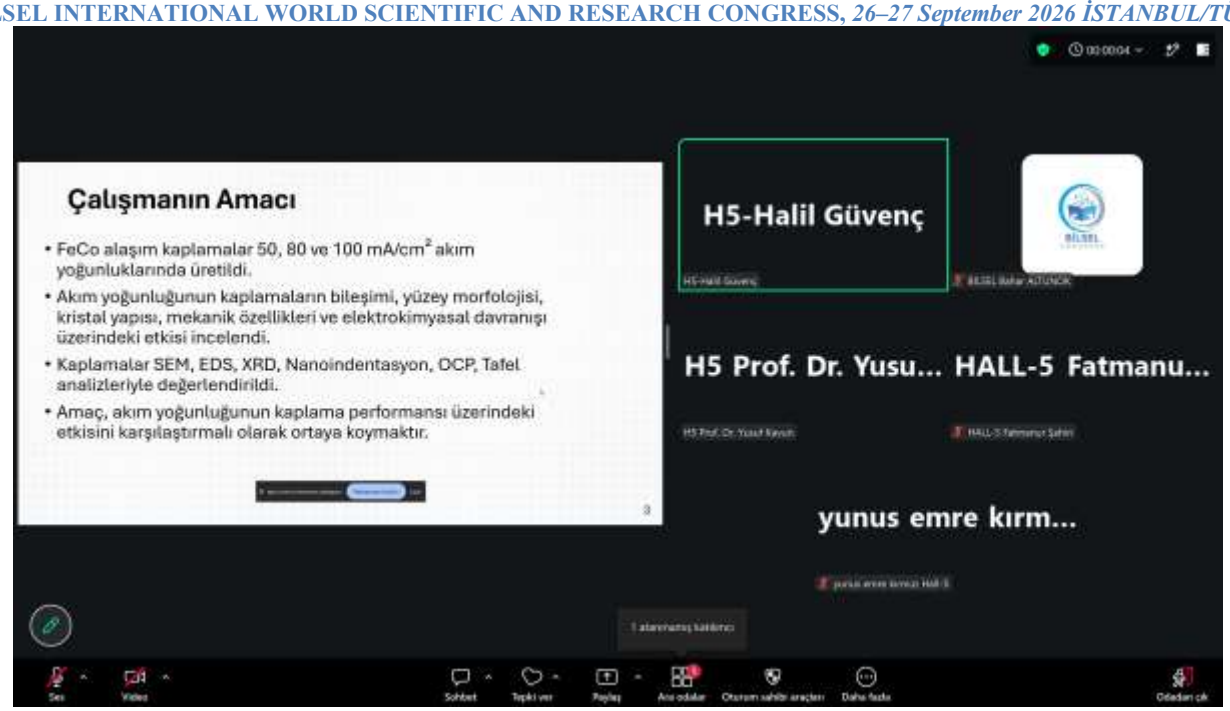

yunus emre kırm...
h4 Cansu UYAR...
h1 Kardelen Tur...
E
h1 özge yurdakul
H
H5 Prof. Dr. Yusu...
A


Klasik ketojenik diyette toplam karbonhidrat ile protein miktarının yağa oranı 3:1 ve 4:1 arası olan yüksek oranda yağ içeriğine sahip bir diyet olarak ifade edilmiştir.
Orta zincirli trigliserit diyetinde daha yüksek oranda keton cismi elde edilir ve klasik olan türüne göre daha düşük düzeyde yağ alımı gerek kılar.
Modifiye atkins diyette kalorinin %30'u proteinden, %10'u karbonhidrattan, %60-65'i ise yağdan karşılanır. Amacı ise ketozisi artırmaktır.
Düşük glisemik indeks tedavisinde glisemik yanıt 50'nin altında olan yiyecekler kullanılmalıdır (Şener ve Akbulut, 2021).
h1 özge yurdakul
h1 Kardelen Tur...
H
Ses
Video
Sohbet
Tepki ver
Paylaş
Ara odalar
Oturum sahibi araçları
Daha fazla
Odadan çık

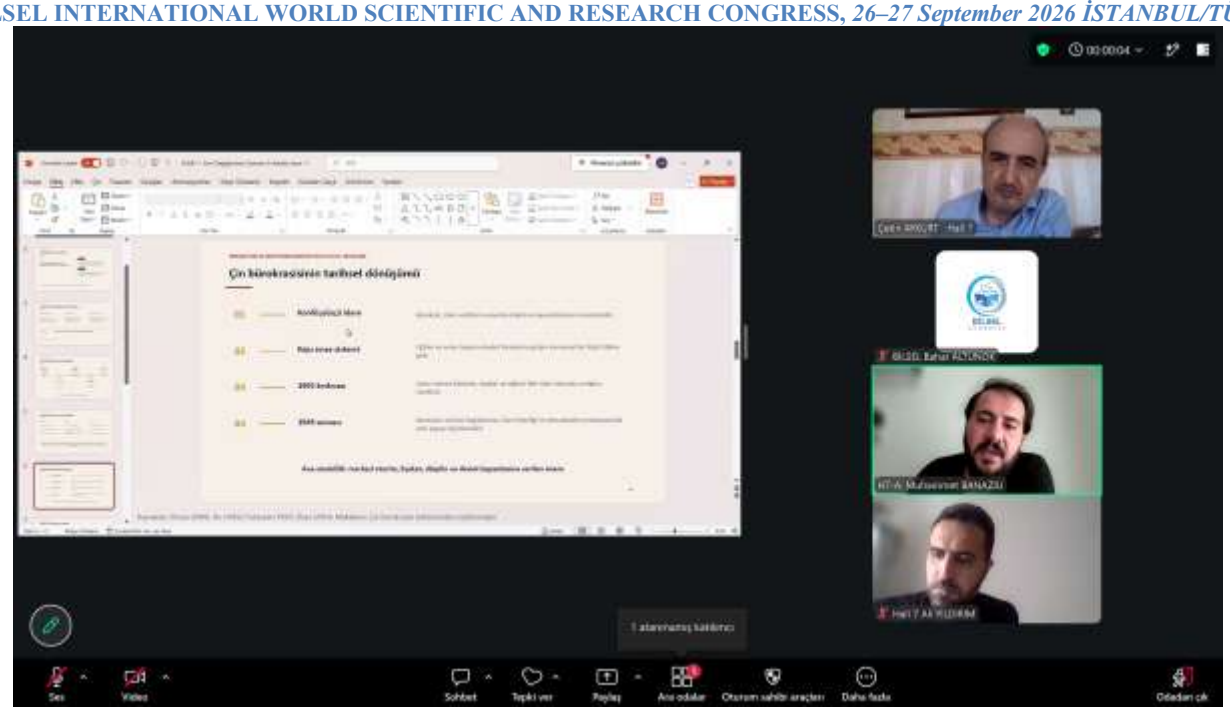

Belirteçlerin yönü biyolojik işleyiş birlikte yorumlanmalıdır
G
Ses
Video
Sohbet
Tepki ver
Paylaş
Ara odalar
Oturum sahibi araçları
Daha fazla
Odadan çık

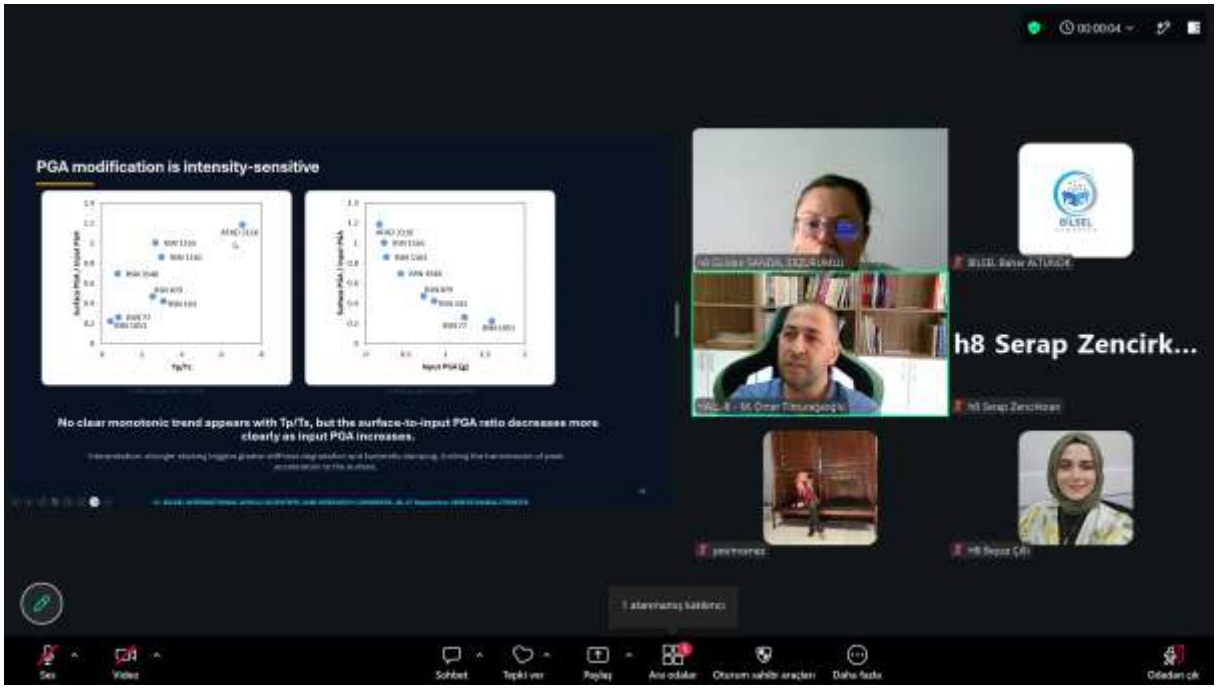

Sonuç ve Öneriler
Temel Sonuç
• Dönüşüm başarısı teknoloji yatırımının büyüklüğüne değil, strateji, insan ve liderlikle bütünleşmesine bağlıdır.
• Teknoloji kapasiteyi artıran bir enstrüman, liderlik ise süreci koordine eden kurumsal irademiz.
Gelecek Araştırmalar
• STİL Modelinin farklı sektörlerde ampirik olarak test edilmesi
• KOBİ'lere özgü Nicel Olgunluk Ölçeğinin geliştirilmesi
• Boylamsal araştırmalarla performans etkilerinin izlenmesi
Yöneticilere Öneriler
• Karmaşık sistemleri yerine işletme ölçeğine uygun çözümler seçilmelidir.
• Liderler bütçe onaylayıcı değil, kültür yöneticisi olmalıdır.
• İnsan bileşenine yapılan yatırım önceliklendirilmelidir.
Ses
Video
Sohbet
Tepki ver
Paylaş
Ara odalar
Oturum sahibi araçları
Daha fazla
Odadan çık

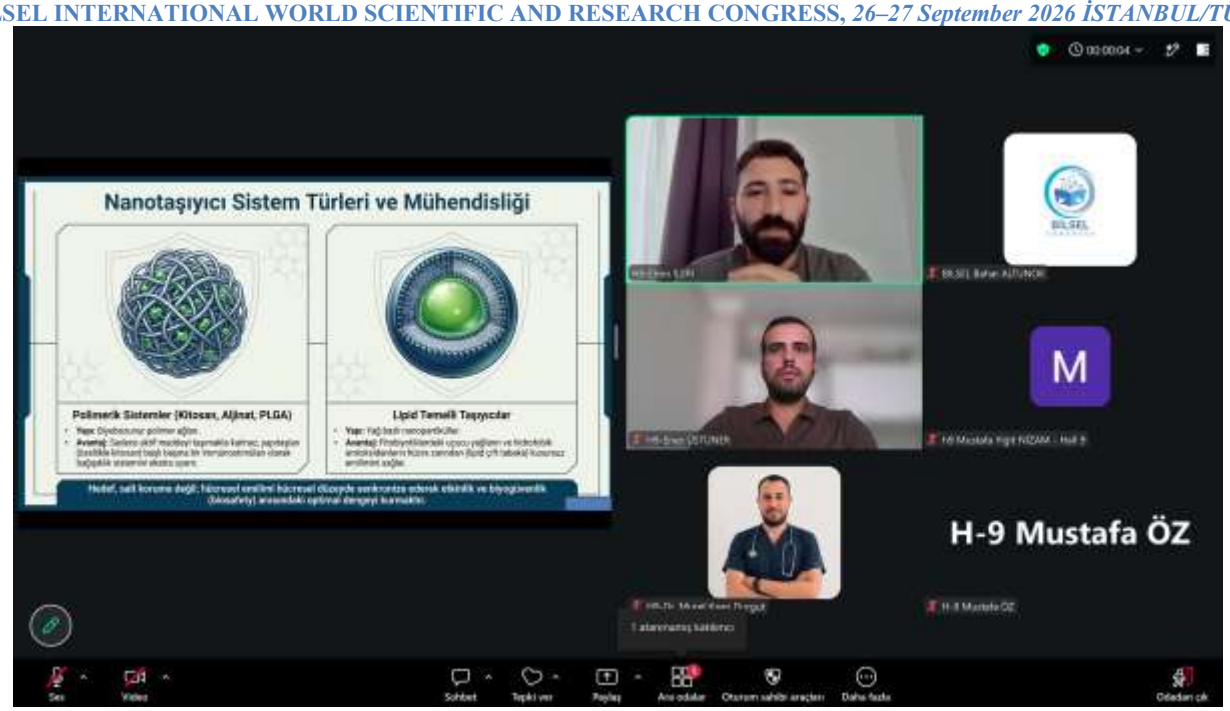

Ergenlerde Motivasyonel Dürtü ve Mental İyi Oluş Arasındaki İlişkinin İncelenmesi
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Akif Kay
Ses
Video
Sohbet
Tepki ver
Paylaş
Ara odalar
Oturum sahibi araçları
Daha fazla
Odadan çık

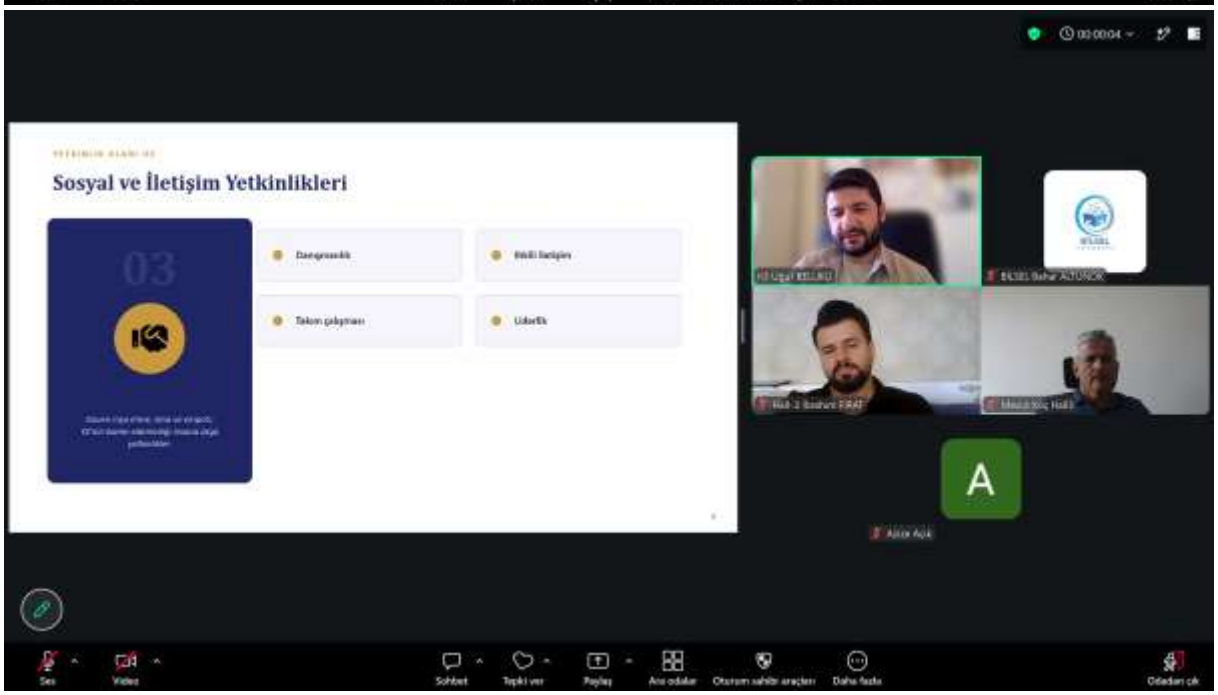

Çalışmanın Amacı
• FeCo alaşım kaplamalar 50, 80 ve 100 mA/cm² akım yoğunluklarında üretildi.
• Akım yoğunluğunun kaplamaların bileşimi, yüzey morfolojisi, kristal yapısı, mekanik özellikleri ve elektrokimyasal davranışı üzerindeki etkisi incelendi.
• Kaplamalar SEM, EDS, XRD, Nanoindentasyon, OCP, Tafel analizleriyle değerlendirildi.
• Amaç, akım yoğunluğunun kaplama performansı üzerindeki etkisini karşılaştırmalı olarak ortaya koymaktır.
H5-Halil Güvenç
H5 Prof. Dr. Yusu... HALL-5 Fatmanu...
yunus emre kırm...

Üretken yapay zekâ çağında eleştirel düşünmek ne anlama geliyor?
Günümüzde eleştirel düşünme artık şu soruları da içerir:
• Yapay zekâyı neden kullanıyorum?
• Bu görev için kullanımı uygun mu?
• Çıktı neye dayanıyor?
• Hangi bilgi veya bakış açısı eksik kalmış olabilir?
• Nihai karar ve sorumluluk kimde?
Bu çalışma, eleştirel düşünmeyi bu geniş değerlendirme çerçevesi içinde ele almaktadır.

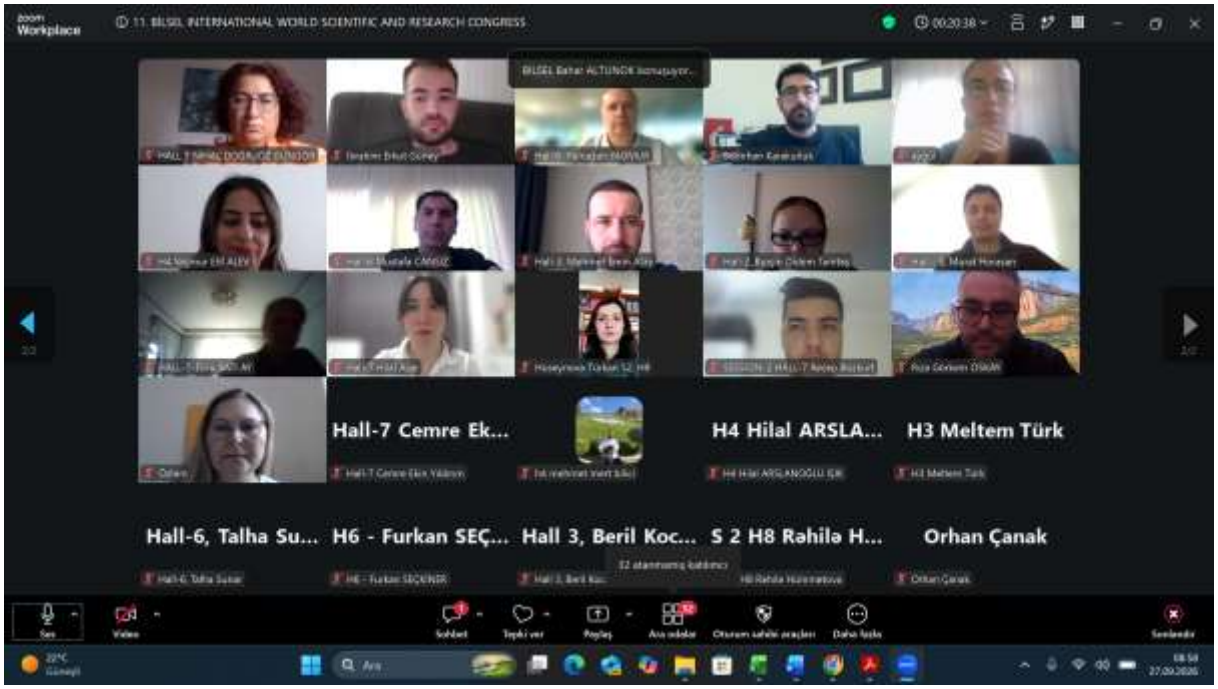

Çin bürokrasisinin tarihsel dönüşümü
Sohbet
Tepki ver
Paylaş
Ana odalar
Oturum sahibi araçları
Daha fazla
Odadan çık


PGA modification is intensity-sensitive
No clear monotonic trend appears with Tp/Ts, but the surface-to-input PGA ratio decreases more clearly as input PGA increases.
h8 Serap Zencirk...
Sohbet
Tepki ver
Paylaş
Ana odalar
Oturum sahibi araçları
Daha fazla
Odadan çık


Nanotaşıyıcı Sistem Türleri ve Mühendisliği
Polimerik Sistemler (Kitosan, Aljinat, PLGA)
Lipid Temelli Taşıyıcılar
H-9 Mustafa ÖZ
Sohbet
Tepki ver
Paylaş
Ana odalar
Oturum sahibi araçları
Daha fazla

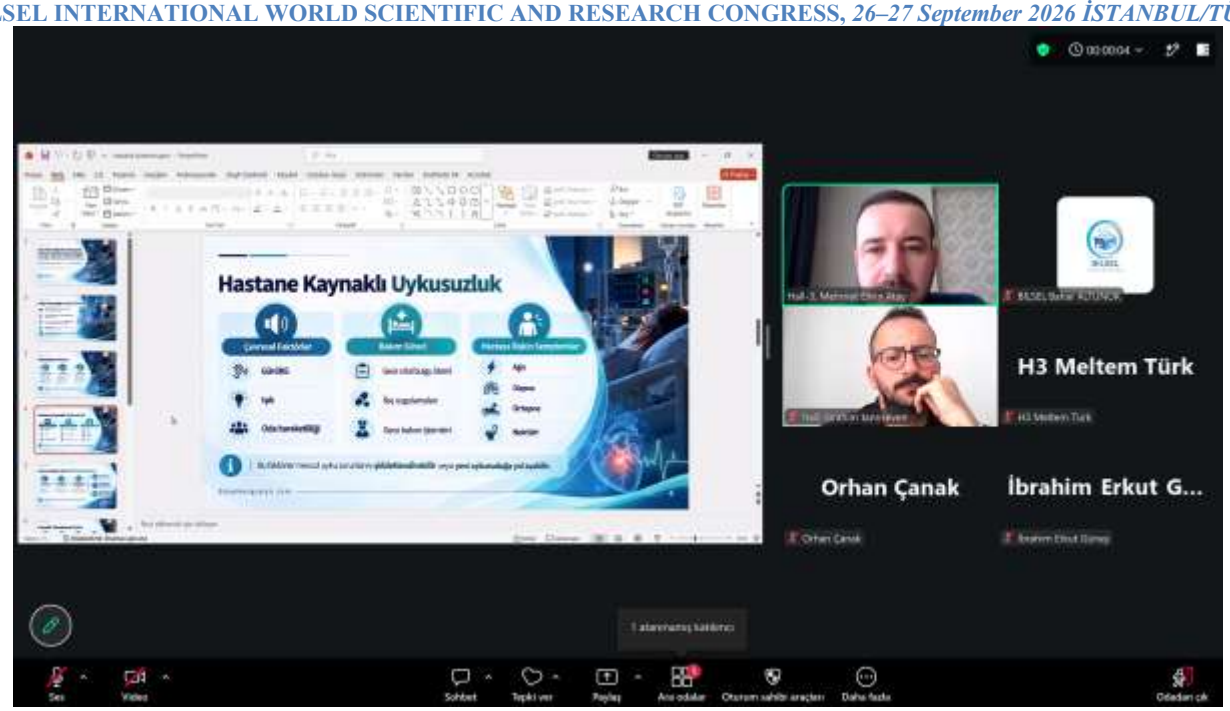

Sosyal ve İletişim Yetkinlikleri
03
Sohbet
Tepki ver
Paylaş
Ana odalar
Oturum sahibi araçları
Daha fazla

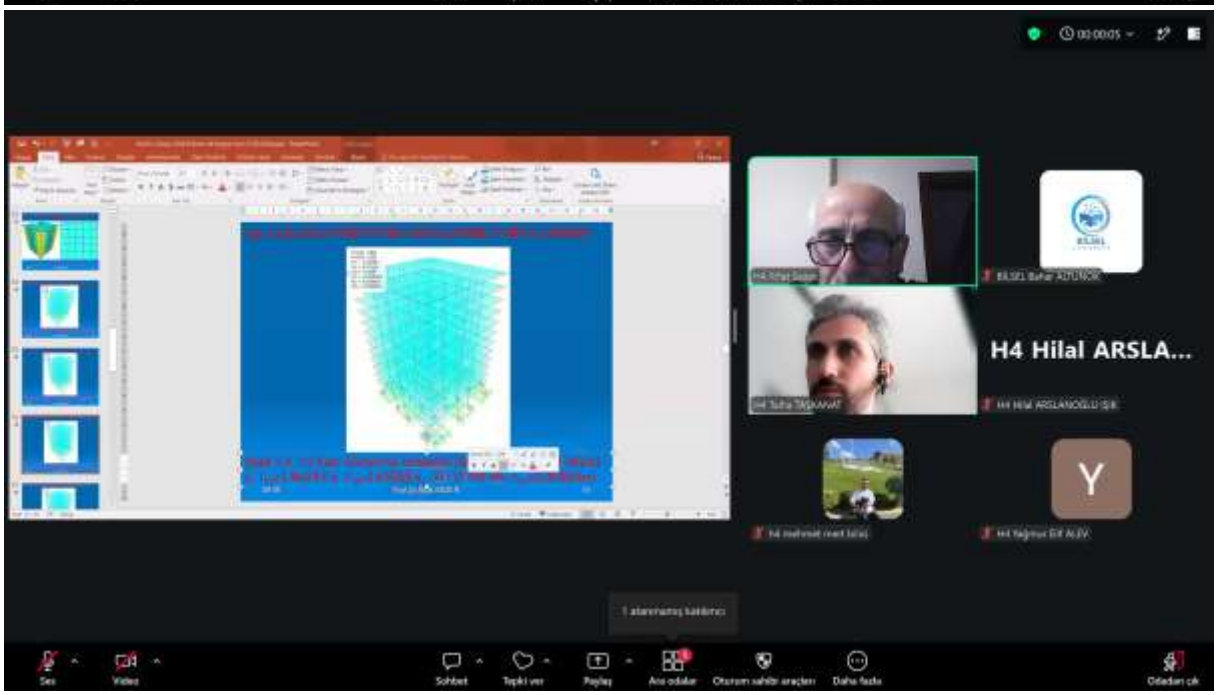
Hall-7 Cemre Ek...
H4 Hilal ARSLA...
H3 Meltem Türk


Hall-7 Cemre Ek...
H4 Hilal ARSLA...
H3 Meltem Türk
Hall-6, Talha Su...
H6 - Furkan SEÇ...
Hall 3, Beril Koc...
S 2 H8 Rahilə H...
Orhan Çanak

Kutadgu Bilig'de Meşruiyetin Sürdürülmesi
Adalet
Akıl
Adalet, kutun siyasal alana yansımasıdır; hükümdar adaleti tesis etmekle yükümlüdür.
Akıl ve bilgi, adaletin doğru karar, doğru danışmanlık ve doğru insan seçimiyle işlemesini sağlar.
Meşruiyetin son sınavı halkın eseriği ve devlet düzenidir.
Sonuç: Hükümdar yönetme imkânını yukarıdan alabilir; fakat siyasal değerini aşağıda, yani adalet, düzen ve toplum yararı düzeyinde kanıtlamak zorundadır.

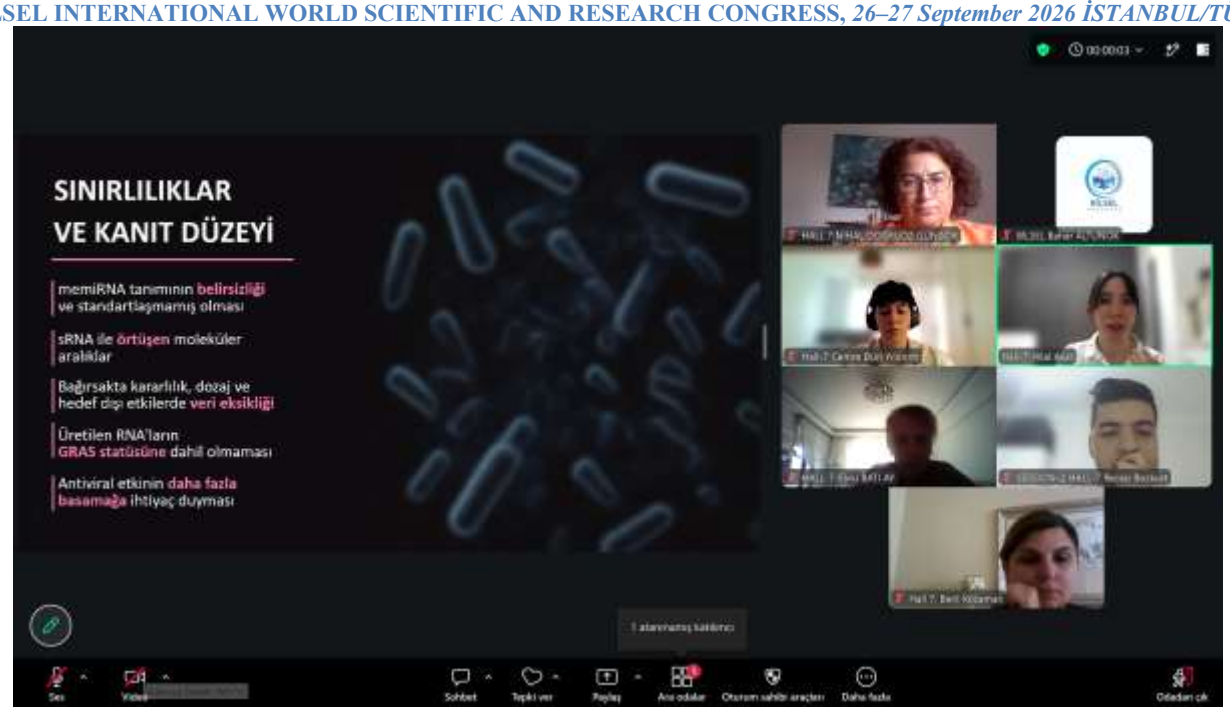
The resolutions of the distributions of primary photoelectrons
Examine the energy resolutions due to energy leakage only and with the addition of light propagation.
It is apparent that the differences are significant at relatively low beam energies, but decline in significance with increasing beam energy.
Increasing the effectiveness of surface reflectivity was once again seen to improve the results.
HALL-2 gökalp a...
HALL- 2 Melik B...


Hastane Kaynaklı Uykusuzluk
H3 Meltem Türk
Orhan Çanak
İbrahim Erkut G...

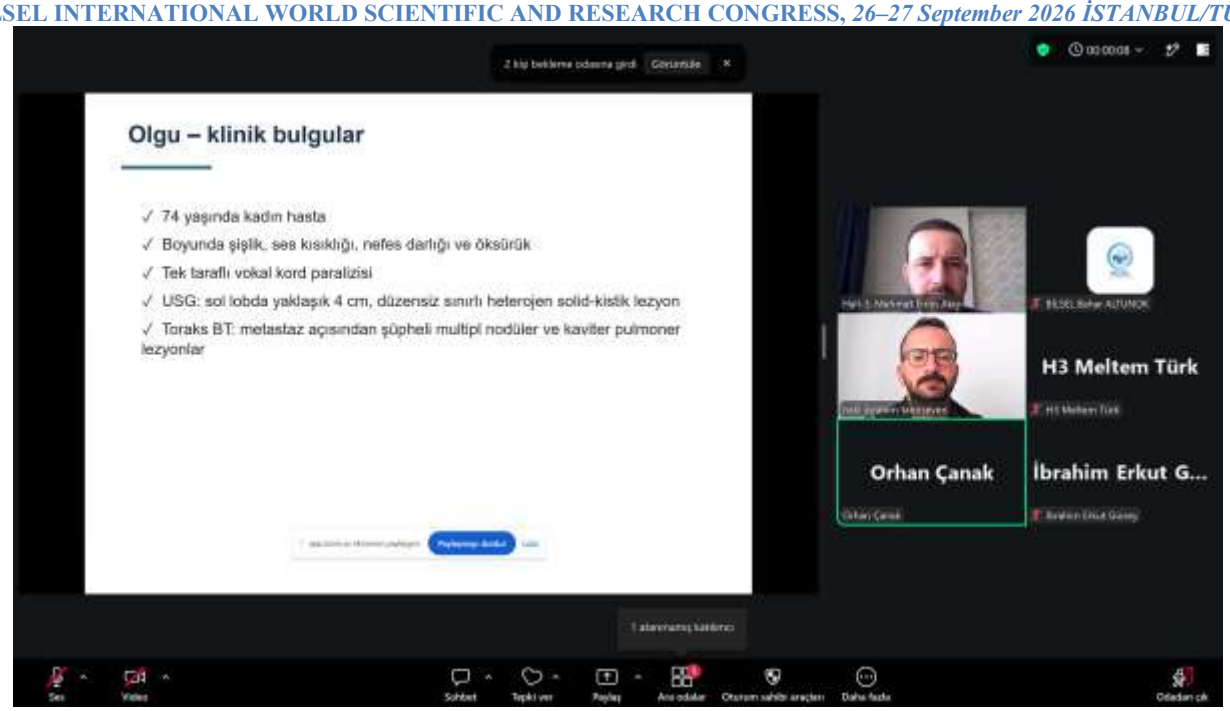

H4 Hilal ARSLA...
Y

Experimental basis of the reanalysis
Serpil Danır

Ölçüm Düzeneği ve
Kullanılan Cihazlar
Şekil 1: 8-QAM için kurulan ölçüm düzeneği


SINIRLILIKLAR
VE KANIT DÜZEYİ
memiRNA tanımının belirsizliği ve standartlaşmamış olması
sRNA ile örtüşen moleküler aralıklar
Bağırsakta kararlılık, dozaj ve hedef dışı etkilerde veri eksikliği
Üretilen RNA'ların GRAS statüsüne dahil olmaması
Antiviral etkinin daha fazla basamağa ihtiyaç duyması

BİLSEL
CONGRESS


Olgu – klinik bulgular
✓ 74 yaşında kadın hasta
✓ Boyunda şişlik, ses kısıklığı, nefes darlığı ve öksürük
✓ Tek taraflı vokal kord paralizisi
✓ USG: sol lobda yaklaşık 4 cm, düzensiz sınırlı heterojen solid-kistik lezyon
✓ Toraks BT: metastaz açısından şüpheli multipl nodüler ve kaviter pulmoner lezyonlar
H3 Meltem Türk
Orhan Çanak
İbrahim Erkut G...

S-2 Hall:9 Aygü...
G
E

Why these far-right traditions survived the socialism?
1) The hard dictatorship of Rákosi-era 1949-1956;
Hard soviet impact, hard ideological and political terror
Imprisonment of all those who opposed or criticised
Capital punishment, e.g. László Rajk
→ Revolution in 1956 against the Soviet interference and demands for sovereignty and a national regime.
Imre Nagy = former socialist, Prime Minister in 1956
2) The "soft" dictatorship of the Kádár-regime;
The "funny barack" of the Socialist Camp
Western-like ways of life:
small private enterprises
"soft" ideological terror
?
Marin GEORGIEV
Infinix X6837

İÇİNDEKİLER/CONTENTS

SPORCU BESLENMESİNDE ERGOJENİK DESTEKLER 13
ERGOGENIC AIDS IN SPORTS NUTRITION 14
EPİLEPSİ HASTALIĞI VE DİYET TEDAVİSİ 22
EPILEPSY AND DIET THERAPY 23
GEZEGEN SAĞLIĞI DİYETİ VE SÜRDÜRÜLEBİLİR BESLENME MODELLERİNİN KARBON AYAK İZİ İLE TOPLUMSAL FARKINDALIK DÜZEYİNDEKİ ROLÜ 31
THE ROLE OF THE PLANETARY HEALTH DIET AND SUSTAINABLE DIETARY MODELS IN CARBON FOOTPRINT REDUCTION AND PUBLIC AWARENESS 32
GLP-1 RESEPTÖR AGONİSTLERİ KULLANAN BİREYLERDE SARKOPENİK OBEZİTE RİSKİ VE TIBBİ BESLENME TEDAVİSİNİN ROLÜ 33
THE RISK OF SARCOPENIC OBESITY IN INDIVIDUALS USING GLP-1 RECEPTOR AGONISTS AND THE ROLE OF MEDICAL NUTRITION THERAPY 34
PROBİYOTİK VE PREBİYOTİKLERİN BİLİŞSEL FONKSİYONLAR ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ .. 35
THE EFFECTS OF PROBIOTICS AND PREBIOTICS ON COGNITIVE FUNCTIONS 36
ZENCEFİLİN DİYABET ÜZERİNE ETKİLERİ 42
THE EFFECTS OF GINGER ON DIABETES 43
ANNE SÜTÜNÜN SAĞILMASI VE SAKLANMASI: GÜNCEL UYGULAMALAR, EĞİTİM VE HEMŞİRELERİN ROLÜ 51
EXPRESSING AND STORING HUMAN MILK: CURRENT PRACTICES, EDUCATION, AND THE ROLE OF NURSES 52
EMZİRME DANIŞMANLIĞI: TEMEL İLKELER, DANIŞMANLIK BECERİLERİ VE DESTEK YAKLAŞIMLARI 62
BREASTFEEDING COUNSELING: BASIC PRINCIPLES, COUNSELING SKILLS, AND SUPPORT APPROACHES 63
VAJİNAL MİKROBİYOTA VE BİYOKİMYASAL BELİRTEÇLER: KADIN ÜREME SAĞLIĞI VE GEBELİK SONUÇLARINDAKİ GÜNCEL YAKLAŞIMLAR 74
VAGİNAL MİCROBİOTA AND BİOCHEMİCAL BİOMARKERS: CURRENT APPROACHES TO WOMEN'S REPRODUCTİVE HEALTH AND PREGNANCY OUTCOMES 75
PREMATÜR OVER YETMEZLİĞİNDE GÜNCEL MOLEKÜLER BİYOBELİRTEÇLER 84
CURRENT MOLECULAR BİOMARKERS İN PREMATURE OVARİAN INSUFFİCİENCY 85
YAŞLI STEMI HASTALARINDA MEKANİK KOMPLİKASYONLARIN YÖNETİM ZORLUKLARI: STENT TROMBOZUNDAN VENTRİKÜLER SEPTAL RÜPTÜRE 89
MANAGEMENT CHALLENGES OF MECHANICAL COMPLICATIONS IN ELDERLY STEMI PATIENTS: FROM STENT THROMBOSIS TO VENTRICULAR SEPTAL RUPTURE 90

YENİ TANI HİPERTANSİYONDA CRP/ALBÜMİN ORANI İLE SUBKLİNİK ATEROSKLEROZ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ 94

THE RELATİONSHİP BETWEEN C-REACTİVE PROTEİN/ALBUMİN RATİO AND SUBCLİNİCAL ATHEROSCLEROSİS İN NEWLY DİAGNOSED HYPERTENSİVE PATİENTS 95

SÜRDÜRÜLEBİLİR KENT YÖNETİMİNDE DOĞAL SERMAYE MUHASEBESİNİN ROLÜ: KAVRAMSAL BİR DEĞERLENDİRME 96

THE ROLE OF NATURAL CAPITAL ACCOUNTING IN SUSTAINABLE URBAN GOVERNANCE: A CONCEPTUAL FRAMEWORK 96

YAPAY ZEKÂ ÇAĞINDA MUHASEBE MESLEK MENSUPLARININ YETKİNLİK DÖNÜŞÜMÜ: GELECEĞİN MESLEK MENSUBUNA KAVRAMSAL BİR BAKIŞ 104

COMPETENCY TRANSFORMATION OF ACCOUNTING PROFESSIONALS IN THE AGE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE: A CONCEPTUAL PERSPECTIVE ON THE FUTURE ACCOUNTİNG PROFESSIONAL 105

DİJİTAL DÖNÜŞÜMDE YENİ BİR YAKLAŞIM OLARAK STİL SENTEZ MODELİ: KURAMSAL ÇERÇEVE VE YÖNETSEL PERSPEKTİF 115

STIL SYNTHESIZED MODEL AS A NEW APRROACH TO DIGITAL TRANSFORMATION: THEORETICAL FRAMEWORK AND MANAGERIAL PERSPECTIVE 116

BİR KAMU HİZMETİ OLARAK KADASTRO: TÜRKİYE'DEKİ HUKUKİ VE KURUMSAL YAPININ KAMU HİZMETİ İLKELERİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ 122

Cadastre AS A PUBLIC SERVICE: AN EVALUATION OF TÜRKİYE'S LEGAL AND INSTITUTIONAL FRAMEWORK IN TERMS OF PUBLIC SERVICE PRINCIPLES 123

TAPU KADASTRO BÖLÜMÜNE YENİ KAYIT YAPTIRAN ÖĞRENCİLERİN BÖLÜM TERCİHLERİ İLE KAMU İSTİHDAMINA YÖNELİK BEKLENTİ, BİLGİ VE KAYGILARI: GÖLHİSAR UYGULAMALI BİLİMLER YÜKSEKOKULU ÖRNEĞİ 131

DEPARTMENT PREFERENCES AND EXPECTATIONS, KNOWLEDGE, AND CONCERNS REGARDING PUBLIC-SECTOR EMPLOYMENT AMONG NEWLY ENROLLED LAND REGISTRY AND CADASTRE STUDENTS: THE CASE OF GÖLHİSAR SCHOOL OF APPLIED SCIENCES ... 132

OKUL ÖNCESİ DÖNEMDE İFADE EDİCİ DİL BECERİLERİNİN SANAT TEMELLİ ETKİNLİKLERLE DESTEKLENMESİ 133

KUR'ÂN-I KERÎM'İN DEĞER AKTARIMINDAKİ ROLÜ: KISA SÛRELER ÜZERİNDEN BİR DEĞERLENDİRME 134

THE ROLE OF THE HOLY QUR'AN IN THE TRANSMISSION OF VALUES: AN ASSESSMENT BASED ON SHORT SURAHS 135

ERGENLERDE MOTİVASYONEL DÜRTÜ VE MENTAL İYİ OLUŞ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ 136

AN EXAMINATION OF THE RELATIONSHIP BETWEEN MOTIVATIONAL DRIVE AND MENTAL WELL-BEING AMONG ADOLESCENTS 137

İNGİLİZ TARİH ÖĞRETİMİ SİSTEMİNDE SEÇİLEBİLİR TARİH ÜNİTELERİ/MODÜLLERİ: SALT BRİTANYA TARİHİ VE SALT SAVAŞ TARİHİNİN ÇOK ÖTESİNDE 138

OPTIONAL HISTORY UNITS/MODULES IN THE BRITISH HISTORY CURRICULUM: WELL BEYOND THE HISTORY OF BRITAIN AND WAR ALONE 138

İNGİLTERE'DE ADI VE KAPSAMI İLGİNÇ BİR DERS OLARAK "PERSONAL, SOCIAL, HEALTH AND ECONOMIC" DERSİ (PSHE): TÜRKİYE İÇİN ÇIKARIMLAR..... 144

A COURSE WITH AN INTERESTING NAME AND SCOPE IN ENGLAND 'PERSONAL, SOCIAL, HEALTH AND ECONOMIC' (PSHE): IMPLICATIONS FOR TURKEY 144

EKLEMELİ İMALAT SÜREÇLERİNDE METAL TOZ KAYNAKLI TEHLİKELERİN İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ AÇISINDAN SAYISAL RİSK MODELİYLE DEĞERLENDİRİLMESİNE YÖNELİK GÜNCEL YAKLAŞIMLAR ÜZERİNE BİR İNCELEME..... 154

TALAŞLI İMALAT SÜREÇLERİNDE KESME SIVISI KAYNAKLI TEHLİKELERİN İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ AÇISINDAN SAYISAL RİSK MODELİYLE DEĞERLENDİRİLMESİNE YÖNELİK GÜNCEL YAKLAŞIMLAR ÜZERİNE BİR İNCELEME..... 160

ELEKTRODEPOLAMA YÖNTEMİYLE ÜRETİLEN FeCo ALAŞIM KAPLAMALARIN MİKROYAPISAL, MEKANİK VE KOROZYON ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE AKIM YOĞUNLUĞUNUN ETKİSİ..... 166

EFFECT OF CURRENT DENSITY ON THE MICROSTRUCTURAL, MECHANICAL, AND CORROSION PROPERTIES OF FeCo ALLOY COATINGS PRODUCED BY ELECTRODEPOSITION 167

HALLUSCOPE: ÜRETİCİ YAPAY ZEKADA HALUSİNASYON TESPİTİ VE AZALTMA — ERİŞİM DESTEKLİ ÜRETİM TABANLI BİR UYGULAMA ÇALIŞMASI..... 182

HALLUSCOPE: HALLUCINATION DETECTION AND MITIGATION IN GENERATIVE ARTIFICIAL INTELLIGENCE — A RETRIEVAL-AUGMENTED GENERATION-BASED APPLICATION STUDY 183

DIPLOMACHAIN: BLOKZİNCİR TABANLI AKADEMİK DİPLOMA DOĞRULAMA SİSTEMİ .. 205

DIPLOMACHAIN: BLOKZİNCİR TABANLI AKADEMİK DİPLOMA DOĞRULAMA SİSTEMİ .. 206

Gd_2O_3 KATKISININ BORAT–TELLÜRİT CAM BİLEŞİMİNDE RADYASYON ZIRHLAMA ÜZERİNE ETKİSİ..... 207

EFFECT OF Gd_2O_3 DOPING ON RADIATION SHIELDING IN BORATE-TELLURITE GLASS COMPOSITION 208

Lu_2O_3 KATKILI BORAT-BİZMUT CAMLARIN RADYASYON ZIRHLAMA ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ 217

INVESTIGATION OF THE RADIATION SHIELDING PROPERTIES OF Lu_2O_3-DOPED BORATE-BISMUTH GLASSES..... 217

KAMU POLİTİKASI BAĞLAMINDA TÜRKİYE'DE SU YÖNETİMİ: ULUSAL SU PLANI (2026–2035) ÜZERİNE BİR İNCELEME 226

WATER MANAGEMENT IN TÜRKİYE IN THE CONTEXT OF PUBLIC POLICY: AN EXAMINATION OF THE NATIONAL WATER PLAN (2026–2035)..... 227

KUŞKUDAN GEREKÇELİ YARGIYA ELEŞTİREL DÜŞÜNME KILAVUZU 228

FROM DOUBT TO REASONED JUDGMENT A CRITICAL THINKING GUIDE 229

VERGİNİN ENFLASYON ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ 242
THE EFFECTS OF TAXATION ON INFLATION 242
TÜRKİYE'DE ENGELLİLİK POLİTİKALARININ BM ENGELLİ HAKLARI SÖZLEŞMESİ BAĞLAMINDA DEĞERLENDİRİLMESİ 249
TÜRKİYE'DE ENGELLİLİK POLİTİKALARININ MERKEZÎ VE YEREL BOYUTLARI: KARŞILAŞTIRMALI BİR DEĞERLENDİRME 255
TÜRK DEVLETLERİ TEŞKİLATI'NDA KAMU DİPLOMASİSİ VE İKTİSADİ UYUM: KURUMSAL SİNERJİ VE ÇOK BOYUTLU BAŞARI KRİTERLERİ 260
PUBLIC DIPLOMACY AND ECONOMIC COHESION in the ORGANIZATION of TURKIC STATES: INSTITUTIONAL SYNERGY and MULTIDIMENSIONAL SUCCESS CRITERIA 261
GELENEKSEL TÜRK DEVLET ANLAYIŞINDA EKONOMİK DÜZEN: KUTADGU BİLİG ÜZERİNE KAVRAMSAL BİR ANALİZ 273
ECONOMIC ORDER in TRADITIONAL TURKISH STATE UNDERSTANDING: A CONCEPTUAL ANALYSIS of KUTADGU BİLİG 274
İKİ DEVLET GELENEĞİ, İKİ BÜROKRATİK MODEL: TÜRKİYE VE ÇİN 282
TWO STATE TRADITIONS, TWO BUREAUCRATIC MODELS: TÜRKİYE AND CHINA 282
"QUTADĞU BİLİG" ƏSƏRİNDƏN MÜASİR DÖVRƏ: BİLİK, ELM VƏ ELM ADAMLARINA VERİLƏN DƏYƏR 293
KETHÜDAZADE ÂRİF EFENDİ'NİN HAYATI 300
THE LIFE OF KETHÜDAZADE ÂRİF EFENDİ 300
ASKERİ TAHİNİYE FABRİKASININ KURULMASI 301
THE ESTABLISMENT OF THE MILITARY TAHİNİ FACTOTY 301
NONLINEAR TIME-DOMAIN KINEMATIC ANALYSIS OF SOIL–PILE–STRUCTURE INTERACTION ACCORDING TO TBEC 2018 302
EFFECT OF THE PULSE-TO-SITE-PERIOD RATIO ON NONLINEAR SITE RESPONSE: A CASE STUDY 311
AFET SONRASI KENTSEL YAŞAMDA PEYZAJIN TASARIMIN ÖNEMİ 319
THE IMPORTANCE OF LANDSCAPE DESIGN IN POST-DISASTER URBAN LIFE 320
XERİSCAPE PEYZAJ TASARIMLARINDA YAPAY BİTKİLERİN KULLANIMININ DEĞERLENDİRİLMESİ 326
EVALUATION OF THE USE OF ARTIFICIAL PLANTS IN XERISCAPE LANDSCAPE DESIGNS327
FROM USER BEHAVIOUR TO SUSTAINABLE CAMPUSES: EVALUATING SPATIAL UTILISATION EFFICIENCY IN EDUCATIONAL BUILDINGS 334
KULLANICI DAVRANIŞINDAN SÜRDÜRÜLEBİLİR KAMPÜSLERE: EĞİTİM BİNALARINDA MEKANSAL KULLANIM VERİMLİLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ 335
ŞANLIURFA MÜZESİ'NDEKİ CAM UNGUENTARİUMLAR: TİPOLOJİK, KRONOLOJİK VE İŞLEVSEL BİR DEĞERLENDİRME 345

GLASS UNGUENTARIA IN THE ŞANLIURFA MUSEUM: A TYPOLOGICAL, CHRONOLOGICAL, AND FUNCTIONAL ASSESSMENT 346

AKUAKÜLTÜRDE ENDÜSTRİYEL VE TARIMSAL KİMYASAL MARUZİYETİNE KARŞI "TEK SAĞLIK" YAKLAŞIMI: DOĞAL ANTİOKSİDANLARIN BİYOLOJİK KORUYUCU KALKAN OLARAK KULLANIMI 370

A "ONE HEALTH" APPROACH TO INDUSTRİAL AND AGRİCULTURAL CHEMİCAL EXPOSURE İN AQUACULTURE: THE USE OF NATURAL ANTİOXİDANTS AS A BİOLOGİCAL PROTECTİVE SHİELD 371

BALIK BESLEMEDE ESANSİYEL YAĞ BİYOAKTİFLERİNİN METABOLİK VE İMMÜNOLOJİK EKSENLERİ: FORMÜLASYONDAN HÜCRESEL YANITA 381

METABOLIC AND IMMUNOLOGICAL AXES OF ESSENTIAL OIL BIOACTIVES IN AQUAFEEDS: FROM FORMULATION TO CELLULAR RESPONSE 382

GİARDİASİSLİ KEDİLERDE HEMOGRAM PARAMETRELERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ 402

EVALUATION OF HEMOGRAM PARAMETERS IN CATS WITH GIARDIASIS 403

KÖPEKLERDE ULTRASONOGRAFİK PROSTAT HACMİNİN HESAPLANMASINDA KULLANILAN MODELLERİN KARŞILAŞTIRMALI DEĞERLENDİRİLMESİ 404

COMPARATIVE EVALUATION OF MODELS USED FOR CALCULATING ULTRASONOGRAPHIC PROSTATIC VOLUME IN DOGS 405

KLASİK METİNLERDE SİYASAL MEŞRUİYETİN KURULUŞU: KUTADGU BİLİG VE YUJAERON ÜZERİNE KARŞILAŞTIRMALI BİR OKUMA 406

THE CONSTRUCTION OF POLITICAL LEGITIMACY IN CLASSICAL TEXTS: A COMPARATIVE READING OF KUTADGU BILIG AND YUJAERON 407

KANT'TAN BECKETT'E UMUDUN VAROLUŞU 413

THE EXISTENCE OF HOPE: FROM KANT TO BECKETT 414

İNSANIN KADERİNİN SOSYO-FELSEFİ ANALİZİNE İLİŞKİN BİLİMSEL PSİKOLOJİK GÖRÜŞLER 419

SCIENTIFIC PSYCHOLOGICAL VIEWS ON THE SOCIO-PHILOSOPHICAL ANALYSIS OF HUMAN DESTINY 420

NLP TEKNOLOJİLERİNİN VE SAHA BİLİNÇ TEORİSİNİN İNSAN YAŞAMINA ENTEGRASYONU 425

NLP TECHNOLOGIES AND INTEGRATION OF THE FIELD THEORY OF CONSCIOUSNESS INTO HUMAN LIFE 426

TEMEL SANAT EĞİTİMİNDE MAİL ART UYGULAMALARI: YARATICILIK, GÖRSEL İLETİŞİM VE ANALOG-DİJİTAL ÜRETİM BAĞLAMINDA BİR DEĞERLENDİRME 431

MAIL ART PRACTICES IN BASIC ART EDUCATION: AN EVALUATION IN THE CONTEXT OF CREATIVITY, VISUAL COMMUNICATION, AND ANALOG-DIGITAL PRODUCTION 432

MATRIX (1999) FİLMİNİN İKONOGRAFİK ÇÖZÜMLEMESİ 442

AN ICONOGRAPHIC ANALYSIS OF THE MATRIX (1999) 443

ÖZ-SOĞURMA ETKİLERİ DİKKATE ALINARAK BİRLEŞİK CeF_3 KRİSTAL-FOTODETEKTÖR SİSTEMİNİN ELEKTROMANYETİK ENERJİ ÇÖZÜNÜRLÜĞÜNÜN BİR SİMÜLASYON ÇALIŞMASIYLA BELİRLENMESİ 453

DETERMINING ELECTROMAGNETIC ENERGY RESOLUTION OF A COMBINED CeF_3-CRYSTAL PHOTODETECTOR SYSTEM WITH A SIMULATION STUDY CONSIDERING SELF-ABSORPTION EFFECTS 454

13 MART 2026 NİKSAR DEPREMİ ARTÇI ŞOK DİZİSİNİN ZAMANSAL VE MEKANSAL ANALİZİ 455

TEMPORAL AND SPATIAL ANALYSIS OF THE AFTERSHOCK SEQUENCE OF THE 13 MARCH 2026 NIKSAR EARTHQUAKE 456

EXPLICIT FEKETE POINTS ON POLYNOMIAL LEMNISCATES 457

DARPA SUBOFF DENİZALTI GÖVDESİ ETRAFINDAKİ YÜKSEK REYNOLDS SAYILI AKIŞIN HESAPLAMALI AKIŞKANLAR DİNAMİĞİ YÖNTEMİYLE İNCELENMESİ 458

INVESTIGATION of HIGH REYNOLDS NUMBER FLOW AROUND THE DARPA SUBOFF SUBMARINE HULL USING COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS METHOD 459

OTOİMMÜN BÜLLÖZ VE BAĞ DOKUSU HASTALIKLARININ TANISINDA DİREKT İMMÜNOFLORESAN: PATERN TEMELLİ BİR YAKLAŞIM VE GÜNCEL LİTERATÜRÜN GÖZDEN GEÇİRİLMESİ 466

DIRECT IMMUNOFLUORESCENCE IN THE DIAGNOSIS OF AUTOIMMUNE BULLOUS AND CONNECTIVE TISSUE DISEASES: A PATTERN-BASED APPROACH AND A REVIEW OF THE CURRENT LITERATURE 467

KALP YETMEZLİĞİ OLAN HASTALARDA HASTANE KAYNAKLI UYKUSUZLUĞUN HASTALIK YÖNETİMİ ÜZERİNE ETKİSİ 474

THE IMPACT OF HOSPITAL-ACQUIRED INSOMNIA ON DISEASE MANAGEMENT IN PATIENTS WITH HEART FAILURE 475

KALP YETMEZLİĞİ OLAN HASTALARDA HASTANE KAYNAKLI UYKUSUZLUĞUN AZALTILMASINA YÖNELİK NONFARMAKOLOJİK YAKLAŞIMLAR 484

NON-PHARMACOLOGICAL APPROACHES TO REDUCING HOSPITAL-ACQUIRED INSOMNIA IN PATIENTS WITH HEART FAILURE 485

NAVIGATING CHRONIC ILLNESS CARE: EXPLORING THE LIVED EXPERIENCES AND COPING STRATEGIES OF CAREGIVERS OF PATIENTS WITH CHRONIC DISEASES 492

ENDOMETRİYAL BİYOPSİ VE KÜRETAJ MATERYALLERİNDE BENİGN ENDOMETRİYAL DEĞİŞİKLİKLERE TANISAL YAKLAŞIM 504

DIAGNOSTIC APPROACH TO BENIGN ENDOMETRIAL CHANGES IN ENDOMETRIAL BIOPSY AND CURETTAGE SPECIMENS 505

SKUAMÖZ MORFOLOJİNİN TANISAL TUZAĞI: SKUAMÖZ DİFERANSİYASYON GÖSTEREN ANAPLASTİK TİROİD KARSİNOMU 512

THE DIAGNOSTIC PITFALL OF SQUAMOUS MORPHOLOGY: ANAPLASTIC THYROID CARCINOMA WITH SQUAMOUS DIFFERENTIATION 513

AÇIK KAYNAK COĞRAFİ VERİLERİN HARİTA MÜHENDİSLİĞİ UYGULAMALARINDA KULLANILABİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI 520

INVESTIGATION OF THE USABILITY OF OPEN GEOSPATIAL DATA IN GEOMATICS ENGINEERING APPLICATIONS 521

KADİRLİ İLÇESİNDE TARIMSAL ÜRÜN DESENİNİN DÖNÜŞÜMÜ (2016–2025): ÇEŞİTLENME, MEKANİZASYON VE PAZAR DİNAMİKLERİ 529

TRANSFORMATION OF THE AGRICULTURAL CROP PATTERN IN KADİRLİ DISTRICT (2016–2025): DIVERSIFICATION, MECHANISATION AND MARKET DYNAMICS 530

ÇOK KATLI BETONARME YAPILARDA KAT SAYISI, YAPI RİJİTLİĞİ, HİBRİT İZOLATÖR TİPİ VE SÖNÜMLEYİCİLERİN SİSMİK İZOLATÖR PERFORMANSINA ETKİSİNİN OPTİMUM TESBİTİ..... 538

OPTIMUM DETERMINATION OF THE EFFECTS OF NUMBER OF STORIES, STRUCTURAL STIFFNESS, HYBRID ISOLATOR TYPE, AND DAMPERS ON SEISMIC ISOLATOR PERFORMANCE IN MULTI-STORY REINFORCED CONCRETE BUILDINGS..... 539

FLOOD RISK ANALYSIS AND EVALUATION OF FLOOD CONTROL MEASURES IN HOZAT STREAM, TUNCELİ 556

TUNCELİ HOZAT DERESİ'NDE TAŞKIN RİSK ANALİZİ VE TAŞKIN KONTROL ÖNLEMLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ 557

ÇEKME KARAVANLAR İÇİN RÜZGÂR–GÜNEŞ HİBRİT ENERJİ SİSTEMİNİN ENERJİ TEMELLİ BOYUTLANDIRILMASI VE DENEYSEL İNCELENMESİ 575

ENERGY-BASED SIZING AND EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF A WIND-SOLAR HYBRID ENERGY SYSTEM FOR TOWABLE CARAVANS 576

ARDUİNO TABANLI SUBAP YAY TANSİYON ÖLÇME CİHAZI TASARIMI VE İMALATI 592

DESIGN AND MANUFACTURING OF AN ARDUINO-BASED VALVE SPRING TENSION MEASURING DEVICE 593

ELEKTRİKLİ VE HİBRİT ELEKTRİKLİ ARAÇ TEKNOLOJİLERİNDE BOR NİTRÜR 601

BORON NITRİDE IN ELECTRIC AND HYBRID ELECTRIC VEHICLE TECHNOLOGIES..... 602

MULTI-RESPONSE ASSESSMENT OF STATIC TORSIONAL STRENGTH AND FATIGUE PERFORMANCE IN FDM-PRINTED PLA 621

FARKLI DÖNGÜ FİLTRELERİNE SAHİP PID DENETLEYİCİ TABANLI GENİŞ BANT RF SENTEZLEYİCİNİN TASARIMI VE FAZ GÜRÜLTÜSÜ PERFORMANS ANALİZİ..... 622

DESIGN AND PHASE NOISE PERFORMANCE ANALYSIS OF A PID CONTROLLER-BASED WIDEBAND RF SYNTHESIZER WITH DIFFERENT LOOP FILTERS 623

QAM VE PAM MODÜLASYON TEKNİKLERİNİN RF ENERJİ HASATLAMA SİSTEMLERİNİN ŞARJ SÜRESİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI 638

COMPARISON OF EFFECTS OF QAM AND PAM MODULATION TECHNIQUES ON CHARGING TIME OF RF ENERGY HARVESTING SYSTEMS 639

ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND MACHINE LEARNING DRIVEN INTERFERENCE DETECTION AND IMPACT MITIGATION IN MOBILE COMMUNICATION NETWORKS 645

MIKNATIS YERLEŞİM PARAMETRELERİNİN V-TİPİ IPM MOTOR PERFORMANSINA ETKİSİ: PARAMETRİK YAKLAŞIM 651

EFFECT OF MAGNET PLACEMENT PARAMETERS ON V-TYPE IPM MOTOR PERFORMANCE: A PARAMETRIC APPROACH 652

17-4 PH PASLANMAZ ÇELİĞİNİN MALZEME EKSTRÜZYONU (MEX) VE METAL ENJEKSİYON KALIPLAMA (MIM) İLE ÜRETİMİNDE ŞEKİLLENDİRME YÖNTEMİNİN YOĞUNLUK VE MİKROSERTLİĞE ETKİSİ 661

EFFECT OF FORMING METHOD ON DENSITY AND MICROHARDNESS IN THE PRODUCTION OF 17-4 PH STAINLESS STEEL VIA MATERIAL EXTRUSION (MEX) AND METAL INJECTION MOLDING (MIM) 662

BIOMARKERS AND STABLE ISOTOPIC ($\delta^{13}C$, $\delta^{15}N$, AND $\delta^{34}S$) COMPOSITIONS OF THE SEAM NO. 6 IN THE İBRİCE FIELD (THRACE BASIN, NW TÜRKİYE) 663

İBRİCE SAHASI (TRAKYA HAVZASI, KB TÜRKİYE) 6 NUMARALI KÖMÜR DAMARININ BİYOMARKER VE KARARLI İZOTOP ($\delta^{13}C$, $\delta^{15}N$ VE $\delta^{34}S$) BİLEŞİMLERİ 664

FAJ UYARIMLI PROBİYOTİK MEMİRNA'LARIN ÇOKLU İLACA DİRENÇLİ GASTROİNTESTİNAL ENFEKSİYONLARDAKİ POTANSİYEL ROLÜNE DAİR KAVRAMSAL BİR MODEL 665

A CONCEPTUAL MODEL ON THE POTENTIAL ROLE OF PHAGE-INDUCED PROBIOTIC MEMIRNAS IN MULTIDRUG-RESISTANT GASTROINTESTINAL INFECTIONS 666

SİNERJİK ENZİM AKTİVİTESİ İLE BİYOSÜRFAKTAN DESTEKLİ FUNGAL-BAKTERİYEL KO-KÜLTÜRLER ARACILIĞIYLA MİKROPLASTİKLERİN BİYOREMEDİASYONU 673

BIOREMEDIATION OF MICROPLASTICS VIA BIOSURFACTANT-ASSISTED FUNGAL-BACTERIAL CO-CULTURES WITH SYNERGISTIC ENZYME ACTIVITY 674

NAR (*PUNİCA GRANATUM* L.) ÇEKİRDEĞİ YAĞININ TOPLAM FENOLİK VE FLAVONOİD İÇERİĞİ İLE DPPH RADİKAL SÜPÜRME AKTİVİTESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ 689

VALUATION OF THE TOTAL PHENOLIC AND FLAVONOID CONTENTS AND DPPH RADICAL SCAVENGING ACTIVITY OF POMEGRANATE (*PUNICA GRANATUM* L.) SEED OIL 690

BIODIVERSITY CONSERVATION, ECOSYSTEM RESTORATION, AND ECOLOGICAL CONNECTIVITY IN FRAGMENTED LANDSCAPES 691

CONSERVATION OF RARE AND ENDANGERED SPECIES THROUGH ECOLOGICAL MANAGEMENT AND SUSTAINABLE APPROACHES 703

ÇÖZÜCÜ POLARİTESİNİN *ALTHAEA OFFİCİNALİS* L. ÇİÇEK EKSTRAKTLARININ TOPLAM FENOLİK MADDE İÇERİĞİ, FLAVONOİD İÇERİĞİ VE ANTİOKSİDAN AKTİVİTESİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ 715

INFLUENCE OF SOLVENT POLARITY ON TOTAL PHENOLIC CONTENT, FLAVONOID CONTENT AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF *ALTHAEA OFFICINALIS* L. FLOWER EXTRACTS 716

YÜKSEK FENOLİK İÇERİK HER ZAMAN DAHA GÜÇLÜ ANTİOKSİDAN AKTİVİTE ANLAMINA MI GELİR? REZENE EKSTRAKTLARINDA ÇÖZÜCÜYE BAĞLI FARKLILIKLARIN İNCELENMESİ 723

DOES HİGH PHENOLİC CONTENT ALWAYS MEAN STRONGER ANTİOXİDANT ACTİVİTY? AN INVESTİGATİON OF SOLVENT-RELATED DİFFERENCES İN FENNEL EXTRACTS 724

MİRZƏ İBRAHİMOVUN “BÖYÜK DAYAQ” ROMANI İCTİMAİ-SİYASİ PROSESLƏR VƏ MİLLİ-ƏXLAQİ DƏYƏRLƏR KONTEKSTİNDƏ 730

TƏDQİQAT TRENDLƏRİNİN VƏ ELMİ İSTİQAMƏTLƏRİN MÜƏYYƏNLƏŞDİRİLMƏSİ ÜSULLARI 733

AZƏRBAYCAN DİLİNDƏ EMOSİYALARIN FRAZEOLOJİ İFADƏSİ 737

AŞIQ POEZİYASINDA ATALAR SÖZLƏRİNİN ÜSLUBİ İMKANLARI 739

THE STYLISTIC POSSIBILITIES OF PROVERBS IN ASHIQ POETRY 740

MÜASIR AZƏRBAYCAN ANTROPONIMIKASINDA YENI MEYILLƏR 745

NEW TRENDS IN CONTEMPORARY AZERBAIJANI ANTHROPONYMY 746

OKUL ÖNCESİ EĞİTİMDE KURİKULUM BİLEŞENLERİNİN DİSİPLİNLERARASI İLİŞKİLENDİRİLMESİ – SÜRDÜRÜLEBİLİR PAYLAŞILAN DÜŞÜNME (SUSTAINED SHARED THINKING) VE BÜTÜNCÜL GELİŞİM PERSPEKTİFLERİ 747

AZERBAYCAN TÜRKÇESİNİN ÖĞRETİMİNDE DİL BİLGİSİ KURALLARI: TÜMEVARIM VE TÜMDENGELİM YAKLAŞIMLARI 752

AZƏRBAYCAN UŞAQ ŞEİRİNDƏ POETİK MƏNTİK 758

POETIC LOGIC IN AZERBAIJAN CHILDREN'S POETRY 759

AZƏRBAYCAN SENTİMENTALİZMİN TƏŞƏKKÜL TARİXİ VƏ NƏZƏRİYYƏSİ 765

MƏDƏNİ MÜXTƏLİFLİK ŞƏRAİTİNDƏ İNKLÜZİV TƏHSİL STRATEGİYALARI 770

STRATEGIES FOR INCLUSIVE EDUCATION IN A CULTURALLY DIVERSE ENVIRONMENT 771

TƏRBİYƏDƏ DAVRANIŞ PROBLEMLƏRİNİN QARŞISININ ALINMASI STRATEGİYALARI 772

STRATEGİES FOR PREVENTİNG BEHAVİORAL PROBLEMS İN UPBRİNGİNG 773

ŞAGİRDLƏRİN DÜNYAGÖRÜŞÜNÜN, DÜŞÜNCƏ TƏRZİNİN FORMALAŞMASINA TƏSİR EDƏN ƏSAS AMİLLƏR 774

EPİK KAHRAMANIN DÖNÜŞÜMÜ: GILGAMIŞ DESTANINDA YOLCULUK, ARKADAŞLIK VE FANİ OLUŞ 777

THE TRANSFORMATION OF THE EPIC HERO: JOURNEY, FRIENDSHIP, AND MORTALITY IN THE EPIC OF GILGAMESH 778

METAPHORS WE LIVE BY: THE ROLE OF CONCEPTUAL METAPHOR IN EVERYDAY LANGUAGE 779

Hz. NUH as. QAVMİNDEN GELEN KÜFÜRLERİN MAZMUN İŞARETLERİ VƏ BELA YELKENLERİ-BATİLİN MƏHVİ-II YAZI 782

XIX ƏSR AZƏRBAYCAN ƏDƏBİYYATI: KARABAĞ'LI ŞAİRE FATİME XANIM KEMİNE: *"TÜKENDİ SEBR-İ DİLİM, GETTİLER AMANE MENİ"* **795**

TRADITIONAL CULINARY HERITAGE OF CENTRAL JAVA: BETWEEN CULTURAL HERITAGE, INNOVATION, AND GASTRONOMIC TOURISM POTENTIAL **812**

ENTREPRENEURSHIP EDUCATION **813**

THE CONCEPT OF HALAL LIFESTYLE **814**

SOCIAL MEDIA AS A BUSINESS TOOL **815**

THE POTENTİAL OF BATİK AND THE FASHİON INDUSTRY AS CREATİVE ECONOMY SUBSECTORS İN INDONESİA **816**

HALAL AS A GLOBAL MARKET VALUE IN BATANG REGENCY **817**

HALAL CERTIFICATION AND UMKM DEVELOPING THE HALAL CULINARY ECOSYSTEM IN BATANG REGENCY **818**

HALAL INDUSTRY POLICY IN BATANG REGENCY: STRENGTHENING THE HALAL ECOSYSTEM AND MSME COMPETITIVENESS **819**

FROM LOCAL FOOD TO TOURİST DESTİNATİONS: DEVELOPİNG HALAL CULİNARY TOURİSM AND VİLLAGE-BASED TOURİSM İN BATANG REGENCY, INDONESİA **820**

RECLAIMED ASPHALT PAVEMENT MANAGEMENT FOR SUSTAINABLE ROAD INFRASTRUCTURE: A REVIEW OF OPERATIONAL AND TECHNICAL CHALLENGES **821**

IMPACT OF HEXAGONAL WARPING ON QUANTUM CAPACITANCE OF TOPOLOGICAL-INSULATOR SURFACE STATES IN BI2TE3 ..... **822**

DECIPHERING RED LUMINESCENCE IN EU^{3+}-DOPED SILICOPHOSPHATE SOL–GEL GLASSES THROUGH A MULTIPHYSICS–JUDD–OFELT FRAMEWORK **823**

STRUCTURE–PROPERTY CORRELATIONS IN EU^{3+}-DOPED STRONTIUM PHOSPHATE GLASSES: INSIGHTS FOR PHOTONIC AND PHOTOVOLTAIC APPLICATIONS **824**

ENHANCING HEAT TRANSFER IN TERNARY HYBRID NANOLIQUIDS VIA AN EXPONENTIALLY STRETCHED SURFACE **825**

CREATOR ECONOMY AND CONTENTPRENEURSHIP **826**

HUMAN RESOURCE DEVELOPMENT IN THE CREATIVE ECONOMY AND HALAL INDUSTRY IN CENTRAL JAVA **827**

BUILDING A CREATIVE HALAL GENERATION **828**

HALAL FOOD AND BEVERAGE PROCESSİNG **829**

THE DEVELOPMENT OF THE CREATOR ECONOMY **830**

DIGITAL REVOLUTION AND THE CREATIVE ECONOMY **831**

TECHNOLOGY IN THE HALAL ECOSYSTEM **832**

A LINGUO-COGNITIVE STUDY OF TERMS IN MUHAMMAD SOLIH'S "SHAYBANI-NAMA" **833**

DIGITAL ECONOMY AND REGIONAL DEVELOPMENT: AN ANALYSIS BASED ON THE EXPERIENCE OF UZBEKISTAN **838**

ISOLATION OF BIOLOGICALLY ACTIVE GINGEROL AND SHOGAOL COMPOUNDS FROM THE RHIZOME OF MEDICINAL GINGER (ZINGIBER OFFICINALE ROSCOE), SYNTHESIS OF THEIR DERIVATIVES, AND STUDY OF THEIR BIOLOGICAL ACTIVITY 842

ANTIBACTERIAL POTENTIAL AND PHYTOCHEMICAL CHARACTERIZATION OF *TRIBULUS TERRESTRIS* EXTRACTS AGAINST MULTIDRUG-RESISTANT UROPATHOGENS ISOLATED FROM UTI PATIENTS IN KOHAT 848

CHARACTERIZATION OF INDIGENOUS PROBIOTICS ISOLATED FROM DAIRY PRODUCTS AND THEIR ANTIFUNGAL POTENTIAL 849

EXISTENCE, UNIQUENESS AND A DEEP GALERKIN METHOD APPROXIMATION FOR A DYNAMIC VISCOELASTIC CONTACT PROBLEM WITH LONG MEMORY 850

SUSTAINABLE HALAL CREATIVE MODEL 851

REGIONAL ECONOMIC DIGITAL TRANSFORMATION 852

SOCIAL MEDIA AND THE CREATOR ECONOMY 853

ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR THE HALAL CREATIVE ECONOMY 854

SYNERGY BETWEEN THE CREATIVE ECONOMY AND THE HALAL INDUSTRY IN PROMOTING ECONOMIC GROWTH IN CENTRAL JAVA 855

MODERNİZATİON OF TRADİTİONAL CRAFT PRODUCTS İN PEMALANG 856

STRENGTHENING ISLAMIC FINANCIAL MANAGEMENT FOR SUSTAINABLE PESANTREN ECONOMIC INDEPENDENCE 857

DIGITAL CONSUMER BEHAVIOR 858

DIGITAL LITERACY AND DIGITAL ENTREPRENEURSHIP AS A FOUNDATION FOR PESANTREN-BASED ECONOMIC EMPOWERMENT 859

THE ROLE OF GOVERNMENT AND LOCAL GOVERNMENT İN STRENGTHENİNG COLLABORATİVE ECOSYSTEMS FOR SUSTAİNABLE DEVELOPMENT 860

ADOLESCENTS IN DIGITAL ENVIRONMENTS: SOCIAL MEDIA USE, ONLINE HARMS, AND PARENTAL MEDIATION IN ALBANIA 861

THE ACQUISITION AND USE OF NEGATIVE FORMS IN ENGLISH THROUGH A BILINGUAL APPROACH: ENGLISH–ALBANIAN 873

DIGITAL CONNECTIVITY AND YOUTH UNEMPLOYMENT IN THE WESTERN BALKANS: A MACRO-PANEL TEST OF THE CONNECTIVITY–ABSORPTIVE CAPACITY HYPOTHESIS 885

SMALLHOLDER FARMER VULNERABILITY AND ADAPTATION DEFICITS: INSIGHTS DISTRICT OKARA, PAKISTAN 892

POTENTIAL USEFULNESS OF VIDEO LECTURES AS A TOOL IN IMPROVING THE ONLINE LEARNING AT THE POST GRADUATE LEVEL: A CASE FOR DESIGN DOMAIN STUDENTS. . 893

EDUCATION IN THE AGE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE: TRANSFORMATIONS, INEQUALITIES AND NEW SOCIAL ROLES 894

YOUTH RELIGIOSITY IN THE CONTEXT OF CONTEMPORARY EDUCATION: BETWEEN TRADITION, INDIVIDUALIZATION AND NEW FORMS OF SPIRITUALITY 912

LINGUISTIC AND SOCIAL INTEGRATION OF FOREIGN STUDENTS IN PRIMARY EDUCATION: CHALLENGES AND TEACHING STRATEGIES 931

THE ROLE OF GAME-BASED LEARNING IN INCREASING MOTIVATION AND ACTIVE PARTICIPATION IN PRIMARY EDUCATION 932

THE CULTURE OF SUCCESS AND ACADEMIC BURNOUT AMONG UNIVERSITY UKRAINIAN STUDENTS 934

CIRCULAR ECONOMY IN THE CREATIVE INDUSTRY 935

GREEN INNOVATION IN THE HALAL INDUSTRY 936

COMMUNITY EMPOWERMENT 937

SUSTAINABLE CREATIVE ECONOMY CONCEPT 938

THE URGENCY OF HALAL CERTIFICATION IN THE CULINARY INDUSTRY 939

DİGİTALİZATİON OF TOURİSM AND CULİNARY MARKETİNG 940

CULTURAL-BASED TOURISM DESTINATIONS: LOCAL CULTURE, COMMUNITY PARTICIPATION, AND ECONOMIC DEVELOPMENT 941

ECO-FRIENDLY TOURISM 942

TECHNOLOGICAL SOVEREIGNTY AND THE TRANSFORMATION OF GLOBAL POWER: EMERGING CENTERS OF INFLUENCE IN A FRAGMENTED MULTIPOLAR WORLD 943

MACAR SİYASET SAHNESİNDE TRIANON ANLAŞMASI'NI YENİDEN YORUMLAMAYA YÖNELİK AŞIRI MİLLİYETÇİ GİRİŞİMLER GEÇENLERDE 967

ULTRA-NATİONALİST ATTEMPTS ON THE HUNGARİAN POLİTİCAL SCENE TO REVİSE THE TREATY OF TRİANON RECENTLY 968

THE POLITICAL AND ECONOMIC IMPACT OF OMAN'S AL-BU SA'IDI RULERS IN THE PERSIAN GULF AND THE SEA OF OMAN 970

QURANIC AND PROPHETIC ARCHAEOLOGY: EPISTEMOLOGICAL INTEGRATION AND ITS IMPACT ON ENHANCING HERMENEUTICS AND HISTORICAL UNDERSTANDING OF ANCIENT CIVILIZATIONS 979

THE UNIQUE DESIGN OF THE LAŬRAŠAVA GOSPEL 980

EAST AND WEST IN THE PAGES OF THE LAŬRAŠAVA GOSPEL 987

STRENGTHS AND CONSTRAINTS OF MARKET GARDENING IN THE COMMUNE OF DJIDJA 995

LAND-USE FACTORS IN THE COMMUNE OF DANGBO (BENIN) 1006

ROADMAP FOR CENTRAL JAVA AS A HALAL CREATİVE ECONOMY CENTER 1022

THE CREATIVE ECONOMY AND HALAL INDUSTRY POLICY 1023

SPORCU BESLENMESİNDE ERGOJENİK DESTEKLER

Kardelen TURGUT[1] / Prof. Dr. Hacer LEVENT[2]

[1] Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Karaman, Türkiye, kardelentrg@gmail.com , ORCID: https://orcid.org/0009-0003-4091-73742
[2]Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Karaman, Türkiye, hacerlevent@kmu.edu.tr , ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7321-5577

Özet

Bu çalışma, optimal sağlık ve atletik performansı maksimize etmede temel bir gereklilik olan beslenmenin önemini vurgulamaktadır. Fiziksel gelişimi ve antrenman verimliliğini artırmak amacıyla başvurulan, bilimsel etkinliği kanıtlanmış ve kullanımı yasal olan A Grubu Ergojenik Destekler bu bağlamda merkezi bir inceleme konusu oluşturmaktadır. Ergojenik ajanların (iş performansını artırıcı maddeler) küresel piyasadaki artan popülaritesine dikkat çekilmiştir. A Grubu destekler arasında, Kafein en etkili nörolojik ajanlardan biri olarak öne çıkmaktadır. Etkisini, merkezi sinir sistemindeki adenozin reseptörlerini bloke ederek gösterir; bu durum, yorgunluk algısını azaltır, uyarılmayı ve egzersiz motivasyonunu artırır. Önerilen 3-6 mg/kg dozajının, dayanıklılık ve reaksiyon süresi üzerinde olumlu etkileri bulunmaktadır. İkincil olarak, Karbonhidratlar, egzersiz sırasında birincil enerji kaynağı olup, kas içi glikojen depolarının seviyesini doğrudan etkiler. Özellikle 90 dakikayı aşan uzun süreli aktivitelerden önce uygulanan yüksek dozajlı (10-12 g/kg) karbonhidrat yükleme protokolleri, performansı artırmakta ve glikojen depolarının toparlanmasını optimize etmektedir. Kreatin Monohidrat, yüksek yoğunluklu ve kısa süreli eforlarda performansı artırma yeteneği ile bilinir; fizyolojik olarak kreatin/fosfokreatin enerji yolunu destekleyerek hücresel enerji transferinde merkezi bir rol üstlenir ve yağsız vücut kütlesini artırıcı potansiyel taşır. Beta-Alanin, kas karnozin seviyelerini yükselterek laktik asit birikimini ve dolayısıyla yorgunluğu geciktirir, bu da yüksek tempolu egzersizlerin sürekliliğine katkı sağlar. Sodyum Bikarbonat ise, yoğun egzersiz sırasında oluşan metabolik asidozu nötralize ederek, 1 ila 7 dakika süreli anaerobik sporlarda kas yorgunluğunu geciktirici bir etki sunar. Son olarak, Nitrattan Zengin Gıdaların (örneğin pancar suyu) tüketimi, aerobik egzersizlerde oksijen maliyetini düşürme ve egzersiz toleransını artırma potansiyeli nedeniyle özellikle dayanıklılık sporcularında ergojenik bir strateji olarak kabul görmektedir. Özetle, sporcuların antrenman adaptasyonları ve müsabaka başarısı, yalnızca yeterli beslenme değil, aynı zamanda bu bilimsel temele dayanan A Grubu ergojenik desteklerin bireyselleştirilmiş dozaj ve doğru zamanlama ile stratejik olarak kullanılmasıyla sağlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Sporcu Beslenmesi, Ergojenik Destekler, A Grubu Destekler, Performans, Kafein.

ERGOGENIC AIDS IN SPORTS NUTRITION

Kardelen TURGUT[1] / Prof. Dr. Hacer LEVENT[2]

[1] Karamanoğlu Mehmetbey University, Faculty of Health Sciences, Department of Nutrition and Dietetics, Karaman, Türkiye, kardelentrg@gmail.com, ORCID: https://orcid.org/0009-0003-4091-7374

[2] Karamanoğlu Mehmetbey University, Faculty of Health Sciences, Department of Nutrition and Dietetics, Karaman, Türkiye, hacerlevent@kmu.edu.tr, ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7321-5577

Abstract

This study emphasizes the importance of nutrition as a fundamental requirement for maximizing optimal health and athletic performance. Group A ergogenic aids—which are scientifically proven to be effective, legally permitted, and used to enhance physical development and training efficiency—are a central focus of this study. Attention has been drawn to the growing popularity of ergogenic agents (substances that enhance performance) in the global market. Among Group A supplements, caffeine stands out as one of the most effective neurological agents. It exerts its effect by blocking adenosine receptors in the central nervous system; this reduces the perception of fatigue and increases arousal and exercise motivation. The recommended dosage of 3–6 mg/kg has positive effects on endurance and reaction time. Secondarily, carbohydrates serve as the primary energy source during exercise and directly affect intramuscular glycogen levels. High-dose (10–12 g/kg) carbohydrate loading protocols, particularly when administered before prolonged activities lasting over 90 minutes, enhance performance and optimize glycogen replenishment. Creatine monohydrate is known for its ability to enhance performance during high-intensity, short-duration efforts; physiologically, it plays a central role in cellular energy transfer by supporting the creatine/phosphocreatine energy pathway and has the potential to increase lean body mass. Beta-alanine delays lactic acid buildup and, consequently, fatigue by increasing muscle carnosine levels, which helps maintain the duration of high-intensity exercise. Sodium bicarbonate, on the other hand, neutralizes the metabolic acidosis that occurs during intense exercise, providing a fatigue-delaying effect in anaerobic sports lasting 1 to 7 minutes. Finally, the consumption of nitrate-rich foods (such as beet juice) is recognized as an ergogenic strategy, particularly among endurance athletes, due to its potential to reduce oxygen cost and increase exercise tolerance during aerobic exercise. In summary, athletes' training adaptations and competitive success are achieved not only through adequate nutrition but also through the strategic use of Group A ergogenic aids—based on this scientific foundation—with individualized dosages and proper timing.

Keywords: Sports Nutrition, Ergogenic Aids, Group A Supplements, Performance, Caffeine.

GİRİŞ

Yaşamın sürdürülebilmesi, sağlıklı büyüme ve gelişmenin desteklenmesi ve yaşam kalitesinin artırılabilmesi için besin ögelerinin vücudun gereksinimleri doğrultusunda yeterli ve dengeli miktarlarda alınması beslenme olarak tanımlanmaktadır. Bireyin optimum sağlık düzeyine ulaşması ve bu düzeyin korunabilmesi için yeterli ve dengeli beslenme temel bir gerekliliktir (Baysal, 1999).

Sporcu beslenmesi, antrenman ve müsabaka süreçlerinde optimal performansın sağlanması ve sürdürülmesi açısından büyük önem taşımaktadır (Turgut ve ark., 2014). Sporcuların fiziksel gelişimlerini desteklemeleri, antrenmanlara uyumlarını artırmaları ve sportif performanslarını en üst düzeye çıkarabilmeleri için enerji ve besin ögesi gereksinimlerini karşılayacak şekilde yeterli ve dengeli beslenmeleri gerekmektedir (Asfuroğlu, 2013).

1. ERGOJENİK DESTEK NEDİR ?

Ergojenik destekler; biyolojik enerjinin üretimi ve kullanımını artırarak egzersiz performansını olumlu yönde etkileyen, hastalık ve yaralanma riskinin azaltılmasına katkı sağlayan ve bireyin stresle başa çıkma kapasitesini destekleyen madde, araç ve uygulamalar olarak tanımlanmaktadır. Başka bir ifadeyle ergojenik destekler, sporcuların performans kapasitesini ve egzersiz verimliliğini artırmayı, egzersiz sonrasında toparlanma sürecini hızlandırmayı amaçlayan çeşitli uygulama ve teknikleri kapsamaktadır (Gençoğlu ve ark., 2021). Bu doğrultuda, sporcuların performanslarını artırmak ve toparlanma süreçlerini desteklemek amacıyla ergojenik destek ürünlerine sıklıkla başvurdukları bildirilmektedir (Koçyiğit ve ark., 2011).

Sporcuların beslenme ve ergojenik destekler konusunda yeterli bilgi ve farkındalığa sahip olmaları; kas ve kemik gelişiminin desteklenmesi, egzersiz ve müsabaka performansının optimize edilmesi ve egzersiz sonrası genel sağlık durumunun korunması açısından önem taşımaktadır (Bilgiç ve ark., 2011). Bununla birlikte, sporcuların enerji ve besin ögesi gereksinimleri; gerçekleştirilen spor dalının özelliklerinin yanı sıra aynı spor dalıyla ilgilenen sporcular arasında ve cinsiyete bağlı olarak da farklılık gösterebilmektedir. Bu nedenle, sporcuların beslenme programlarının bireysel özellikleri, sportif branşları ve fizyolojik gereksinimleri dikkate alınarak planlanması önem arz etmektedir (Altavilla ve ark., 2017).

2. SPORCU BESLENMESİNDE KULLANILAN A GRUBU ERGOJENİK DESTEKLER

Avustralya Spor Enstitüsü (Australian Institute of Sport, AIS), ergojenik destekleri bilimsel kanıt düzeylerine göre farklı kategoriler altında sınıflandırmaktadır. Bu sınıflandırmada A Grubu içerisinde yer alan ergojenik desteklerin, sporda belirli durumlarda ve uygun kullanım protokolleri çerçevesinde kullanımını destekleyen güçlü bilimsel kanıtlar bulunmaktadır (Australian Institute of Sport, 2021).

2.1 Kafein

Kafein; mate, kahve, çay, çikolata ve yeşil çay gibi çeşitli besin ve içeceklerde doğal olarak bulunan bir bileşendir. En çok tercih edilen kafein kaynağı kahvedir (Eser ve Koç, 2024). Bununla birlikte kafein, dünya genelinde en yaygın kullanılan psikoaktif maddelerden biri olarak kabul edilmektedir (Mitchell ve ark., 2014). Farmakolojik açıdan değerlendirildiğinde kafein, temel olarak adenozin reseptörlerinin güçlü bir antagonisti olarak etki göstermektedir.

Sporcularda egzersiz öncesinde vücut ağırlığı başına 3–6 mg/kg dozunda kafein tüketiminin, merkezi sinir sistemindeki adenozin reseptörlerini bloke ederek algılanan yorgunluğun azalmasına katkı sağladığı ve egzersiz sırasında uyanıklık, uyarılmışlık ve egzersiz yapma motivasyonunu artırabildiği bildirilmektedir (Yıldırım, 2023).

Kafeinin, kas hücreleri içerisindeki kalsiyum hareketliliğini artırarak kasılma kuvvetinin desteklenmesine katkı sağlayabildiği (Sinclair ve Geiger, 2000) ve yağ oksidasyonunu teşvik ederek kas glikojeninin korunmasına katkıda bulunabildiği bildirilmektedir (Ruiz-Moreno ve ark., 2021; Tarnopolsky ve ark., 1989). Bu özellikleri nedeniyle kafein, özellikle müsabaka ve egzersiz günlerinde dikkat, odaklanma ve performansın sürdürülmesini desteklemek amacıyla kullanılmaktadır. Bununla birlikte, kafein tüketiminde dozun artırılmasının her zaman

performansta ek bir artış sağlamadığı belirtilmektedir. 9 mg/kg üzeri alımı dopamin testinde pozitif sonuç verebilmektedir (Chen ve Spriet, 1991).

Kafein; dayanıklılık, kuvvet ve yüksek yoğunluklu egzersizler gibi yüksek performans gerektiren fiziksel aktivitelerde etkili ergojenik desteklerden biri olarak değerlendirilmektedir. Özellikle takım sporlarında, performansın önemli bileşenleri arasında yer alan sıçrama gücü, aralıklı egzersiz kapasitesi ve çeviklik gibi fiziksel özelliklerin geliştirilmesinde kafein kullanımının yararlı olabileceği bildirilmektedir. Kafein hızlı bir şekilde emilerek dolaşıma geçmekte ve plazma kafein düzeyleri tüketimden yaklaşık 1–2 saat sonra en yüksek seviyeye ulaşmaktadır. Bununla birlikte, kafeinin emilim hızı kullanılan forma göre değişebilmekte; kafein sakızının kapsül formundaki kafeine kıyasla daha hızlı emilebildiği bildirilmektedir (Eser ve Koç, 2024).

Kafeinin metabolizması esas olarak karaciğerde gerçekleşmekte ve bu süreçte sitokrom P450 enzim sisteminin bir parçası olan CYP1A2 enzimi önemli rol oynamaktadır (Womack ve ark., 2012). Günümüzde kafein, sporcular arasında yaygın olarak kullanılan ergojenik desteklerden biridir ve kullanım sıklığı sporcunun fiziksel özellikleri, sportif branşı ve performans düzeyine bağlı olarak değişebilmektedir. Kafeinin doping statüsü açısından değerlendirildiğinde ise Dünya Anti-Doping Ajansı (WADA) tarafından 2004 yılında yasaklı maddeler listesinden çıkarıldığı ve olası kötüye kullanımın izlenmesi amacıyla izleme programına dahil edildiği bildirilmektedir (WADA, 2022).

Sonuç olarak kafein, sportif performansın ve dayanıklılığın desteklenmesi amacıyla sporcular tarafından yaygın biçimde kullanılan bir ergojenik destektir. Bununla birlikte, kafein kullanımında tüketilen dozun yanı sıra tüketim zamanı ve kullanım sıklığı da önem taşımaktadır. Bu nedenle kafeinin performans üzerindeki olası olumlu etkilerinden yararlanabilmek için bireysel özellikler ve gerçekleştirilen egzersizin niteliği dikkate alınarak uygun doz ve zamanlama ile kullanılması önem arz etmektedir (Eser ve Koç, 2024).

2.2 Karbonhidrat

Karbonhidratlar, egzersiz ve müsabaka sırasında kullanılan temel enerji kaynaklarından biridir. Sportif performansı etkileyen önemli faktörlerden biri, kaslarda glikojen formunda depolanan karbonhidrat miktarıdır. Kaslarda depolanan glikojen, özellikle yüksek yoğunluklu ve patlayıcı güç gerektiren egzersizler ile müsabakalar sırasında hızlı bir enerji kaynağı olarak kullanılmaktadır (Rothschild ve ark., 2020; Sims ve ark., 2023).

Egzersiz ve müsabakalar sırasında azalan kas glikojen depolarının etkin bir şekilde yeniden doldurulması amacıyla sporculara yönelik beslenme programlarında karbonhidrat yükleme uygulamasından yararlanılmaktadır (Ömür ve Ersoy, 2023). Güncel karbonhidrat yükleme uygulamalarında, 90 dakikadan uzun süren egzersiz veya müsabakalar öncesindeki 36–48 saatlik dönemde vücut ağırlığı başına 10–12 g karbonhidrat tüketilmesi önerilmektedir. Bu uygulamanın, özellikle uzun süreli dayanıklılık egzersizlerinde kas glikojen depolarının artırılmasına ve buna bağlı olarak sportif performansın yaklaşık %2–3 oranında iyileştirilmesine katkı sağlayabildiği bildirilmektedir (Rothschild ve ark., 2020).

Uzun süreli egzersiz ve müsabakalar sırasında kas glikojen depolarının azalması, sportif performansın olumsuz yönde etkilenmesine neden olabilmektedir. Bu nedenle, egzersiz öncesinde karbonhidrattan zengin bir beslenme programının uygulanması ve kas glikojen depolarının artırılması, performans düşüşünün önlenmesine katkı sağlayabilmektedir. Özellikle 90 dakikadan uzun süren egzersizler öncesinde uygulanan karbonhidrat yüklemesinin kas glikojen depolarını artırarak dayanıklılık performansının desteklenmesine katkı sağladığı bildirilmektedir (Hargreaves ve ark., 2004).

Karbonhidratların egzersiz öncesindeki tüketim zamanı da performans açısından önem taşımaktadır. Egzersizden yaklaşık 2–3 saat önce karbonhidrat tüketilmesinin performans üzerinde olumlu etkiler oluşturabildiği, egzersizden hemen önceki bir saat içerisinde tüketilen karbonhidratın ise performans üzerinde belirgin bir ek fayda sağlamayabileceği bildirilmektedir. Bununla birlikte, egzersiz ve müsabaka sonrasında toparlanma

sürecinin desteklenmesi ve kas glikojen depolarının yeniden doldurulması açısından yeterli miktarda karbonhidrat tüketilmesi önemlidir. Yeterli karbonhidrat alımının sağlanması durumunda kas glikojen depolarının yaklaşık 24 saat içerisinde yeniden doldurulabileceği belirtilmektedir. Bununla birlikte, günlük karbonhidrat gereksinimi ve tüketim zamanlamasının sporcunun bireysel özellikleri, egzersizin süresi ve şiddeti ile gerçekleştirilen spor dalının gereksinimleri doğrultusunda belirlenmesi gerekmektedir (Apaydın ve ark., 2016).

Karbonhidrat gereksinimi egzersizin şiddeti ve süresine bağlı olarak farklılık göstermektedir. Orta şiddette gerçekleştirilen egzersizlerde günlük yaklaşık 7 g/kg karbonhidrat tüketimi önerilirken, orta-yüksek ve yüksek şiddetteki egzersizlerde bu miktarın 6–10 g/kg/gün düzeyinde olması önerilmektedir (Vitale ve Getzin, 2019).

2.3 Kreatin Monohidrat

Kreatin takviyesinin, özellikle yüksek yoğunluklu ve kısa süreli egzersizlerde kas gücü ve performansın artırılmasına katkı sağladığı bildirilmektedir (Hall ve ark., 2021; Wax ve ark., 2021). Fizyolojik açıdan kreatin/fosfokreatin sistemi, hücre içi enerji metabolizmasında merkezi bir role sahiptir. Bu sistem, yüksek enerji gerektiren süreçlerde adenozin trifosfatın (ATP) yeniden sentezlenmesine katkı sağlayarak hücre içerisinde enerjinin depolanması ve transferinde önemli rol oynamaktadır (Kitzenberg ve ark., 2016).

Kreatin kullanımının özellikle başlangıç döneminde kas hücrelerinde su tutulmasına bağlı olarak vücut ağırlığında artışa neden olabileceği belirtilmektedir. Bu nedenle kreatin kullanan bireylerin yeterli sıvı tüketimine dikkat etmeleri önem taşımaktadır (Yarar ve Parlak, 2024). Kreatin takviyesinin kadın ve erkek sporcularda yağsız vücut kütlesinin artırılmasına katkı sağlayabildiği; bunun yanı sıra travmatik beyin hasarı, kas distrofileri, anksiyete ve depresyon gibi çeşitli sağlık sorunlarında potansiyel yararlarının araştırıldığı bildirilmektedir (Candow ve ark., 2023).

Kreatin kullanımında yaygın olarak uygulanan yükleme protokolünde, ilk 5–7 gün boyunca günlük toplam 20 g kreatinin, 3–4 eşit doza bölünerek tüketilmesi ve ardından günlük 3–5 g düzeyinde idame dozuna geçilmesi önerilmektedir. İdame dozunun özellikle antrenman sonrasında alınması yaygın bir uygulama olmakla birlikte, kreatin kullanımının zamanlamasından ziyade düzenli günlük tüketiminin kas kreatin depolarının korunması açısından daha önemli olduğu belirtilmektedir (Mielgo ve ark., 2019).

Kreatin yalnızca takviye ürünleri aracılığıyla değil, besinler yoluyla da alınabilmektedir. Özellikle balık eti, kreatin açısından zengin doğal besin kaynakları arasında yer almaktadır (İbiş ve Yılmaz, 2006). Bununla birlikte, sporcuların enerji ve besin ögesi gereksinimleri ile ergojenik destek kullanımının bireysel özellikler ve sportif gereksinimler doğrultusunda değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu nedenle beslenme programları ve ergojenik desteklerin kullanımının, alanında uzman kişiler tarafından bireysel gereksinimler doğrultusunda planlanması önem taşımaktadır (Gençoğlu ve ark., 2021).

2.4 Beta-Alanin

Beta-alanin, vücutta sentezlenebilen non-esansiyel bir amino asit olup özellikle kırmızı ve beyaz et gibi hayvansal kaynaklı besinlerde bulunmaktadır (Bishop, 2010). Beta-alanin takviyesinin, egzersiz sırasında oluşan hidrojen iyonlarının tamponlanmasına katkı sağladığı ve bu yolla kas içi tamponlama kapasitesini geliştirdiği bildirilmektedir. Bu mekanizma sayesinde, özellikle yüksek yoğunluklu ve kısa-orta süreli egzersizlerde yorgunluğun geciktirilmesine ve fiziksel performansın desteklenmesine katkı sağlayabilmektedir (Artioli ve ark., 2010; Başoğlu ve Güneş, 2018).

Beta-alanin takviyesinin, egzersiz sırasında kas içi pH dengesinin korunmasına katkı sağlayarak egzersiz toleransını ve dayanıklılık performansını destekleyebildiği; bu etkinin özellikle ileri yaştaki bireylerde de gözlenebildiği bildirilmektedir (Stout ve ark., 2008). Beta-alanin kullanımında günlük alınan dozun birden fazla öğüne bölünerek tüketilmesi, yüksek dozlarda ortaya çıkabilen parestezi (karıncalanma) riskinin azaltılması

açısından önem taşımaktadır. Ayrıca beta-alaninin öğünlerle birlikte ve gün içerisinde bölünmüş dozlar şeklinde alınmasının kullanım toleransını artırabileceği belirtilmektedir (Stellingwerff ve ark., 2012).

Bununla birlikte, beta-alanin takviyesine ilişkin optimum yükleme ve idame dozları konusunda literatürde kesin bir görüş birliği bulunmamaktadır (Trexler ve ark., 2015).

2.5 Sodyum Bikarbonat

Yoğun ve yüksek şiddetli egzersizler sırasında metabolik asit yükünün artması ve buna bağlı olarak kan pH düzeyinin düşmesi, yorgunluğun oluşumunda rol oynayabilmektedir (Andre ve ark., 2024). Sodyum bikarbonat, egzersiz sırasında kaslardan dolaşıma geçen hidrojen iyonlarının tamponlanmasına katkı sağlamaktadır. Bu mekanizma, egzersize bağlı metabolik asidozun sınırlandırılmasına ve buna bağlı olarak kas yorgunluğunun geciktirilmesine yardımcı olabilmektedir (Grgic, 2022).

Sodyum bikarbonat takviyesinin etkisi egzersizin süresi ve yoğunluğuna bağlı olarak değişebilmektedir. Kısa süreli sprint performansı üzerinde belirgin bir etki göstermeyebileceği, buna karşın iki dakikadan uzun süren yüksek yoğunluklu anaerobik egzersizler ve tekrarlı interval egzersizlerde yorgunluğun geciktirilmesine katkı sağlayarak performansı destekleyebileceği bildirilmektedir (Barber ve ark., 2013; Durkalec ve ark., 2018).

Sodyum bikarbonatın ergojenik etkilerinden yararlanmak amacıyla sporcularda egzersizden yaklaşık 90 dakika önce vücut ağırlığı başına 0,3 g dozunda tüketilmesi önerilmektedir. Bununla birlikte, yüksek miktarlarda sodyum bikarbonat tüketimi bazı bireylerde gastrointestinal rahatsızlıklara yol açabilmektedir. Bu nedenle sporcuların önerilen doza doğrudan geçmek yerine, bireysel toleranslarının değerlendirilmesi amacıyla daha düşük deneme dozlarıyla başlamaları önerilmektedir (Aytepe ve Pehlivan, 2023).

2.6 Nitrattan Zengin Gıdalar

Nitrat takviyesi, özellikle dayanıklılık sporlarıyla ilgilenen sporcularda potansiyel bir ergojenik destek olarak değerlendirilmektedir. Yapılan çalışmalarda, nitrat takviyesinin aerobik egzersiz sırasında egzersiz toleransını artırabileceği ve oksijen tüketiminin egzersiz gereksinimine oranını azaltarak egzersizin oksijen maliyetini düşürebileceği bildirilmektedir (Porcelli ve ark., 2015; Lorenzo ve ark., 2020).

Pancar suyu, nitrat açısından zengin olması nedeniyle sporcular tarafından yaygın olarak kullanılan ergojenik desteklerden biridir. Pancar suyunun sportif performans üzerindeki etkilerinin; gerçekleştirilen spor dalı, egzersizin süresi ve yoğunluğu ile bireyin fiziksel uygunluk düzeyi gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak değişebildiği belirtilmektedir (Olsson ve ark., 2019; Forbes ve Spriet, 2022).

Takım sporlarında nitrat takviyesinin performans üzerindeki etkilerine ilişkin bulgular dayanıklılık sporlarına kıyasla daha değişken olmakla birlikte, yüksek yoğunluklu aralıklı egzersizler sonrasında toparlanma sürecini destekleyebileceği ve kısa süreli, yüksek yoğunluklu egzersizlerin tekrarlanan setleri sırasında performansın korunmasına katkı sağlayabileceği bildirilmektedir (Wylie ve ark., 2016).

KAYNAKLAR

Altavilla, G., Riela, L., Di Tore, A. P., & Raiola, G. (2017). The physical effort required from professional football players in different playing positions. *Journal of Physical Education and Sport*, *17*(3), 2007–2012.

Andre, H., Fırat, F., & Özçelik, A. (2024). Beta-alanin ve sodyum bikarbonat takviyelerinin kombine tüketiminin egzersiz performansına etkisi: Sistematik derleme. *Uluslararası Bozok Spor Bilimleri Dergisi*, *5*(3), 34–52.

Apaydın, A. H., & Yıldız, Y. (2016). Sporcularda karbonhidrat tüketimi nasıl olmalı. *Türkiye Klinikleri Spor Hekimliği Dergisi-Özel Konular*, *2*(3), 1–7.

Artioli, G. G., Gualano, B., Smith, A., Stout, J., & Lancha, A. H., Jr. (2010). Role of beta-alanine supplementation on muscle carnosine and exercise performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *42*(6), 1162–1173.

Asfuroğlu, Y. (2013). *Sporcularda sıvı tüketimi vücut bileşimi ve beslenme durumu arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi* [Yüksek lisans tezi, İstanbul Bilim Üniversitesi]. İstanbul Bilim Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.

Australian Institute of Sport. (2024). *Group A supplements*. https://www.ausport.gov.au/ais/nutrition/supplements/group_a

Aytepe, H., & Pehlivan, A. (2023). Kürek sporcularında beslenme ve ergojenik destek: Geleneksel derleme. *Turkiye Klinikleri Journal of Sports Sciences*, *15*(2), 323–330.

Barber, J. J., McDermott, A. Y., McGaughey, K. J., Olmstead, J. D., & Hagobian, T. A. (2013). Effects of combined creatine and sodium bicarbonate supplementation on repeated sprint performance in trained men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *27*(1), 252–258.

Başoğlu, İ. A., & Güneş, F. E. (2018). Ergogenic effects of β-alanine supplementation on sports. *Turkiye Klinikleri Journal of Sports Sciences*, *10*(1), 54–62.

Baysal, A. (1999). Beslenme, Hatipoğlu Yayıncılık.

Bilgiç, P., Hamamcılar, O., & Bilgiç, C. (2011). Sporcuların beslenme bilgi ve uygulamaları. *Beslenme ve Diyet Dergisi*, *39*(1-2), 37–45.

Bishop, D. (2010). Dietary supplements and team-sport performance. *Sports Medicine*, *40*(12), 995–1017.

Candow, D. G., Forbes, S. C., Ostojic, S. M., Prokopidis, K., Stock, M. S., Harmon, K. K., & Faulkner, P. (2023). "Heads up" for creatine supplementation and its potential applications for brain health and function. *Sports Medicine*, *53*(1), 49–65.

Cheng, I. S., Wang, Y. W., Chen, I. F., Hsu, G. S., Hsueh, C. F., & Chang, C. K. (2016). The supplementation of branched-chain amino acids, arginine, and citrulline improves endurance exercise performance in two consecutive days. *Journal of Sports Science & Medicine*, *15*(3), 509–515.

Durkalec-Michalski, K., Zawieja, E. E., Podgórski, T., Zawieja, B. E., Michałowska, P., Łoniewski, I., & Jeszka, J. (2018). The effect of a new sodium bicarbonate loading regimen on anaerobic capacity and wrestling performance. *Nutrients*, *10*(6), Article 697.

Eser, B., & Koç, N. (2020). Sporcularda ergojenik destek. *Göbeklitepe Eğitim ve Spor Bilimleri Dergisi*, *3*(2), 75–97.

Forbes, S. C., Peter, A., & Spriet, L. L. (2022). Potential effect of beetroot juice supplementation on exercise economy in well-trained females. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, *47*(1), 106–109.

Gençoğlu, C., Demir, S. N., & Demircan, F. (2021). Sporda beslenme ve ergojenik destek ürünleri: Bir geleneksel derleme. *Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, *23*(4), 56–99.

Graham, T., & Spriet, L. (1991). Performance and metabolic responses to a high caffeine dose during prolonged exercise. *Journal of Applied Physiology*, *71*(6), 2292–2298.

Grandjean, A. C., & Campbell, S. M. (2004). *Hydration: Fluids for life*. ILSI North America Monograph Series.

Grgic, J. (2022). Effects of sodium bicarbonate ingestion on measures of Wingate test performance: A meta-analysis. *Journal of the American Nutrition Association*, *41*(1), 1–10.

Hall, M., Manetta, E., & Tupper, K. (2021). Creatine supplementation: An update. *Current Sports Medicine Reports*, *20*(7), 338–344.

Hargreaves, M., Hawley, J. A., & Jeukendrup, A. (2004). Pre-exercise carbohydrate and fat ingestion: Effects on metabolism and performance. *Journal of Sports Sciences*, *22*(1), 31–38.

İbiş, S., & Yılmaz, G. (2006). Kreatinin sportif performansa etkileri. *Spor ve Tıp Dergisi*, *14*(3), 99–102.

Kitzenberg, D., Colgan, S. P., & Glover, L. E. (2016). Creatine kinase in ischemic and inflammatory disorders. *Clinical and Translational Medicine*, *5*(1), Article 31.

Koçyiğit, Y., Aksak, M. C., Atamer, Y., & Aktaş, A. (2011). Futbolcu ve basketbolcularda akut egzersiz ve C vitamininin karaciğer enzimleri ve plazma lipid düzeylerine etkisi. *Journal of Clinical and Experimental Investigations*, *2*(1), 38–43.

Lorenzo Calvo, J., Alorda-Capó, F., Pareja-Galeano, H., & Jiménez, S. L. (2020). Influence of nitrate supplementation on endurance cyclic sports performance: A systematic review. *Nutrients*, *12*(6), Article 1796.

Mielgo-Ayuso, J., Calleja-González, J., Marqués-Jiménez, D., Caballero-García, A., Córdova, A., & Fernández-Lázaro, D. (2019). Effects of creatine supplementation on athletic performance in soccer players: A systematic review and meta-analysis. *Nutrients*, *11*(4), Article 757.

Mitchell, D. C., Knight, C. A., Hockenberry, J., Teplansky, R., & Hartman, T. J. (2014). Beverage caffeine intakes in the U.S. *Food and Chemical Toxicology*, *63*, 136–142.

Olsson, H., Al-Saadi, J., Oehler, D., Pergolizzi, J., & Magnusson, P. (2019). Physiological effects of beetroot in athletes and patients. *Cureus*, *11*(12), Article e6482.

Ömür, S., & Ersoy, G. (2023). Sporcuların enerji ve besin ögesi gereksinimleri: Sistematik bir inceleme. *Spor ve Rekreasyon Araştırmaları Dergisi*, *5*(2), 72–95.

Porcelli, S., Ramaglia, M., Bellistri, G., Pavei, G., Pugliese, L., Montorsi, M., Rasica, L., & Marzorati, M. (2015). Aerobic fitness affects the exercise performance responses to nitrate supplementation. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *47*(8), 1643–1651.

Rothschild, J. A., Kilding, A. E., & Plews, D. J. (2020). What should I eat before exercise? Pre-exercise nutrition and the response to endurance exercise: Current prospective and future directions. *Nutrients*, *12*(11), Article 3473.

Ruiz-Moreno, C., Gutierrez-Hellin, J., Amaro-Gahete, F. J., Gonzalez-Garcia, J., Giraldez-Costas, V., Perez-Garcia, V., & Del Coso, J. (2021). Caffeine increases whole-body fat oxidation during 1 h of cycling at Fatmax. *European Journal of Nutrition*, *60*(4), 2077–2085.

Sims, S. T., Kerksick, C. M., Smith-Ryan, A. E., Janse de Jonge, X. A. K., Hirsch, K. R., Arent, S. M., ... Antonio, J. (2023). International society of sports nutrition position stand: Nutritional concerns of the female athlete. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, *20*(1), Article 2204066.

Sinclair, C., & Geiger, J. (2000). Caffeine use in sports: A pharmacological review. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, *40*(1), 71–79.

Stellingwerff, T., Anwander, H., Egger, A., Buehler, T., Kreis, R., Decombaz, J., & Boesch, C. (2012). Effect of two β-alanine dosing protocols on muscle carnosine synthesis and washout. *Amino Acids*, *42*(6), 2461–2472.

Stout, J. R., Graves, B. S., Smith, A. E., Hartman, M. J., Cramer, J. T., Beck, T. W., & Harris, R. C. (2008). The effect of beta-alanine supplementation on neuromuscular fatigue in elderly (55–92 years): A double-blind randomized study. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, *5*(1), Article 21.

Tarnopolsky, M. A., MacDougall, J. D., & Atkinson, S. A. (1988). Influence of protein intake and training status on nitrogen balance and lean body mass. *Journal of Applied Physiology*, *64*(1), 187–193. https://doi.org/10.1152/jappl.1988.64.1.187

Trexler, E. T., Smith-Ryan, A. E., Stout, J. R., Hoffman, J. R., Wilborn, C. D., Sale, C., ... Antonio, J. (2015). International society of sports nutrition position stand: Beta-Alanine. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, *12*(1), Article 30.

Turgut, M., Argun, B., Sarıkaya, M., & Çınar, V. (2014). 17–18 Yaşlarındaki yüzme sporu yapan sporcuların beslenme alışkanlıklarının değerlendirilmesi. *International Journal of Science Culture and Sport*, *2*(8), 242–254.

Vitale, K., & Getzin, A. (2019). Nutrition and supplement update for the endurance athlete: Review and recommendations. *Nutrients*, *11*(6), Article 1289.

Wax, B., Kerksick, C. M., Jagim, A. R., Mayo, J. J., Lyons, B. C., & Kreider, R. B. (2021). Creatine for exercise and sports performance, with recovery considerations for healthy populations. *Nutrients*, *13*(6), Article 1915.

Womack, C. J., Saunders, M. J., Bechtel, M. K., Bolton, D. J., Martin, M., Luden, N. D., Dunham, W., & Hancock, M. (2012). The influence of a CYP1A2 polymorphism on the ergogenic effects of caffeine. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, *9*(1), Article 7.

World Anti-Doping Agency. (2024). *World Anti-Doping Code and prohibited list*. https://www.wada-ama.org

Wylie, L. J., Bailey, S. J., Kelly, J., Blackwell, J. R., Vanhatalo, A., & Jones, A. M. (2016). Influence of beetroot juice supplementation on intermittent exercise performance. *European Journal of Applied Physiology*, *116*(2), 415–425.

Yarar, M. N., & Parlak, E. (2024). Kreatinin sporcular üzerindeki etkisi. *Toros Üniversitesi Gıda, Beslenme ve Gastronomi Dergisi*, *3*(2), 197–204.

Yıldırım, U. C. (2023). Kafein ve sportif performans. *Egzersiz ve Spor Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, *3*(1), 1–13.

EPİLEPSİ HASTALIĞI VE DİYET TEDAVİSİ

Emine Baş[1]/Prof. Dr. Hacer LEVENT[2]

1 Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Karaman, Türkiye, , ebas3407@gmail.com, https://orcid.org/0009-0009-5114-9554

2 Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Karaman, Türkiye, hacerlevent@kmu.edu.tr, ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7321-5577

Özet

Bu çalışmada, epilepsi hastalığının tanımı, yaşam kalitesine etkileri ve beslenme tedavilerindeki güncel yaklaşımlar özetlenmektedir. Epilepsi, kortikal nöronlarda anormal elektriksel deşarj sonucu ortaya çıkan tekrarlayıcı nöbetlerle karakterize kronik bir hastalıktır. Hastalarda depresyon, anksiyete, sosyal izolasyon, eğitim başarısında düşüş ve yaşam kalitesinde azalma sık görülmektedir. Tedaviye uyum; hastalık, hasta özellikleri ve sağlık sistemiyle ilişkili faktörlerden etkilenmektedir. Cerrahi girişimler bazı bireylerde nöbet kontrolünü artırsa da beslenme tedavileri özellikle dirençli epilepsi için umut verici bir yaklaşım olarak öne çıkmaktadır. Beslenme açısından epilepsi hastalarında obezite ve komorbiditeler sık görülmekte, omega-3 yağ asitleri gibi fonksiyonel besinlerin nöbet kontrolünde faydalı olabileceği belirtilmektedir. En çok araştırılan yöntem ketojenik diyet olup, karbonhidratı minimuma indirerek enerjiyi yağlardan sağlayan ve ketozisi indükleyen bir beslenme modelidir. Klasik ketojenik diyetin yanı sıra modifiye Atkins, orta zincirli trigliserit diyeti ve düşük glisemik indeks tedavisi gibi türleri bulunmaktadır. Bu diyetler özellikle ilaçlara dirençli epilepside etkilidir. Ketojenik diyetin uygulanmasında vitamin ve mineral takviyeleri (B grubu, D vitamini, kalsiyum, çinko, selenyum) gerekebilir. Yan etkiler arasında hipoglisemi, kusma, dehidratasyon ve uzun vadede böbrek taşı, büyüme geriliği ve gastrointestinal sorunlar yer almaktadır. Modifiye Atkins diyeti daha iyi tolere edilse de dislipidemi ve kilo kaybı gibi riskler taşımaktadır. Güncel çalışmalar, ketojenik ve modifiye diyetlerin nöbet sıklığını %50'den fazla azaltabildiğini göstermektedir. Sonuç olarak, diyet tedavisi ilaçlarla kontrol sağlanamayan epilepsi hastaları için önemli bir seçenek olup, profesyonel destek ve klinik takip ile uygulanmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Epilepsi, ketojenik diyet, beslenme tedavisi, dirençli epilepsi, glisemik indeks

EPILEPSY AND DIET THERAPY

Emine BAŞ1/Prof. Dr. Hacer LEVENT2

[1] Karamanoğlu Mehmetbey University, Faculty of Health Sciences, Department of Nutrition and Dietetics, Karaman, Türkiye,ebas3407@gmail.com, https://orcid.org/0009-0009-5114-9554

[2] Karamanoğlu Mehmetbey University, Faculty of Health Sciences, Department of Nutrition and Dietetics, Karaman, Türkiye, hacerlevent@kmu.edu.tr, ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7321-5577

Abstract

This study summarizes the definition of epilepsy, its effects on quality of life, and current approaches to nutritional therapy. Epilepsy is a chronic disorder characterized by recurrent seizures resulting from abnormal electrical discharges in cortical neurons. Depression, anxiety, social isolation, a decline in academic performance, and reduced quality of life are frequently observed in patients. Treatment adherence is influenced by factors related to the disease, patient characteristics, and the healthcare system. While surgical interventions improve seizure control in some individuals, nutritional therapies stand out as a promising approach, particularly for drug-resistant epilepsy. From a nutritional perspective, obesity and comorbidities are common in epilepsy patients, and functional nutrients—such as omega-3 fatty acids—are suggested to be beneficial for seizure control. The most extensively studied method is the ketogenic diet, a nutritional model that minimizes carbohydrate intake, derives energy from fats, and induces ketosis. In addition to the classic ketogenic diet, there are variants such as the modified Atkins diet, the medium-chain triglyceride (MCT) diet, and the low glycemic index treatment. These diets are particularly effective in cases of drug-resistant epilepsy. Vitamin and mineral supplementation (B-group vitamins, vitamin D, calcium, zinc, selenium) may be required during the implementation of the ketogenic diet. Potential side effects include hypoglycemia, vomiting, and dehydration, as well as long-term complications such as kidney stones, growth retardation, and gastrointestinal issues. Although the modified Atkins diet is better tolerated, it carries risks such as dyslipidemia and weight loss. Current studies indicate that ketogenic and modified diets can reduce seizure frequency by more than 50%. In conclusion, dietary therapy represents a significant option for epilepsy patients whose seizures cannot be controlled by medication and should be implemented with professional support and clinical monitoring.

Keywords: Epilepsy, ketogenic diet, nutritional therapy, resistant epilepsy, glycemic index

1. EPİLEPSİ HASTALIĞI NEDİR?

Epilepsi; kortikal nöronlarda meydana gelen anormal ve aşırı elektriksel deşarjlar sonucunda ortaya çıkan, ani başlangıçlı ve tekrarlayıcı epileptik nöbetlerle karakterize nörolojik bir durumdur. Akut semptomatik nöbetler ise santral sinir sisteminde meydana gelen akut bir hasar veya hastalıkla zamansal olarak ilişkili olarak ortaya çıkan, genellikle tekrarlamayan nöbetlerdir (Günbey ve Turanlı, 2022).

Bu nöbetler, hastalığın başlangıcında görülebilen ve kısa süreli tedavi gerektiren kompleks fokal nöbetleri ya da antiepileptik tedavi gerektirmeyen status epileptikus ve tonik-klonik nöbetleri içerebilir. Bununla birlikte, bazı durumlarda akut semptomatik nöbetlerin ilerleyen dönemlerde epilepsi gelişme riskini artırabileceği bildirilmektedir. Epilepsinin insidansının yılda 20–50/100.000 kişi arasında değiştiği ve bu oranın toplumların özelliklerine göre farklılık gösterebildiği belirtilmektedir (Akdağ ve ark., 2016).

Epilepsi tedavisine uyumu etkileyen çok sayıda faktör bulunmaktadır. Bu faktörler; tedavi ve hastalıkla ilişkili faktörler, hastaya ilişkin faktörler ile sağlık sistemi ve sağlık ekibiyle ilişkili faktörler olmak üzere sınıflandırılabilir. Tedaviye uyum göstermeyen bireylerde nöbet geçirme olasılığının yanı sıra sağlık bakım maliyetlerinin ve sağlık hizmetlerinden yararlanma sıklığının da arttığı bildirilmektedir (Yel ve Karadakovan, 2021).

2. EPİLEPSİ İLE YAŞAM

Epilepsili bireylerde nöbetlere bağlı fiziksel sağlık sorunlarında artışın yanı sıra kazalar, depresyon ve anksiyete gibi psikolojik sorunlar da görülebilmektedir. Bununla birlikte epilepsi; bireylerde ümitsizlik, benlik saygısında azalma, cinsel işlevlere ilişkin sorunlar, saldırganlık, işsizlik ve eğitim başarısında düşüş gibi çeşitli sosyal ve psikolojik sonuçlara yol açabilmekte ve yaşam kalitesini olumsuz etkileyebilmektedir. Epilepsili bireylerle yapılan çalışmalarda, bu bireylerin yaşam kalitesinin genel popülasyona kıyasla daha düşük olduğu gösterilmiştir (Karaca ve Durna, 2018).

Epilepside yaşam kalitesinin düşmesine neden olan faktörler arasında bilişsel ve psikiyatrik bozukluklar önemli bir yer tutmaktadır. Bunun yanı sıra, tekrarlayan nöbetler de yaşam kalitesini olumsuz etkileyen önemli faktörlerden biridir. Epilepsili bireylerin özgürlüklerini ve sağlıklarını geri dönüşü olmayacak şekilde kaybedeceklerine ilişkin düşünceleri, ölüm korkusu ve hastalığın kronik seyri, kronik veya akut strese neden olabilmektedir. Yapılan çalışmalarda, epilepside nöbetler ile stres arasında bir ilişki olduğu gösterilmiştir. Hastalığın öngörülemezliği ve beraberinde getirdiği belirsizlikler, bireylerin çeşitli psikolojik ve sosyolojik sorunlar yaşamasına neden olabilmektedir. Bunun yanı sıra akademik başarının düşmesi, hastalığın kronik yapısı, toplumdaki olumsuz tutum ve davranışlar ile yetersiz aile desteği de epilepsili bireylerin yaşam kalitesini etkileyen diğer önemli faktörler arasında yer almaktadır (Coşar, 2016).

Epilepsili bireylerde sıklıkla görülen psikososyal sorunlar arasında sosyal uyum güçlüğü, sosyal izolasyon, okul performansında düşüş, iş bulma güçlüğü, sosyal ilişkilerde azalma, evlilik yaşamında bozulma ve benlik saygısında azalma yer almaktadır. Epilepsi yalnızca bireyin yaşamını değil, aynı zamanda ailesinin yaşamını da olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Çocuklarına epilepsi tanısı konulmasını kabullenmek aileler açısından güç olabilmekte ve bu durum aile üyelerinde önemli düzeyde psikolojik stres oluşturabilmektedir. Epilepsinin öngörülemeyen ve belirsiz doğası, antikonvülzan ilaçların yan etkileri, hastalığın prognozuna ilişkin belirsizlikler ve beyin işlevlerinde meydana gelebilecek bozulmaların bireyin gelecekteki yaşamını etkileyebileceğine yönelik kaygılar, ailelerde psikolojik yük ve strese neden olabilmektedir. Epilepsinin etkileri yalnızca birey ve ailesiyle sınırlı kalmayıp, bireyin içinde bulunduğu sosyal çevreyle de ilişkilidir. Toplumda epilepsili bireylere yönelik sosyal damgalama, önyargılar, olumsuz sosyal tutum ve davranışlar ile ayrımcılık, hastalığın kendisinden bağımsız olarak birey üzerinde önemli bir psikososyal yük oluşturabilmektedir (Görgülü ve Fesci, 2011).

Yaşamı olumsuz etkileyen sosyal damgalama, tarih boyunca hastalıklarla birlikte varlığını sürdürmüş ve epilepsiye yönelik damgalamanın, nöbet geçirmenin kendisinden dahi daha olumsuz algılanabildiği belirtilmiştir.

Bu nedenle epilepsili bireyler ve aileleri, hastalığı çevrelerinden gizleme gereksinimi duyabilmektedir. Depresyon, epilepsili bireylerde sık görülen psikiyatrik sorunlardan biri olmakla birlikte, uyku bozuklukları açısından da önemli bir risk faktörüdür. Bunun yanı sıra kaygı, uyku kalitesinde bozulma ve depresyonun, intihar düşüncesi ve intihar riski ile ilişkili olabileceği bildirilmektedir. İlaç tedavisine dirençli epilepsisi bulunan bireylerde cerrahi tedavi seçenekleri değerlendirilebilmektedir. Araştırmalar, epilepsi cerrahisi uygulanan bireylerde nöbet kontrolünün belirgin düzeyde iyileştiğini, antiepileptik ilaç kullanımının azalabildiğini, sosyal katılımın arttığını ve psikiyatrik belirtilerde gerileme görülebildiğini ortaya koymaktadır. Bu gelişmelerin sonucunda bireylerin yaşam kalitesinde de artış sağlanabildiği bildirilmektedir (Gümüşyayla ve Vural, 2018).

Sonuç olarak toplumun, sağlık profesyonellerinin, bireylerin yakınlarının ve ailelerinin epilepsili bireylerin yaşadığı sorunları tanıması ve bu sorunlarla başa çıkma yöntemleri konusunda bilgi sahibi olması önem taşımaktadır. Sağlık çalışanlarının, epilepsili yetişkin bireylerin hastalıkla ilgili bilgi düzeylerini ve tedaviye uyumlarını etkileyen faktörleri değerlendirmeleri; bireylerin hastalığı algılama biçimlerini ve aile gereksinimlerini belirleyerek bakım ve danışmanlık süreçlerini bu doğrultuda planlamaları gerekmektedir. Yaşam kalitesinin artırılması ve psikososyal sorunların azaltılması amacıyla epilepsili bireyler, sağlık çalışanları ve aileler arasında etkili iletişim ve iş birliğinin sağlanması önemlidir (Özer ve Bölüktaş, 2017).

3. EPİLEPSİDE BESLENME ÖZELLİKLERİ

Epilepside uygulanan diyet kısıtlamaları ve antiepileptik ilaçların kullanımı, bireylerin beslenme durumunu etkileyebilmektedir. Antiepileptik ilaç kullanımına bağlı kilo artışı, bireylerin beden algısını ve özgüvenini olumsuz yönde etkileyebilmekte; özellikle ergenlik dönemindeki bireylerde tedaviye uyumun azalmasına, tedavinin yarıda bırakılmasına veya önerilen tedavi rejiminin uygulanamamasına neden olabilmektedir. Epilepsi tanısı konulan bireylerin beslenme durumlarının ve besin tüketimlerinin değerlendirilmesinin önemli olduğu; bu bireylerde obezite ve aşırı kiloya bağlı komorbiditelerin daha sık görülebildiği yapılan araştırmalarda vurgulanmaktadır (Bayram ve ark., 2020).

Epilepsili bireylerde nöbetlerin kontrol altına alınmasında beslenmenin önemli bir rolü olduğu düşünülmekte ve bu doğrultuda çeşitli beslenme yaklaşımları uygulanmaktadır. Vücutta yeterli düzeyde sentezlenemeyen esansiyel omega-3 yağ asitlerinin besinler yoluyla veya gerektiğinde takviye olarak alınması önerilebilmektedir. Omega-3 yağ asitlerinin kalp ritmindeki düzensizlikleri azaltarak epileptik nöbetlerin kontrolüne katkı sağlayabileceği düşünülmektedir (Kim ve Cho, 2019).

Epilepsi tedavisinde mevcut farmakolojik seçeneklerin bazı bireylerde yetersiz kalabilmesi ve hastalığın temel nedenini tamamen ortadan kaldırmaması, beslenme tedavilerini alternatif veya tamamlayıcı bir yaklaşım olarak gündeme getirmektedir. Beslenme tedavilerinin yan etkileri çoğunlukla hafif ve yönetilebilir düzeyde olmakla birlikte, bireysel özelliklere göre değişiklik gösterebilmektedir. Özellikle ketojenik diyetin farklı yaş gruplarında ve çeşitli nöbet tiplerine sahip bireylerde nöbet kontrolünün sağlanmasına katkıda bulunabildiği ve tedaviye dirençli epilepsi olgularında etkili bir beslenme tedavisi seçeneği olabileceği bildirilmektedir (Sancheti ve ark., 2013).

4. EPİLEPSİ HASTALARINDA KETOJENİK DİYET TEDAVİSİ

4.1. Ketojenik Diyet Nedir?

Ketojenik diyet; karbonhidrat içeriği oldukça düşük, enerjinin büyük bölümünün yağlardan, orta düzeyde bir bölümünün ise proteinlerden sağlandığı bir beslenme modelidir. Ketojenik diyet olarak adlandırılmasının nedeni, karbonhidrat alımının kısıtlanması sonucunda vücudun enerji kaynağı olarak yağları kullanmaya başlaması ve yağ asitlerinin parçalanması sonucunda keton cisimlerinin oluşmasıdır. Bu metabolik durum literatürde ketoz veya ketozis olarak ifade edilmektedir (Perçinci, 2026).

Normal koşullarda vücut, temel metabolik yakıt olarak karbonhidratlardan elde edilen glikozu kullanmaktadır. Günlük karbonhidrat alımının yaklaşık 50 gram veya daha düşük düzeylere indirilmesi durumunda ise glikojen depolarının azalmasıyla birlikte vücut, kan glikoz düzeyini sürdürmek amacıyla öncelikle karaciğerde glukoneogenez yoluyla endojen glikoz sentezini artırmaktadır. Karbonhidrat kısıtlamasının yaklaşık 24–48 saat sürmesiyle birlikte glikojen depolarının önemli ölçüde azalması sonucunda yağ asitlerinin oksidasyonu artmakta ve karaciğerde keton cisimleri üretilmektedir. Keton cisimleri daha sonra enerji kaynağı olarak çeşitli dokular tarafından kullanılmaktadır (İşçi ve Kaplan, 2023).

Literatürde epilepsi tedavisinde kullanılan beş farklı ketojenik diyet yaklaşımından söz edilmektedir. Bunlar; klasik ketojenik diyet, modifiye ketojenik diyet, orta zincirli trigliserit (MCT) diyeti, düşük glisemik indeks tedavisi ve modifiye Atkins diyetidir. Genel olarak ketojenik diyet, günlük enerji gereksiniminin yaklaşık %20–25'inin proteinlerden, %65–80'inin yağlardan ve %5–10'unun karbonhidratlardan karşılandığı bir beslenme modelidir. Ketojenik diyet uygulamasında makro besin ögelerinin dağılımının yanı sıra yeterli hidrasyonun sağlanması, elektrolit dengesinin korunması, gerekli durumlarda besin takviyelerinin kullanılması ve uygun düzeyde fiziksel aktivitenin sürdürülmesi de önem taşımaktadır (Akbay, 2021).

4.2. Epilepside Ketojenik Beslenme

Ketojenik diyet, en az iki antiepileptik ilacın uygun doz ve sürede kullanılmasına rağmen yeterli nöbet kontrolünün sağlanamadığı ve ilaç tedavisine dirençli olarak değerlendirilen epilepsi olgularında kullanılan tamamlayıcı bir tedavi seçeneğidir. Ketojenik diyetin temel amacı, açlık durumunda olduğu gibi ketozis oluşturmak ve bu metabolik durum aracılığıyla antiepileptik etki sağlamaktır. Yapılan çalışmalarda, bireyin yaşı ve cinsiyetinin ketojenik diyetin etkinliği üzerinde belirgin bir farklılık oluşturmadığı bildirilmektedir (Çetin ve ark., 2013).

Klasik ketojenik diyet, yüksek yağ ve düşük karbonhidrat içeriği nedeniyle uygulanması ve günlük beslenme alışkanlıklarına uyum sağlanması güç bir diyet programıdır. Ketojenik diyetin özellikle bazı epilepsi tablolarında yararlı olabileceği bildirilmektedir. Bu durumlar arasında glukoz taşıyıcı tip 1 (GLUT-1) eksikliği, miyoklonik-astatik epilepsi, tuberoskleroz kompleksi, Rett sendromu ve çocukluk çağında görülen ağır miyoklonik epilepsi gibi sendromlar yer almaktadır. Ayrıca yalnızca mama ile beslenen çocuklarda da ketojenik diyetin uygulanmasının nöbet kontrolü açısından yararlı olabileceği belirtilmektedir (Topuz, 2018).

Klasik ketojenik diyetin uygulanmasının, izlenmesinin ve bireylere öğretilmesinin güç olması nedeniyle, daha az kısıtlama içeren alternatif ketojenik diyet yaklaşımları geliştirilmiştir. Bunlardan biri olan modifiye Atkins diyeti (MAD), açlık gerektirmemesi ve enerji, sıvı veya protein alımında belirgin bir kısıtlama uygulanmaması gibi avantajlara sahiptir. Yapılan çalışmalarda, modifiye Atkins diyetinin klasik ketojenik diyete kıyasla daha iyi tolere edilebildiği gösterilmiştir. Bununla birlikte, dislipidemi, ağırlık kaybı ve gastrointestinal rahatsızlıklar gibi bazı yan etkilerin ortaya çıkabileceği bildirilmektedir. Ayrıca modifiye Atkins diyetinin besinlerin lezzeti ve günlük beslenme alışkanlıklarına uyumu açısından daha kabul edilebilir olduğu ve çocuklarda ilaca dirençli epilepsinin tedavisinde klasik ketojenik diyet kadar etkili olabileceği belirtilmektedir (Şener ve Akbulut, 2021).

Ketojenik diyet uygulanan bireylerde, günlük beslenme gereksinimlerinin karşılanması ve mineral dengesinin sağlanması amacıyla uygun besin takviyelerinin kullanılması gerekebilmektedir. Ketojenik diyette meyve, sebze, kalsiyum içeren besinler ve zenginleştirilmiş tahılların tüketiminin kısıtlı olması, bazı vitamin ve mineral yetersizlikleri açısından risk oluşturabilmektedir. Özellikle B grubu vitaminlerin yeterli düzeyde alınamaması durumunda takviye kullanımına gereksinim duyulabilir. Bunun yanı sıra, klasik ketojenik diyet uygulanan bireylerde D vitamini ve kalsiyum alımının yetersiz olabilmesi nedeniyle bu besin ögelerinin takviye edilmesi gerekebilmektedir. Kullanılan besin takviyelerinin ise ketojenik diyetin metabolik özelliklerini olumsuz etkilememesi amacıyla karbonhidrat içeriğinin çok düşük veya karbonhidrat içermeyen ürünlerden seçilmesi önerilmektedir (Uyar ve Şanlıer, 2018).

Ketojenik diyetin başlangıç döneminde hipoglisemi, kusma ve dehidratasyon gibi yan etkiler sıklıkla görülebilmektedir. Dehidratasyonun önlenmesi amacıyla bireyin sıvı alımının düzenli olarak izlenmesi ve gerekli durumlarda dekstroz içermeyen intravenöz sıvı desteğinin sağlanması gerekebilmektedir. Ayrıca kan glukoz düzeyinin düzenli olarak takip edilmesi önem taşımaktadır. Uzun süreli ketojenik diyet uygulamalarında ise böbrek taşı oluşumu, kardiyomiyopati, deride morarma, büyüme geriliği, D vitamini eksikliği, konstipasyon ve reflü gibi çeşitli komplikasyonların görülme riski bulunmaktadır (Öztürk ve Köken, 2023).

Ketojenik diyetin diğer olası yan etkileri arasında hipokalsemi, hiperürisemi, amino asit düzeylerinde azalma, hipomagnezemi ve metabolik asidoz yer almaktadır. Gastrointestinal yan etkiler arasında ise karın ağrısı, diyare, konstipasyon ve kusma bulunmaktadır. Bu gastrointestinal semptomların çocukların yaklaşık %12–50'sinde görülebileceği bildirilmektedir. Ketojenik diyetin yüksek yağ içeriğinin gastrik boşalmayı geciktirerek kusmaya neden olabileceği düşünülmektedir. Ketojenik diyetin çocukların büyümesi üzerindeki etkilerine ilişkin bulgular ise çelişkilidir. Bununla birlikte, yapılan bir çalışmada çocukların %86'sında büyüme hızında yavaşlama gözlendiği bildirilmiştir (Ünalp, 2017).

4.3. Düşük Glisemik İndeksli Diyet Tedavisi

Glisemik indeks (GI), karbonhidrat içeren bir besinin tüketilmesinin ardından kan glukoz düzeyinde meydana getirdiği artışın, referans olarak alınan bir besinin oluşturduğu yanıtla karşılaştırılması yoluyla belirlenen bir ölçüttür. Düşük glisemik indeksli besinlerin tüketilmesi, kan glukoz düzeyinin daha yavaş ve kontrollü bir şekilde yükselmesini sağlar. Bu durum, insülin yanıtının daha dengeli olmasına ve tokluk hissinin daha uzun süre devam etmesine katkıda bulunabilir. Buna karşılık, yüksek glisemik indeksli besinlerin tüketilmesi kan glukoz düzeyinin hızlı bir şekilde yükselmesine neden olabilir ve uzun vadede çeşitli metabolik olumsuzluklarla ilişkilendirilebilir (Mızrak, 2016).

Ketojenik diyete alternatif olarak geliştirilen beslenme tedavileri, özellikle tedaviye uyumun düşük olduğu adölesan dönemde tercih edilebilmektedir. Bununla birlikte, davranışsal sorunları bulunan veya diyetten yarar görmesine rağmen tedaviye uyumunun azalması nedeniyle yeterli nöbet kontrolü sağlanamayan çocuklarda da bu alternatif beslenme yaklaşımlarından yararlanılabilmektedir. Düşük glisemik indeks tedavisi (LGIT), kan glukoz düzeyini düşük ve mümkün olduğunca sabit bir aralıkta tutmayı amaçlayarak epileptik nöbetlerin kontrolüne katkı sağlamaktadır. Klasik diyet ile karşılaştırıldığında LGIT'de karbonhidrat ve protein alımına daha fazla izin verilmektedir. Bu yaklaşımda karbonhidratlar günlük enerjinin yaklaşık %10'unu, proteinler ise %25'ini oluşturmaktadır (Ilgaz ve ark., 2019).

Düşük glisemik indeks tedavisinde (LGIT) başlangıç aşamasında günlük karbonhidrat alımı 40–60 g ile sınırlandırılmakta; buna karşılık yağ ve protein alımına yönelik belirgin bir kısıtlama uygulanmamaktadır. Tedavinin uygulanması için açlık koşulu gerekmemekte, hastaneye yatış veya enerji kısıtlamasına da ihtiyaç duyulmamaktadır. Bununla birlikte, LGIT ile klasik ketojenik diyete kıyasla daha düşük düzeyde ketozis oluşmaktadır (Şener ve Akbulut, 2021).

Nöbet sıklığındaki azalma oranları karşılaştırıldığında, klasik ketojenik diyet uygulanan bireylerde %66, modifiye Atkins diyetinde %45 ve düşük glisemik indeks tedavisinde %54 oranında azalma bildirildiği görülmektedir. Yapılan çalışmalarda, düşük glisemik indeks tedavisinin yan etkiler ve nöbet sıklığındaki azalma açısından değerlendirildiğinde, klasik ketojenik diyet ve modifiye Atkins diyetine kıyasla daha dengeli bir tedavi yaklaşımı olabileceği belirtilmiştir (Öztürk ve Köken, 2023).

Düşük glisemik indeks tedavisinde karbonhidrat kaynaklarının seçiminde glisemik indeksi düşük (<50) olan besinlerin tercih edilmesi gerekmektedir. Bu doğrultuda, patates ve turunçgiller yerine çilek; beyaz ekmek yerine ise tam tahıllı ekmek gibi glisemik indeksi daha düşük besinlerin tüketilmesi önerilmektedir. Besinlerin miktarına yönelik katı bir kısıtlama bulunmamakta, vitamin ve mineral takviyeleri ise bireyin gereksinimleri doğrultusunda

uygulanmaktadır. Ketozis düzeyinin düşük olması nedeniyle rutin keton düzeyi ölçümüne genellikle gerek duyulmamaktadır (Kılıç ve Aydın, 2021).

Glisemik indeksi (GI) belirlenmiş bazı besinlerin değerleri şu şekildedir: pirinç 98, bulgur 48, beyaz ekmek 72, çavdar ekmeği 58, haşlanmış patates 88, kızartılmış patates 75, havuç 47, balkabağı 75, elma 38, muz 51, nohut 28, mercimek 25, kola 63, portakal suyu 52, şeker 68 ve bal 55 (Çiftçi ve ark., 2008).

Glisemik indeks hesaplanırken referans besin olarak glikoz kullanılmakta ve glikozun glisemik indeksi 100 olarak kabul edilmektedir. Buna göre GI değeri 55 ve altında olan besinler düşük glisemik indeksli, 56–69 arasında olan besinler orta glisemik indeksli ve 70 ve üzerinde olan besinler ise yüksek glisemik indeksli besinler olarak sınıflandırılmaktadır (Özçelik, 2024).

Düşük glisemik indeksli besinler arasında tam tahıllı ekmekler, kuru baklagiller, süt ve yoğurt, peynir çeşitleri ve sert kabuklu meyveler yer almaktadır. Orta glisemik indeksli besinlere Basmati pirinci, beyaz şeker ve tatlı patates; yüksek glisemik indeksli besinlere ise mısır gevreği, karpuz, kruvasan, beyaz ekmek ve glikoz örnek olarak verilebilir (Topuz, 2018).

5. EPİLESİDE DİYET TEDAVİSİNDE GÜNCEL YAKLAŞIMLAR

Epilepside uygulanan antiepileptik tedavi ile hastaların yaklaşık %60'ında yeterli nöbet kontrolü sağlanabilmekte, kalan %40'lık bölümde ise alternatif bir tedavi yaklaşımına gereksinim duyulmaktadır (Alaca ve ark., 2022). Birden fazla antiepileptik ilacın birlikte kullanılmasına (politerapi) rağmen hastaların yaklaşık %20'sinde nöbetlerin devam edebildiği belirtilmektedir. Bu nedenle antiepileptik ilaç tedavisinin yanı sıra nöbetleri tetikleyebilecek veya nöbet eşiğini düşürebilecek faktörlerin de değerlendirilmesi ve mümkün olduğunca kontrol altına alınması gerekmektedir (Şenol ve ark., 2009).

Bebeklik ve çocukluk dönemi, büyüme ve gelişmenin hızlı bir şekilde devam ettiği kritik bir dönem olduğundan, ketojenik beslenme tedavisine karar verilmesi durumunda tedavinin uzman bir ekip tarafından dikkatli ve düzenli bir şekilde yürütülmesi gerekmektedir. Beslenme planının her bireyin gereksinimleri doğrultusunda kişiye özgü olarak hazırlanması önem taşımaktadır. Tedaviye başlanmadan önce bireyin üç günlük besin tüketim kaydının alınması, günlük enerji gereksiniminin ve mevcut beslenme alışkanlıklarının değerlendirilmesine katkı sağlayabilmektedir. Yapılan klinik çalışmalar, ketojenik beslenme tedavisinin epilepsili bireylerde kullanımını desteklemektedir (Şener ve Akbulut, 2021).

Ketojenik diyetin modifiye formlarının klasik ketojenik diyet kadar etkili olabileceğini gösteren çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Yetmiş çalışmanın değerlendirildiği bir meta-analizde, modifiye ve klasik ketojenik diyet arasında nöbet sıklığındaki azalma açısından anlamlı bir farklılık bulunmadığı; her iki diyet yaklaşımında da tedavinin başlanmasından sonraki üçüncü ayda nöbet sıklığında %50'den fazla, altıncı ayda ise %90'dan fazla azalma sağlandığı bildirilmiştir (Rezaei ve ark., 2019).

Başka bir çalışmada, altı ay boyunca modifiye ketojenik diyet uygulanan 10 çocuğun yarısından fazlasında nöbet sıklığında %50'den fazla oranda azalma görülürken, çocukların %20'sinde nöbetlerin tamamen ortadan kalktığı bildirilmiştir (Park ve ark., 2018).

6. SONUÇ

Epilepsili bireylerin tedavi sürecinde antiepileptik ilaçların düzenli kullanımı, nöbetleri tetikleyebilecek faktörlerden kaçınılması, yeterli ve dengeli beslenme, stresin yönetilmesi ve yeterli dinlenmenin sağlanması büyük önem taşımaktadır. Tıbbi beslenme tedavileri, epilepsili bireylerde nöbet sıklığının azaltılmasına ve nöbetlerin kontrol altına alınmasına katkı sağlayabilmektedir. Bu kapsamda ketojenik diyet, açlık durumuna benzer metabolik değişiklikler oluşturarak yağları temel enerji kaynağı hâline getirmekte ve keton cisimlerinin üretimini artırmaktadır. Keton cisimlerinin metabolizmasında rol alan enzimlerin çocukluk ve bebeklik

dönemlerinde daha yüksek düzeylerde bulunması ve yaş ilerledikçe bu düzeylerin azalması nedeniyle, ketojenik diyetin çocuklarda ve bebeklerde erişkinlere kıyasla daha etkili olabileceği bildirilmektedir.

İaç tedavisine dirençli epilepsi olgularında uygulanan ketojenik diyetin bireylerin yaklaşık %50–70'inde nöbet sıklığında %50'den fazla azalma sağlayabildiği, %15–20'sinde ise nöbetlerin tamamen sonlanabildiği bildirilmektedir. Çocuklarda gerçekleştirilen çalışmalarda ketojenik diyetin farklı türleri incelenmiş ve bu diyet yaklaşımlarının ortak özelliğinin yüksek yağ içeriği olduğu vurgulanmıştır.

Ketojenik diyet tedavisinin uygulanması sırasında bireylerin klinik durumlarının düzenli olarak izlenmesi ve multidisipliner bir sağlık ekibi tarafından takip edilmesi gerekmektedir. Uzun dönem sonuçları değerlendirildiğinde, ketojenik diyetin ilaç tedavisine dirençli epilepsili bireylerde nöbet kontrolünün sağlanmasına katkıda bulunabilecek bir tedavi seçeneği olduğu bildirilmektedir.

KAYNAKLAR

Akbay, G. D. (2021). PKOS'ta Ketojenik Beslenmenin Etkileri. *Institute of Health Sciences Journal*, 6(2), 93-102.

Akdağ, G., Algın, D., & Erdinç, O. (2016). Epilepsi/epilepsy. *Osmangazi Tıp Dergisi*, 38(1).

Alaca, G., Kaner, G., & Yurtdaş, G. (2022). Ketojenik diyetin dirençli epilepsi üzerine etkisine güncel bakış. *İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi,* 7(1), 123-128.

Bayram, S., Beyaz, E. K., Arslan, M., & Akın, O. (2020). Epilepsi hastası çocuklarda beslenme durumunun saptanması. *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 48(2), 24-33.

Coşar, D. A. (2016). Epilepsili hastalarda yasam kalitesi ve etkileyen faktörlerin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Çetin, B., Köksal, G., Çelik, F., & Topçu, M. (2013). Epilepsi hastası çocuklarda ketojenik diyetin epileptik nöbet sayısı üzerine etkisi. *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 41(1), 27-34.

Çiftçi, H., Akbulut, G., Yıldız, E., & Mercanlıgil, S. M. (2008). Kan şekerini etkileyen besinler. Sağlık Bakanlığı Yayın, 727.

Görgülü, Ü., & Fesci, H. (2011). Epilepsi ile yaşam: Epilepsinin psikososyal etkileri. *Göztepe Tıp Dergisi*, 26(1), 27-32.

Güler, M. S., & Bilici, S. (2017). Besinin içeriği, işleme ve pişirme yöntemlerinin glisemik indeks üzerine etkisi. *Gazi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 2(3), 1-12.

Gülay, B., Kendirli, M. T., Demir, S., Sonkaya, A. R., & Özdağ, M. F. (2018). Epilepsi hastalarında ilaç tedavisine uyumun yaşam kalitesi üzerine etkileri. *Epilepsi*, 24(1), 8-14.

Gümüşyayla, Ş., & Vural, G. (2018). Epilepsili Hastalarda Uyku Bozuklukları ve Bunun Yaşam Kalitesine Etkisi. *Kafkas Journal of Medical Sciences*, 8(8), 59-69.

Günbey, C., & Turanlı, G. (2022). Epilepsi ve Pediatrik Epilepsi Sendromları. *Türkiye Çocuk Hastalıkları Dergisi*, 16(3), 249-257.

Ilgaz, F., Günbey, C., Ardıçlı, D., Yalnızoğlu, D., & Topçu, M. (2019). Dirençli epilepside düşük glisemik indeksli diyet tedavisi: Olgu sunumu. *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 47(2), 108-113.

İşci, M., & Kaplan, A. K. (2023). Ketojenik Diyet. *Sağlık & Bilim 2023 Beslenme-I*, Baygut, H. (Ed.), Efe Akademi Yayınları.

Karaca, A., & Durna, Z. (2018). Epilepsili hastalarda psikososyal destek. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 7(1), 218-225.

Kılıç, B., & Aydın, K. (2021). Epilepside Ketojenik Diyetin Önemi. *Çocuk Kronik Hastalıklarında Beslenme*, 4(1), 47-90.

Kim, J. E., & Cho, K. O. (2019). Functional nutrients for epilepsy. *Nutrients*, 11(6), 1309.

Liu, Y. M., & Wang, H. S. (2013). Medium-chain triglyceride ketogenic diet, an effective treatment for drug-resistant epilepsy and a comparison with other ketogenic diets. *Biomed j*, *36*(1), 9-15.

Mızrak, G. (2016). Glisemik indeks, glisemik yük, sağlıklı beslenme ve spor. *Ziraat Mühendisliği*, (363), 4-11.

Özer, Z., & Bölüktaş, R. P. (2017). Epilepsi hastalarında yaşam kalitesi. *Türkiye Klinikleri İç Hastalıkları Hemşireliği*, 3(3):176-82.

Özçelik, G. (2024). Dirençli epilepsi hastalarına uygulanan ketojenik diyetlerin protein kalite indeksinin hesaplanması ve sürdürülebilirlik bakımından incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Istanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi.

Öztürk, Y. E., &. Köken, M. (2023). Epilepsi Hastalarında Uygulanan Ketojenik Diyet Çeşitleri ve Etkinlikleri. *Sağlık Akademisi Kastamonu*, 8(2), 353-362.

Park E. G., Lee J., Lee J. (2018). Use of the Modified Atkins Diet in Intractable Pediatric Epilepsy. *J Epilepsy Res*. 30;8(1):20-26.

Perçinci, N. B. (2026). Zayıflama Diyetlerinde Çeşitlilik ve Popülarite. In Gökçen E. and Sağlam Gürmen E. (Ed.), *Sağlık Bilimlerinde Teori ve Uygulamalar*, 342.

Rezaei S, Abdurahman AA, Saghazadeh A, Badv RS, Mahmoudi M. (2019). Short-term and long-term efficacy of classical ketogenic diet and modified Atkins diet in children and adolescents with epilepsy: A systematic review and meta-analysis. *Nutr Neurosci*. 22(5):317-334.

Sancheti, J., Shaikh, M. F., Akhade, M., Shaikh, F. A., & Sathaye, S. (2013). Nutritional therapy for epilepsy. *J Pharm BioSci,* 4, 149-156.

Şener, N., & Akbulut, G. (2021). Dirençli Epilepside erişkin uygulamaları ile birlikte ketojenik tıbbi beslenme tedavisine güncel yaklaşım. *Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 5(2), 431-441.

Şenol, M. G., Gün, İ., Toğrol, E., Olgun, N., & Saraçoğlu, M. (2009). Epilepsi hastalarında antiepileptik ilaç tedavisine uyumu etkileyen etmenler. *Duzce Medical Journal*, 11(1), 21-31.

Topuz, H. Ş. (2018). Dirençli epilepside ketojenik diyetin etkinliğinin incelenmes. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Uyar, G. Ö., & Şanlıer, N. (2018). Çocukluk çağı dirençli epilepsilerinde ketojenik diyet uygulamalarının etkisi. *Turk Noroloji Dergisi*, 24(3), 216.

Ünalp, A. (2017). Çocukluk çağı epilepsilerinde ketojenik diyet uygulamaları. *Journal of Dr. Behcet Uz Children's Hospital,* 7(3).

Wibisono, C., Rowe, N., Beavis, E., Kepreotes, H., Mackie, F. E., Lawson, J. A., ve ark. (2015). Ten-year single-center experience of the ketogenic diet: factors influencing efficacy, tolerability, and compliance. *The Journal of Pediadrics„* 166(4), 1030-1036.

Yel, P., & Karadakovan, A. (2021). Epilepsi hastalarında tedaviye uyum ve etkileyen faktörler. *Ege Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi,* 37(3), 223-238.

GEZEGEN SAĞLIĞI DİYETİ VE SÜRDÜRÜLEBİLİR BESLENME MODELLERİNİN KARBON AYAK İZİ İLE TOPLUMSAL FARKINDALIK DÜZEYİNDEKİ ROLÜ

Aybüke COŞKUN[1] / Enes KARTAL[2] / Ayhan DAĞ[3] / Burcu USLU[4]

[1]Lokman Hekim Ünivesitesi, Beslenme ve Diyetetik, aybuke.coskun@lokmanhekim.edu.tr,

0000-0003-3618-7922

[2] Lokman Hekim Ünivesitesi, Beslenme ve Diyetetik, muhammed.kartal@lokmanhekim.edu.tr,

0000-0001-9015-1491

[3] Lokman Hekim Ünivesitesi, Beslenme ve Diyetetik, ayhan.dag@lokmanhekim.edu.tr,

0000-0002-8291-3414

[4] Lokman Hekim Ünivesitesi, Beslenme ve Diyetetik, burcu.uslu@lokmanhekim.edu.tr,

0000-0002-6371-6562

Özet

Küresel iklim değişikliği ve ekolojik krizler, mevcut gıda sistemlerinin sürdürülebilirlik ilkeleri doğrultusunda yeniden yapılandırılmasını zorunlu kılmaktadır. Bu derlemenin amacı, EAT-Lancet Komisyonu tarafından geliştirilen Gezegen Sağlığı Diyeti (GSD) çerçevesinde sürdürülebilir beslenme modellerinin karbon ayak izini azaltmadaki rolünü ve toplumdaki farkındalık düzeyini literatürdeki veriler ışığında bütüncül bir yaklaşımla incelemektir.

Güncel akademik araştırmalar, mevcut gıda üretim ve tüketim modellerinin gezegensel sınırları aştığını göstermektedir. Pekcan (2019), gıda üretimi ve tüketiminin, kendi kaynak tabanını tehdit eden çevresel bozulmanın ana itici güçleri arasında yer aldığını vurgulamaktadır. Sürdürülebilir bir dönüşümün çevresel kazanımlarına ilişkin olarak "Diyetteki tüm hayvansal ürünleri bitki bazlı gıdalarla değiştirmek arazi talebini %60 oranında azaltabilmektedir" (Ceyhun Sezgin ve ark., 2023) bulgusu öne çıkmaktadır. Ulusal literatür incelendiğinde, Şavlı ve Tunçer (2024) Gezegen Sağlığı Diyetinin toplum sağlığını korurken beslenmeye bağlı sera gazı emisyonlarını ve arazi kullanımını azalttığını bildirmektedir. EAT-Lancet verileri doğrultusunda bitkisel ağırlıklı Gezegen Sağlığı Diyetine geçilmesinin küresel sera gazı emisyonlarını belirgin şekilde azaltacağı açıkça ortaya konulmuş olsa da toplum genelinde bu modele yönelik farkındalık düzeyinin henüz yetersiz olduğu görülmektedir.

Sonuç olarak Gezegen Sağlığı Diyeti, karbon ayak izini düşürmek ve ekolojik dengeyi korumak adına bilimsel bir rehber sunmaktadır. Bu dönüşümün ivme kazanması için "Diyetisyenlerin mesleki eğitim ve öğretim programında sürdürülebilir beslenme yaklaşımları yer almalı, diyetisyenler sürdürülebilirlik okuryazarı ve savunucusu olmalıdır" (Pekcan, 2019) ilkesi doğrultusunda beslenme uzmanlarının toplumsal farkındalık oluşturmada öncü bir rol üstlenmesi gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Gezegen Sağlığı Diyeti, Sürdürülebilir Beslenme, Karbon Ayak İzi, EAT-Lancet

THE ROLE OF THE PLANETARY HEALTH DIET AND SUSTAINABLE DIETARY MODELS IN CARBON FOOTPRINT REDUCTION AND PUBLIC AWARENESS

Aybüke COŞKUN[1] / Enes KARTAL[2] / Ayhan DAĞ[3] / Burcu USLU[4]

[1]Lokman Hekim University, Nutrition and Dietetics, aybuke.coskun@lokmanhekim.edu.tr,

0000-0003-3618-7922

[2] Lokman Hekim University, Nutrition and Dietetics, muhammed.kartal@lokmanhekim.edu.tr,

0000-0001-9015-1491

[3] Lokman Hekim University, Nutrition and Dietetics, ayhan.dag@lokmanhekim.edu.tr,

0000-0002-8291-3414

[4] Lokman Hekim University, Nutrition and Dietetics, burcu.uslu@lokmanhekim.edu.tr,

0000-0002-6371-6562

Abstract

Global climate change and ecological crises make it imperative to restructure current food systems in line with the principles of sustainability. The aim of this review is to examine, through a holistic approach and in light of the available literature, the role of sustainable dietary models in reducing the carbon footprint and the level of public awareness of these models, within the framework of the Planetary Health Diet (PHD) developed by the EAT-Lancet Commission.

Current academic research indicates that existing patterns of food production and consumption exceed planetary boundaries. Pekcan (2019) emphasises that food production and consumption are among the main drivers of environmental degradation that threatens their own resource base. Regarding the environmental gains of a sustainable transition, the finding that "replacing all animal-based products in the diet with plant-based foods can reduce land demand by 60%" (Ceyhun Sezgin et al., 2023) stands out. In the national literature, Şavlı and Tunçer (2024) report that the Planetary Health Diet reduces diet-related greenhouse gas emissions and land use while protecting public health. Although EAT-Lancet data clearly demonstrate that a shift towards the plant-forward Planetary Health Diet would substantially reduce global greenhouse gas emissions, public awareness of this model remains insufficient.

In conclusion, the Planetary Health Diet offers a science-based guide for lowering the carbon footprint and preserving ecological balance. For this transition to gain momentum, nutrition professionals must take a leading role in raising public awareness, in line with the principle that "sustainable nutrition approaches should be included in the professional education and training curricula of dietitians, and dietitians should become sustainability-literate advocates" (Pekcan, 2019).

Keywords: Planetary Health Diet, Sustainable Nutrition, Carbon Footprint, EAT-Lancet

GLP-1 RESEPTÖR AGONİSTLERİ KULLANAN BİREYLERDE SARKOPENİK OBEZİTE RİSKİ VE TIBBİ BESLENME TEDAVİSİNİN ROLÜ

Aybüke COŞKUN[1] / Enes KARTAL[2] / Ayhan DAĞ[3] / Özlem BARAN[4] / Birgül DAĞ[5]

[1]Lokman Hekim Üniversitesi, Beslenme ve Diyetetik, aybuke.coskun@lokmanhekim.edu.tr,

0000-0003-3618-7922

[2]Lokman Hekim Üniversitesi, Beslenme ve Diyetetik, muhammed.kartal@lokmanhekim.edu.tr,

0000-0001-9015-1491

[3]Lokman Hekim Üniversitesi, Beslenme ve Diyetetik, ayhan.dag@lokmanhekim.edu.tr,

0000-0002-8291-3414

[4]Lokman Hekim Üniversitesi, Beslenme ve Diyetetik, ozlem.baran@lokmanhekim.edu.tr,

0000-0003-3868-4850

[5]Lokman Hekim Üniversitesi, Beslenme ve Diyetetik, birgul.dag@lokmanhekim.edu.tr,

0000-0003-4631-3910

Özet

Yeni nesil obezite ilaçları olan glukagon benzeri peptid-1 (GLP-1) reseptör agonistleri, obezite yönetiminde yüksek oranda ağırlık kaybı sağlarken, klinik süreçte oluşan hızlı kilo kaybı iskelet kası kütlesinde de belirgin düşüşlere yol açabilmektedir. Bu derlemenin amacı; GLP-1 analogları kullanımı sürecinde gelişebilecek sarkopenik obezite riskini değerlendirmek, kas kütlesi ve fonksiyonunun korunmasında tıbbi beslenme tedavisi, yeterli protein alımı ve direnç egzersizlerinin rolünü güncel akademik literatür verileri doğrultusunda incelemektir.

Klinik çalışma verileri, ilaç kullanımına bağlı iştah baskılanması ve belirgin kalori açığının vücut kompozisyonu üzerinde kritik etkiler oluşturduğunu göstermektedir. Semaglutid tedavisinin değerlendirildiği STEP 1 çalışmasının DXA alt analizinde, elde edilen toplam ağırlık kaybının yaklaşık %35–40'ının yağsız vücut kütlesinden kaynaklandığı bildirilmiştir (Wilding ve ark., 2021). Benzer şekilde tirzepatid verilerinin incelendiği SURMOUNT-1 çalışmasında da yağ kütlesindeki belirgin azalmanın yanında yağsız kütlede kayıplar yaşandığı gösterilmiştir (Jastreboff ve ark., 2022). Bu durum, özellikle yaşlı yetişkinlerde, kırılgan bireylerde ve düşük bazal kas kütlesine sahip hastalarda sarkopenik obezite ve fonksiyonel kayıp riskini artırmaktadır (Belančić ve ark., 2026). Tıbbi beslenme yönetimi literatüründe, iştahın azaldığı bu süreçte standart protein önerilerinin yetersiz kalabileceği; günlük protein alımının 1,2–1,6 g/kg düzeyine çıkarılması ve öğün başına yaklaşık 25–40 g olacak şekilde gün içine dengeli dağıtılması gerektiği vurgulanmaktadır (Belančić ve ark., 2026). Yeterli protein alımının direnç egzersizi ile birlikte uygulanması, kas gücü ve fiziksel fonksiyonun korunmasında temel strateji olarak kabul edilmektedir (Almandoz ve ark., 2024).

Sonuç olarak GLP-1 reseptör agonisti tedavisi gören bireylerde sarkopenik obezitenin önlenmesi ve kilo kaybının niteliksel kalitesinin artırılması için medikal sürecin diyetisyen kontrolünde yürütülen kişiselleştirilmiş tıbbi beslenme tedavisi ve hedefe yönelik protein desteğiyle birlikte yürütülmesi şarttır.

Anahtar Kelimeler: GLP-1 Reseptör Agonistleri, Sarkopenik Obezite, Kas Kütlesi Kaybı, Protein Alımı, Tıbbi Beslenme Tedavisi.

THE RISK OF SARCOPENIC OBESITY IN INDIVIDUALS USING GLP-1 RECEPTOR AGONISTS AND THE ROLE OF MEDICAL NUTRITION THERAPY

Aybüke COŞKUN[1] / Enes KARTAL[2] / Ayhan DAĞ[3] / Özlem BARAN[4] / Birgül DAĞ[5]

[1]Lokman Hekim University, Nutrition and Dietetics, aybuke.coskun@lokmanhekim.edu.tr,

0000-0003-3618-7922

[2]Lokman Hekim University, Nutrition and Dietetics, muhammed.kartal@lokmanhekim.edu.tr,

0000-0001-9015-1491

[3]Lokman Hekim University, Nutrition and Dietetics, ayhan.dag@lokmanhekim.edu.tr,

0000-0002-8291-3414

[4]Lokman Hekim University, Nutrition and Dietetics, ozlem.baran@lokmanhekim.edu.tr,

0000-0003-3868-4850

[5]Lokman Hekim University, Nutrition and Dietetics, birgul.dag@lokmanhekim.edu.tr,

0000-0003-4631-3910

Abstract

Glucagon-like peptide-1 (GLP-1) receptor agonists, the new generation of anti-obesity medications, achieve substantial weight loss in obesity management; however, the rapid weight reduction that occurs during treatment may also lead to marked declines in skeletal muscle mass. The aim of this review is to evaluate the risk of sarcopenic obesity that may develop during GLP-1 analogue therapy and to examine, in light of current academic literature, the role of medical nutrition therapy, adequate protein intake and resistance exercise in preserving muscle mass and function.

Clinical trial data indicate that drug-induced appetite suppression and the resulting pronounced caloric deficit have critical effects on body composition. In the DXA sub-analysis of the STEP 1 trial evaluating semaglutide, approximately 35–40% of the total weight lost was reported to derive from lean body mass (Wilding et al., 2021). Similarly, the SURMOUNT-1 trial of tirzepatide demonstrated losses in lean mass alongside a marked reduction in fat mass (Jastreboff et al., 2022). This increases the risk of sarcopenic obesity and functional decline, particularly in older adults, frail individuals and patients with low baseline muscle mass (Belančić et al., 2026). The medical nutrition literature emphasises that standard protein recommendations may be insufficient during this period of reduced appetite, and that daily protein intake should be raised to 1.2–1.6 g/kg and distributed evenly across the day at approximately 25–40 g per meal (Belančić et al., 2026). Combining adequate protein intake with resistance exercise is regarded as a key strategy for maintaining muscle strength and physical function (Almandoz et al., 2024).

In conclusion, to prevent sarcopenic obesity and improve the qualitative quality of weight loss in individuals receiving GLP-1 receptor agonist therapy, the medical process must be accompanied by dietitian-supervised, individualised medical nutrition therapy and targeted protein support.

Keywords: GLP-1 Receptor Agonists, Sarcopenic Obesity, Muscle Mass Loss, Protein Intake, Medical Nutrition Therapy.

PROBİYOTİK VE PREBİYOTİKLERİN BİLİŞSEL FONKSİYONLAR ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Özge YURDAKUL[1]/Prof. Dr. Hacer LEVENT[2]

1 Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Karaman, Türkiye, ozgeyurdakul24@gmail.com, https://orcid.org/0009-0002-7102-7414

2 Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Karaman, Türkiye, hacerlevent@kmu.edu.tr, ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7321-5577

Özet

Bu çalışmada, probiyotik ve prebiyotiklerin bilişsel fonksiyonlar üzerindeki etkileri, bağırsak mikrobiyotası ve beyin-bağırsak ekseni bağlamında değerlendirilmiştir. Güncel literatür, bağırsak mikrobiyotasının yalnızca sindirim ve metabolik süreçlerde değil, aynı zamanda merkezi sinir sistemi ile çift yönlü iletişim sağlayarak nörokimyasal süreçler, nöroinflamasyon ve stres yanıtı üzerinde belirleyici rol oynadığını göstermektedir. Prebiyotikler; fruktooligosakkarit (FOS) ve galaktooligosakkarit (GOS) gibi besinsel lifler olup ve bağırsaktaki yararlı mikroorganizmaların gelişimini destekleyerek mikrobiyota kompozisyonunu ve metabolik aktivitesini etkileyebilmektedir. Probiyotikler ise başta *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* cinslerine ait mikroorganizmalar olmak üzere yeterli miktarda tüketildiğinde konak sağlığı üzerinde yararlı etkiler sağlayabilen canlı mikroorganizmalar olarak bağırsak mikrobiyotasının dengelenmesine katkıda bulunabilmektedir. Bilimsel araştırmalar, bu mekanizmaların kısa zincirli yağ asitleri üretimini artırarak nöroiflamasyonu azalttığını, hipotalamus-hipofiz-adrenal (HPA) ekseni aktivitesini düzenlediğini ve seratonin ile GABA gibi nörotransmitterlerin sentezini etkileyebildiğini ortaya koymaktadır. Hayvan modellerinde öğrenme, bellek ve stresle ilişkili davranışlarda iyileşme gözlenirken, insan çalışmalarında bilişsel esneklik, dikkat ve yürütücü işlevlerde sınırlı fakat olumlu değişiklikler rapor edilmiştir. Sonuç olarak, probiyotik ve prebiyotiklerin bilişsel fonksiyonlar üzerindeki etkileri, bağırsak mikrobiyotasının nörokognitif süreçlerdeki kritik rolünü vurgulamaktadır. Bu bulgular, beyin-bağırsak ekseninin modülasyonunun nörolojik sağlık açısından umut vadeden bir tamamlayıcı strateji olabileceğini göstermekte; ancak klinik uygulamaların güvenilirliği için daha geniş örneklemli, uzun süreli ve kontrollü çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Prebiyotikler, probiyotikler, mikrobiyota, bağırsak-beyin ekseni

THE EFFECTS OF PROBIOTICS AND PREBIOTICS ON COGNITIVE FUNCTIONS

Özge YURDAKUL[1]/Prof. Dr. Hacer LEVENT[2]

1 Karamanoğlu Mehmetbey University, Faculty of Health Sciences, Department of Nutrition and Dietetics, Karaman, Türkiye,ozgeyurdakul24@gmail.com, https://orcid.org/0009-0002-7102-7414

2 Karamanoğlu Mehmetbey University, Faculty of Health Sciences, Department of Nutrition and Dietetics, Karaman, Türkiye, hacerlevent@kmu.edu.tr, ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7321-5577

Abstract

This study examined the impact of probiotics and prebiotics on cognitive function in the context of the gut microbiota-brain axis. Current literature suggests that gut microbiota play a decisive role in digestive and metabolic processes, as well as neurochemical processes, neuroinflammation and the stress response, by facilitating bidirectional communication with the central nervous system. Prebiotics, such as fructooligosaccharide (FOS) and galactooligosaccharide (GOS), are dietary fibres that can influence the composition and metabolic activity of the microbiota by supporting the growth of beneficial microorganisms in the gut. Probiotics are live microorganisms, primarily belonging to the genera Lactobacillus and Bifidobacterium, which contribute to balancing the gut microbiota and providing health benefits when consumed in sufficient quantities. Scientific research reveals that these mechanisms reduce neuroinflammation by increasing the production of short-chain fatty acids and regulating hypothalamic–pituitary–adrenal (HPA) axis activity. They can also affect the synthesis of neurotransmitters such as serotonin and GABA. While improvements in learning, memory and stress-related behaviours have been observed in animal models, human studies have reported limited but positive changes in cognitive flexibility, attention and executive function. In conclusion, the effects of probiotics and prebiotics on cognitive function highlight the critical role of gut microbiota in neurocognitive processes. These findings suggest that modulation of the brain-gut axis may be a promising complementary strategy for promoting neurological health. However, larger sample sizes and long-term controlled studies are needed to confirm the reliability of clinical applications.

Keywords: Prebiotics, probiotics, microbiota, gut-brain axis

1. BAĞIRSAK MİKROBİYOTASI

1.1 Mikrobiyotanın Tanımı

Bağırsak mikrobiyomuna ilişkin ilk gözlemler, 17. Yüzyılın sonlarında Antonie Van Leeuwenhoek'un mikroskop teknolojisindeki ilerlemeleri sayesinde gerçekleştirilmiştir. Leeuwenhoek, farklı çevresel örnekleri inceleyerek bakteri ve protozoa gibi mikroorganizmaları keşfetmiş ve bu canlıları "hayvancıklar" olarak adlandırmıştır. Yaklaşık iki yüzyıl sonra, mikrobiyal kültürlemedeki gelişmeler sayesinde mikroorganizmalar mikroskop kullanılmaksızın da incelenebilir hale gelmiş ve bu durum, mikroorganizmaların fizyolojik özelliklerine yönelik deneysel araştırmaların yürütülmesine olanak sağlamıştır (Kuziel, 2022). Bağırsak mikrobiyomu, insan gastrointestinal sisteminde yer alan bakteriler, virüsler, mayalar, protozoalar, mantarlar ve arkeler gibi tüm mikroorganizmaların genetik materyalini kapsayan bir kavramdır. Yaklaşık 100 trilyon mikroorganizmayı içeren bu ekosistem, üç milyondan fazla geni kodlamakta ve konak organizmanın çeşitli biyolojik işlevlerini düzenleyen ya da değiştiren binlerce metabolit üretmektedir (Lee ve ark. 2021).

1.2 Mikrobiyotanın Kompozisyonunu Etkileyen Faktörler

Mikrobiyom, doğumla birlikte şekillenmeye başlamakta ve bireyin yaşı ilerledikçe olgunlaşmasını sürdürmektedir. Yaşamın ilk haftasında emzirme sürecinde bebeklerin bağırsak mikrobiyomu, kolostrumun mikrobiyal bileşimine yakın özellikler sergilemektedir. Mikrobiyomun gelişim sürecini etkileyen faktörler arasında beslenme biçimi, cinsiyet, genetik yapı, çevresel koşullar ve yaşam tarzı öne çıkmaktadır. Örneğin, besinsel lif bakımından zengin sebzeler, besinsel lifleri parçalayan bakterilerin seçici olarak çoğalmasını desteklerken; aşırı alkol tüketimi, yüksek alkol dehidrogenaz aktivitesine sahip *Neisseria* türlerinin bağırsak mikrobiyotasında baskın hale gelmesini sağlamaktadır (Imchen ve ark. 2023). Beslenmenin bağırsak mikrobiyotası ile bireysel sağlık çıktıları arasındaki etkileşimi şekillendirdiğine ilişkin bilimsel kanıtlar giderek artmaktadır. Tüketilen besinler, bağırsak mikrobiyal topluluğunun kompozisyonunu değiştirmekte ve konak fizyolojisini etkileyen çeşitli metabolitlerin üretimine katkıda bulunmaktadır. Makro besin ögelerinin dağılımı ve enerji kısıtlaması temelinde düzenlenen beslenme ve açlık döngüleri, mikrobiyal ekosistem üzerindeki etkileri aracılığıyla bağırsak homeostazının düzenlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Benzer şekilde, gıdalarda bulunan prebiyotik ve probiyotik bileşenler ile gıda katkı maddeleri ve gıdaların işlenme düzeyi, bağırsak mikrobiyotasının yapısını ve işlevsel özelliklerini etkileyerek konağın bağışıklık ve metabolik yanıtlarını şekillendirebilmektedir (Nova ve ark. 2022).

1.3 Mikrobiyota ve İnsan Sağlığı İlişkisi

Bağırsak mikrobiyotasının konak sağlığı üzerinde belirleyici bir rol oynadığına ilişkin kanıtlar, özellikle hayvan modelleri kullanılarak yürütülen çalışmalarla giderek artmaktadır (Perler ve ark., 2023). İnsan bağırsak mikrobiyotası, büyük ölçüde patojenik olmayan mikroorganizmalar ile konak arasındaki simbiyotik ilişkilerden oluşmakta olup, bu mikrobiyal yapı konağın patojenlere karşı bağışıklık savunmasının desteklenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Mikrobiyal dengenin bozulması (disbiyoz), anksiyete, depresyon, hipertansiyon, kardiyovasküler hastalıklar, obezite, diyabet, inflamatuvar bağırsak hastalıkları ve kanser gibi çeşitli sağlık sorunlarıyla ilişkilendirilmektedir. Ayrıca, obezite, metabolik sendrom ve kardiyovasküler hastalıklar gibi beslenme ile yakından ilişkili olduğu bilinen birçok kronik durumun, bağırsak mikrobiyotasındaki yapısal ve işlevsel değişikliklerle ilişkili olabileceği gösterilmiştir (Afzaal ve ark., 2022). Mikrobiyota bileşiminin doğal dengesinin bozulması, gastrointestinal sistem işlevlerinden metabolik ve immünolojik süreçlere, hatta nörogelişimsel işlevlere kadar uzanan çeşitli sağlık sorunlarıyla ilişkilendirilebilmektedir. Bu nedenle, genel sağlığın sürdürülebilmesi açısından bağırsak mikrobiyal homeostazının korunması kritik öneme sahiptir. Ayrıca, bazı mikrobiyal metabolitlerin insan kanserlerinde tümör yayılımını sınırlamada ve hücresel apoptoz mekanizmalarını tetiklemede rol oynadığına ilişkin bulgular ortaya konmuştur (Madhogaria ve ark., 2022).

2. PROBİYOTİKLER

2.1 Probiyotiklerin Tanımı

Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) ile Dünya Sağlık Örgütü (WHO) uzman grupları, probiyotikleri yeterli miktarlarda alındığında konakçıya sağlık açısından fayda sağlayan canlı mikroorganizmalar olarak tanımlamaktadır (Esposito ve ark., 2022). Probiyotiklerin, çeşitli biyolojik mekanizmalar aracılığıyla insan sağlığı üzerinde olumlu etkiler oluşturduğu ortaya konmuştur. Bu mekanizmalar arasında patojen mikroorganizmaların konak dokularına tutunmasının veya kolonizasyonunun engellenmesi, metabolit üretimi yoluyla fizyolojik süreçlerin desteklenmesi ve antikor ile immünoglobulin sentezinin uyarılması yoluyla bağışıklık sisteminin düzenlenmesi yer almaktadır (Pereria ve ark., 2024).

2.2 Probiyotiklerin Bağırsak Sağlığına Etkileri

Güncel araştırmalar, probiyotiklerin bağırsak mikrobiyotasının kompozisyonunu modüle etmede ve patojen mikroorganizmaların bağırsak epitelinde kolonizasyonunu engellemede önemli bir rol oynadığını ortaya koymaktadır. Bu etkiler, konağın sağlıklı bir bağırsak mukozasının geliştirilmesine ve sürdürülmesine katkı sağlamaktadır (Chandrasekaran ve ark., 2024). Probiyotiklerin düzenli kullanımı, bağırsak mikrobiyal topluluklarının dengelenmesine katkı sağlayarak mukus sekresyonunu artırabilmektedir. Ayrıca, lipopolisakkarit (LPS) düzeylerinin azaltılması yoluyla sıkı bağlantı proteinlerinde meydana gelen bozulmanın önlenmesine yardımcı olduğu ve böylece bağırsak bariyer bütünlüğünün korunmasına katkı sağladığı bildirilmektedir (Cristofori ve ark., 2021).

3. PREBİYOTİKLER

3.1. Prebiyotiklerin Tanımı

Prebiyotik kavramı ilk kez 1995 yılında literatüre girmiştir. Daha sonra 2017'de yapılan güncellemeyle, prebiyotikler "konakçı sağlığına katkı sağlayan mikroorganizmalar tarafından seçici olarak kullanılan substratlar" olarak tanımlanmıştır. Bu bileşenler, ekmek ve tahıl ürünleri ile birlikte soğan, sarımsak ve enginar gibi çeşitli bitkisel kaynaklı gıdalarda doğal olarak bulunur (van Dorst ve ark.,2022). Prebiyotiklerin, insan bağırsak mikrobiyotasını olumlu yönde modüle etme kapasitesine sahip olduğu ortaya konmuştur. Bu düzenleyici etki, bağırsak fonksiyonlarının iyileştirilmesi, patojen mikroorganizmaların çoğalmasının sınıflandırılması ve bağırsak bariyerinin yapısal bütünlüğünün desteklenmesi gibi çeşitli gastrointestinal sağlık yararlarıyla ilişkilendirilmektedir (Kennedy ve ark., 2024).

3.2. Prebiyotiklerin Fizyolojik Etkileri

Prebiyotiklerin kullanımına ilişkin literatürde öne çıkan sağlık etkileri arasında kabızlığın hafifletilmesi ve gastrointestinal fonksiyonların iyileştirilmesi yer almaktadır (Pimatel ve ark., 2022). Mevcut veriler ve bilimsel bulgular, prebiyotiklerin geniş bir yelpazede klinik kullanım potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir. Bu bileşiklerin; otizm, kolorektal kanser, inflamatuvar bağırsak hastalıkları ve osteoporoz gibi çeşitli patolojik durumlarda semptomların hafifletilmesine katkı sağlayabileceği, bilişsel işlevler üzerinde olumlu etkiler oluşturabileceği ve inflamatuvar süreçlerin azaltılması yoluyla yaşam kalitesinin iyileştirilmesine katkıda bulunabileceği öne sürülmektedir (Bevilacqua ve ark., 2024).

4. BAĞIRSAK-BEYİN EKSENİ

4.1. Bağırsak-Beyin Ekseninin Tanımı

Son yıllarda biriken bilimsel veriler, bağırsak mikrobiyotası ile merkezi sinir sistemi (MSS) arasında çift yönlü bir etkileşim bulunduğunu ortaya koymuştur. Bu etkileşim literatürde 'mikrobiyata-bağırsak-beyin ekseni' olarak tanımlanmaktadır (Loh ve ark., 2024). Bağırsak-beyin (GB) arasındaki çift yönlü etkileşimler, immün yanıtların düzenlenmesi, uyku gibi temel fizyolojik ile homeostatik süreçlerin kontrolünde rol oynamaktadır (Mayer ve ark., 2022). Özellikle stresin tetiklediği mikrobiyota değişimleri, bağırsak ve beyin bariyerlerinin işlevsel bütünlüğünü bozarak mikrobiyota-bağırsak-beyin ekseninde düzensizliklere yol açabilmekte ve bu mekanizma irritabl

bağırsak sendromu (IBS) ile psikiyatrik eş tanıların gelişiminde rol oynayabilecek potansiyel bir etken olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca, inflamatuvar bağırsak hastalığı (IBD) olan bireylerde anksiyete ve depresyon görülme riskinin arttığı da literatürde vurgulanmaktadır (Aburto ve ark., 2024).

4.2. Mikrobiyota ve Nörotransmitter Üretimi

Bağırsak mikrobiyotası, merkezi sinir sistemi (MSS) ile iletişiminde başlıca GABA, dopamin (DA), norepinefrin (NE), serotonin (5-HT) ve histamin gibi nörotransmitterleri kullanmaktadır. Bunun yanı sıra, kısa zincirli yağ asitleri (SCFA'lar), triptofan metabolitleri ve sekonder safra asitleri gibi ara metabolitler de bu süreçte önemli rol oynamaktadır. Bu moleküller aracılığıyla oluşan sinyaller, afferent vagus siniri (VN) lifleri aracılığıyla beyne iletilmektedir (Dicks, 2022). Bu moleküllerin kan-beyin bariyerini doğrudan geçememesi nedeniyle, ilgili nörotransmitterlerin sentezinde kullanılacak öncüllerin yerel öncül havuzlardan sağlanması gerekmektedir. Söz konusu öncüllerin önemli bir kısmı beslenme yoluyla alınan amino asitlerden sağlanmakta; dolaşıma katılarak kan-beyin bariyerini aşmakta ve ilgili nörotransmitterleri sentezleyen hücreler tarafından kullanılmaktadır. Bu öncüller, çeşitli konak enzimlerinin aracılık ettiği bir dizi biyokimyasal reaksiyon sonucunda dopamin, norepinefrin ve serotonin gibi işlevsel nörotransmitterlere dönüştürülmektedir. Dolayısıyla, beslenme yoluyla sağlanan bu öncüller, bağırsak mikrobiyotasının metabolik faaliyetleri ve düzenleyici etkileri aracılığıyla nörotransmitter biyosentezini ve dolayısıyla konak davranışlarını etkileyebilmektedir (Chen ve ark., 2021).

4.3. Mikrobiyota Kaynaklı Metabolitler

Bağırsak mikrobiyotası, başlangıçta besinlerden enerji elde edilmesindeki işlevleriyle öne çıkarken, zamanla metabolik süreçlere yönelik katkılarının kapsamı genişlemiştir. Günümüzde bu mikrobiyal toplulukların yalnızca enerji dönüşümünde değil, aynı zamanda yağ dokusunun depolanması ve glikoz metabolizmasının düzenlenmesi gibi metabolik mekanizmaların kontrolünde de önemli rol oynadığı anlaşılmaktadır (Kim ve ark., 2024). Bağırsak mikrobiyotasından kaynaklanan metabolitler, yalnızca genetik ve epigenetik düzenleme süreçlerini etkilemekle kalmaz; aynı zamanda bağışıklık hücrelerinde bulunan reseptörler üzerinden bu hücrelerin metabolik işlevlerini de modüle eder. Çeşitli mikroorganizmalardan türeyen söz konusu metabolitler, immün baskılayıcı hücrelerin farklılaşmasını ve fonksiyonlarını desteklemenin yanı sıra, proinflamatuvar hücrelerin aktivitesini baskılayarak hem bağırsak hem de sistemik düzeyde bağışıklık homeostazının sürdürülmesine katkıda bulunur (Wang ve ark., 2023). Bağırsak mikrobiyotası, karbonhidratların yanı sıra triptofan ve safra asitlerinin (BA) metabolizmasına katılarak kısa zincirli yağ asitleri (SCFA), indol türevleri ve sekonder safra asitlerinin oluşumunda önemli bir rol üstlenmektedir. Ayrıca bu mikrobiyal topluluk, konakçıda B ve K vitaminlerinin biyosentezine katkı sağlayarak metabolik süreçlerin desteklenmesine ve konakçının korunmasına yardımcı olmaktadır (Hu ve ark., 2022).

5. SONUÇ

Bu derleme, prebiyotik ve probiyotiklerin bilişsel fonksiyonlar üzerindeki etkilerini bağırsak mikrobiyotası ve beyin-bağırsak ekseni bağlamında ele almıştır. Bulgular, bağırsak mikrobiyotasının yalnızca sindirim süreçlerinde değil, aynı zamanda merkezi sinir sistemi ile kurduğu çift yönlü iletişim sayesinde bilişsel işlevlerin düzenlenmesinde de kritik bir rol oynadığını göstermektedir.

Probiyotiklerin, bağırsak ekosisteminde yararlı mikroorganizmaların çeşitliliğini artırarak nörotransmitter üretimini ve sinirsel iletişimi desteklediği; prebiyotiklerin ise bu mikroorganizmaların beslenmesini sağlayarak uzun vadeli dengeyi güçlendirdiği anlaşılmaktadır. Bu etkileşimler, özellikle öğrenme, hafıza ve duygu durum düzenlemesi gibi bilişsel süreçlerde olumlu sonuçlar doğurmaktadır.

Beyin-bağırsak ekseni üzerinden gerçekleşen bu biyokimyasal ve sinirsel iletişim, prebiyotik ve probiyotik müdahalelerin nörolojik sağlık açısından potansiyel bir tamamlayıcı strateji olabileceğini ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, mevcut veriler umut verici olsa da klinik uygulamaların güvenilirliği ve etkinliği açısından daha geniş örneklemli, uzun süreli ve kontrollü çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Sonuç olarak, prebiyotik ve probiyotiklerin bilişsel fonksiyonlar üzerindeki etkileri, bağırsak mikrobiyotasının bütüncül sağlık yaklaşımlarındaki önemini bir kez daha vurgulamaktadır. Bu bağlamda, gelecekte yapılacak araştırmaların hem nörobilim hem de beslenme bilimleri açısından disiplinler arası bir perspektifle yürütülmesi, beyin-bağırsak ekseninin daha derinlemesine anlaşılmasına ve klinik uygulamalara aktarılmasına katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

Afzaal, M., Saeed, F., Shah, Y. A., Hussain, M., Rabail, R., Socol, C. T., ... & Aadil, R. M. (2022). Human gut microbiota in health and disease: Unveiling the relationship. *Frontiers in Microbiology*, *13*, 999001.

Bevilacqua, A., Campaniello, D., Speranza, B., Racioppo, A., Sinigaglia, M., & Corbo, M. R. (2024). An update on prebiotics and on their health effects. *Foods,* 13(3), 446.

Chen, Y., Xu, J., & Chen, Y. (2021). Regulation of neurotransmitters by the gut microbiota and effects on cognition in neurological disorders. *Nutrients*, *13*(6), 2099.

Cristofori, F., Dargenio, V. N., Dargenio, C., Miniello, V. L., Barone, M., & Francavilla, R. (2021). Anti-inflammatory and immunomodulatory effects of probiotics in gut inflammation: a door to the body. *Frontiers in Immunology,* 12, 578386.

Dicks, L. M. (2022). Gut bacteria and neurotransmitters. *Microorganisms,* 10(9), 1838.

Esposito, S., Testa, I., Mariotti Zani, E., Cunico, D., Torelli, L., Grandinetti, R., ... & Principi, N. (2022). Probiotics Administration in Cystic Fibrosis: What Is the Evidence?. *Nutrients*, 14(15), 3160.

Hu, Y., Chen, Z., Xu, C., Kan, S., & Chen, D. (2022). Disturbances of the gut microbiota and microbiota-derived metabolites in inflammatory bowel disease. *Nutrients*, *14*(23), 5140.

Imchen, M., Salim, S. A., Kumavath, R., & Busi, S. (2023). Factors affecting the composition of the human microbiome. In *Probiotics, Prebiotics, Synbiotics, and Postbiotics: Human Microbiome and Human Health* (pp. 49-63). Singapore: Springer Nature Singapore.

Kennedy, J. M., De Silva, A., Walton, G. E., & Gibson, G. R. (2024). A review on the use of prebiotics in ulcerative colitis. *Trends in Microbiology,* 32(5), 507-515.

Kim, S., Seo, S. U., & Kweon, M. N. (2024, July). Gut microbiota-derived metabolites tune host homeostasis fate. In *Seminars in Immunopathology* (Vol. 46, No. 1, p. 2). Berlin/Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

Kuziel, G. A., & Rakoff-Nahoum, S. (2022). The gut microbiome. *Current Biology*, 32(6), R257-R264.

Lee, K. A., Luong, M. K., Shaw, H., Nathan, P., Bataille, V., & Spector, T. D. (2021). The gut microbiome: what the oncologist ought to know. *British Journal of Cancer*, 125(9), 1197-1209.

Loh, J. S., Mak, W. Q., Tan, L. K. S., Ng, C. X., Chan, H. H., Yeow, S. H., ... & Khaw, K. Y. (2024). Microbiota–gut–brain axis and its therapeutic applications in neurodegenerative diseases. *Signal Transduction And Targeted Therapy*, *9*(1), 37.

Madhogaria, B., Bhowmik, P., & Kundu, A. (2022). Correlation between human gut microbiome and diseases. *Infectious Medicine*, *1*(3), 180-191.

Mayer, E. A., Nance, K., & Chen, S. (2022). The gut–brain axis. *Annual Review of Medicine*, *73*(1), 439-453.

Nova, E., Gómez-Martinez, S., & González-Soltero, R. (2022). The influence of dietary factors on the gut microbiota. *Microorganisms,* 10(7), 1368.

Pereira, E. P. R., da Graça, J. S., Ferreira, B. M., Balthazar, C. F., Xavier-Santos, D., Bezerril, F. F., ... & Sant'Ana, A. S. (2024). What are the main obstacles to turning foods healthier through probiotics incorporation? a review of functionalization of foods by probiotics and bioactive metabolites. *Food Research International*, 176, 113785.

Perler, B. K., Friedman, E. S., & Wu, G. D. (2023). The role of the gut microbiota in the relationship between diet and human health. *Annual Review of Physiology*, *85*(1), 449-468.

Pimentel, T. C., de Assis, B. B. T., dos Santos Rocha, C., Marcolino, V. A., Rosset, M., & Magnani, M. (2022). Prebiotics in non-dairy products: Technological and physiological functionality, challenges, and perspectives. *Food Bioscience*, 46, 101585.

van Dorst, J. M., Tam, R. Y., & Ooi, C. Y. (2022). What do we know about the microbiome in cystic fibrosis? Is there a role for probiotics and prebiotics?. *Nutrients,* 14(3), 480.

Wang, J., Zhu, N., Su, X., Gao, Y., & Yang, R. (2023). Gut-microbiota-derived metabolites maintain gut and systemic immune homeostasis. *Cells*, *12*(5), 793.

ZENCEFİLİN DİYABET ÜZERİNE ETKİLERİ

Hayrunnisa ÖZTÜRK[1]/Prof. Dr. Hacer LEVENT[2]

1Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Karaman, Türkiye, ohayrunnisa469@gmail.com ORCID: https://orcid.org/0009-0007-8755-2340

2Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Karaman, Türkiye, hacerlevent@kmu.edu.tr, ORCID: : https://orcid.org/0000-0002-7321-5577

Özet

Bu çalışmanın amacı, zencefil ve başlıca biyoaktif bileşenlerinin diyabet üzerindeki etkilerine ilişkin mevcut deneysel ve klinik kanıtları değerlendirmektir. Zencefil, içerdiği fenolik bileşikler ve uçucu yağlar sayesinde metabolik hastalıklar üzerinde çok yönlü biyolojik etkiler gösterebilen tıbbi bir bitkidir. Bitkinin başlıca biyoaktif bileşenleri arasında gingeroller, shogaoller, zingeron ve paradoller bulunmakta olup, bu bileşikler antioksidan, anti-inflamatuar ve metabolik düzenleyici özellikleriyle öne çıkmaktadır. Özellikle 6-gingerol ve 6-shogaol gibi bileşenlerin hücresel sinyal yolakları üzerinde etkili olabileceği, oksidatif stresle ilişkili biyobelirteçleri azaltabileceği ve glukoz metabolizmasının düzenlenmesine katkıda bulunabileceği çeşitli deneysel çalışmalarla ortaya konulmuştur. Diyabet bağlamında zencefilin potansiyel etkileri, hem glisemik kontrolün iyileştirilmesine hem de diyabetin patogenezinde rol oynayan çeşitli patofizyolojik süreçlerin modüle edilmesine dayanan çoklu mekanizmalar üzerinden açıklanmaktadır. Bu mekanizmalar arasında insülin duyarlılığının artırılması, hücrelere glukoz alımının kolaylaştırılması, karbonhidrat sindiriminde rol oynayan enzimlerin inhibisyonu ve pankreatik beta hücrelerinin fonksiyonlarının korunması öne çıkmaktadır. Bunun yanı sıra, zencefilin biyoaktif bileşenlerinin proinflamatuvar sitokinlerin üretimini baskılayarak kronik inflamasyonun azaltılmasına ve oksidatif stresin hafifletilmesine katkıda bulunabileceği bildirilmektedir. Ayrıca, zencefil bileşenlerinin glukagon benzeri peptit-1 (GLP-1) gibi bağırsak kaynaklı hormonların düzenlenmesi üzerinde etkili olabileceği ve bu yolla glukoz homeostazına katkı sağlayabileceği öne sürülmektedir. Bu biyokimyasal ve fizyolojik mekanizmalar, zencefilin diyabet yönetiminde potansiyel bir tamamlayıcı yaklaşım olarak değerlendirilebileceğini düşündürmektedir. Klinik ve deneysel çalışmalar, zencefilin diyabet yönetiminde potansiyel yararlı etkileri olduğunu göstermektedir. Zencefil takviyesinin açlık kan glukozu, HbA1c, insülin direnci ve lipid profili üzerinde olumlu etkiler sağlayabildiği; inflamasyon ve oksidatif stresi azaltabileceği bildirilmektedir. Hayvan çalışmalarında ise glukoz toleransını iyileştirdiği ve pankreatik hücre hasarını azalttığı gözlenmiştir. Bu bulgular zencefilin diyabette tamamlayıcı bir yaklaşım olarak kullanılabileceğini düşündürmekle birlikte, etkinliğinin ve güvenilirliğinin doğrulanması için daha kapsamlı klinik çalışmalara ihtiyaç vardır.

Anahtar Kelimeler: Zencefil, diyabet, antioksidan, insülin

THE EFFECTS OF GINGER ON DIABETES

Hayrunnisa ÖZTÜRK[1]/Prof. Dr. Hacer LEVENT[2]

1 Karamanoğlu Mehmetbey University, Faculty of Health Sciences, Department of Nutrition and Dietetics, Karaman, Türkiye, ohayrunnisa469@gmail.com

ORCID: https://orcid.org/0009-0007-8755-2340

2 Karamanoğlu Mehmetbey University, Faculty of Health Sciences, Department of Nutrition and Dietetics, Karaman, Türkiye, hacerlevent@kmu.edu.tr, ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7321-5577

Abstract

This study aims to evaluate the current experimental and clinical evidence concerning the impact of ginger and its primary bioactive constituents on diabetes. Ginger is a medicinal plant whose phenolic compounds and essential oils can exhibit multifaceted biological effects on metabolic diseases. Its main bioactive components include gingerols, shogaols, zingerones and paradols, which are notable for their antioxidant, anti-inflammatory and metabolic regulatory properties. Various experimental studies have shown that components such as 6-gingerol and 6-shogaol can affect cellular signalling pathways, reduce biomarkers related to oxidative stress, and contribute to the regulation of glucose metabolism. In the context of diabetes, ginger's potential effects are explained by multiple mechanisms based on improving glycemic control and modulating various pathophysiological processes involved in diabetes pathogenesis. These mechanisms include increased insulin sensitivity, facilitated glucose uptake by cells, the inhibition of enzymes involved in carbohydrate digestion and the preservation of pancreatic beta cell function. Furthermore, ginger's bioactive components have been reported to contribute to the reduction of chronic inflammation and the mitigation of oxidative stress by suppressing the production of pro-inflammatory cytokines. It has also been suggested that ginger components may influence the regulation of gut-derived hormones, such as glucagon-like peptide-1 (GLP-1), thereby contributing to glucose homeostasis. Taken together, these biochemical and physiological mechanisms suggest that ginger could be considered a complementary approach to diabetes management. Clinical and experimental studies demonstrate the potential beneficial effects of ginger in diabetes management. Ginger supplementation has been reported to positively affect fasting blood glucose, HbA1c, insulin resistance and the lipid profile, as well as reducing inflammation and oxidative stress. Animal studies have shown improved glucose tolerance and reduced pancreatic cell damage. While these findings are promising, more comprehensive clinical studies are needed to confirm the efficacy and safety of ginger as a complementary approach to diabetes management.

Keywords: Ginger, diabetes, antioxidant, insulin

1. ZENCEFİL

1.1 Zencefilin Tanımı

Zencefil (*Zingiber officinale* Roscoe), Zingiberaceae familyasına ait çok yıllık bir bitkidir. Zencefil, artrit, gastrointestinal rahatsızlıklar, astım, diyabet ve adet düzensizlikleri gibi çeşitli sağlık sorunlarının tedavisinde geleneksel olarak kullanılmış olup, Asya, Hindistan, Avrupa ve Orta Doğu'daki geleneksel tedavi uygulamalarında yüzyıllardır önemli bir yere sahiptir (Singletary, 2010).

Zencefilin anavatanı Asya olmakla birlikte, günümüzde Batı Hint Adaları, Afrika, Hindistan ve diğer tropikal bölgelerde yaygın olarak yetiştirilmektedir. Zencefilin hazırlanmasında bitkinin toprak altı gövdesi olan rizom kullanılmaktadır. Rizomların rengi ve görünümü, dış yüzeylerinin soyulup soyulmamasına ve hasat sonrasında uygulanan ilk işlemlere bağlı olarak beyazdan kahverengiye kadar değişiklik gösterebilmektedir (Langner ve ark., 1998; Singletary, 2010). Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) tarafından genel olarak güvenli kabul edilen zencefilin, uygun kullanım koşullarında düşük düzeyde yan etki profiline sahip olduğu bildirilmektedir (Marcello, 2001; Güceyü ve ark., 2019).

1.2 Zencefilin Kimyasal Yapısı

Zencefilin karakteristik tadı ve aromatik profili, bitkinin yapısında bulunan uçucu ve uçucu olmayan keskin bileşenlerin birlikte oluşturduğu karmaşık kimyasal yapıdan kaynaklanmaktadır. Zencefilin uçucu yağ fraksiyonu büyük ölçüde seskiterpen sınıfına ait bileşiklerden oluşmakta olup, zingiberen (%35), curcumene (%18) ve farnesen (%10) bu fraksiyonda öne çıkan bileşenler arasında yer almaktadır. Söz konusu uçucu bileşikler, zencefile özgü aromanın oluşumunda önemli bir rol oynamaktadır (Bayraktar, 2021).

Uçucu olmayan ve ağızda "yakıcı" bir his yaratan keskin bileşikler arasında gingeroller, shogaoller, paradoller ve zingeron yer almaktadır. Taze zencefilde keskin tadın temel bileşeni olan 6-gingerol, gingeroller grubu içerisinde en yüksek oranda bulunan bileşik olarak tanımlanmaktadır. Paradoller yapısal olarak gingerollere benzemekte olup şogaollerin hidrojenasyonu sonucunda oluşmaktadır. Zencefilin kimyasal bileşiminde bunların yanı sıra oleorezinler de bulunmaktadır. Ayrıca zencefil rizomları; yağlar, mumlar, karbonhidratlar, vitaminler ve mineraller gibi çeşitli bileşenler içermektedir. Zencefil rizomlarının bir diğer önemli bileşeni ise proteinleri hidrolize etme özelliğine sahip güçlü bir proteolitik enzim olan zingibain'dir. (Kumar Gupta &Sharma, 2014).

Zencefilde, kuru madde bazında 100 g'daki protein, yağ, kül, demir, kalsiyum ve fosfor miktarları sırasıyla 5,98 g, 4,37 g, 4,53 g, 9,41 mg, 104,02 mg ve 204,75 mg olarak belirlenmiştir. Benzer şekilde, çinko, bakır, manganez ve toplam krom gibi eser minerallerin miktarları da 100 g'da sırasıyla 1,08 mg, 0,641 mg, 10,74 mg ve 83,37 µg'dır. C vitamini ve toplam karotenoid içeriği ise 100 g'da sırasıyla 10,97 mg ve 92,96 mg olarak saptanmıştır (Kumar Gupta &Sharma, 2014). Zencefilin kimyasal bileşimi; tür ve çeşide, yetiştirme koşullarına, kürleme yöntemlerine, kurutma ve depolama koşullarına bağlı olarak farklılık gösterebilmektedir (Zadeh &Moradi-Kor, 2013).

1.3 Zencefilin Biyoaktif Bileşenleri

Zencefil rizomlarının kimyasal bileşimi oldukça zengin olup, temel olarak gingerol ve şogaol türevlerini (%4–7.5) içermektedir. Bunun yanı sıra rizomların yapısında uçucu yağlar (%0.25–5), nişasta, lipitler ve çeşitli diğer bileşenler de bulunmaktadır. Rizomlarda bulunan başlıca ve karakteristik bileşikler gingeroller olup, bunlar arasında en yüksek oranda 6-gingerol bulunmaktadır. Bunu sırasıyla 8-gingerol, 10-gingerol, metilgingerol, gingerdiol, dehidrogingerdion, gingerdionlar, kurkuminoidler, diterpen laktonlar ve galanolaktonlar izlemektedir. Gingerollerin yanı sıra şogaoller, paradoller, izogingeroller, izoşogaoller, gingerdionlar, metoksigingeroller, mono- ve diasetoksigingerdioller, dihidroparadoller ile çeşitli metil eter türevleri de zencefil rizomlarının yapısında tanımlanmıştır (Baycan ve ark., 2023).

Zencefilin başlıca terapötik ve besinsel özellikleri, büyük ölçüde şogaoller, kurkuminoidler, paradoller, terpenoidler ve özellikle gingeroller gibi temel biyoaktif bileşenlerinden kaynaklanmaktadır (Semwal ve ark., 2015).

1.4. Antioksidan Etki

Deneysel çalışmalar, zencefilin antioksidan kapasitesinin standart antioksidan bileşiklerle karşılaştırılabilir düzeyde yüksek olduğunu göstermektedir. Yapılan karşılaştırmalarda, zencefilin metanol ekstrelerinin etanol ekstrelerine kıyasla daha yüksek antioksidan aktivite sergilediği bildirilmiştir (Yeşiloğlu ve Aydın, 2010).

Zencefil, farklı antioksidatif mekanizmalar aracılığıyla güçlü antioksidan özellikler gösteren ve özellikle gingerol gibi biyoaktif bileşenleri içeren önemli bir tıbbi bitkidir. Zencefilin biyoaktif bileşenleri, reaktif oksijen türleri ve serbest radikaller başta olmak üzere çeşitli oksidanların nötralize edilmesine katkı sağlayarak oksidatif stresin azaltılmasında potansiyel rol oynamaktadır (Ahmad ve ark. 2015).

Zencefil, antioksidan özelliklerinin yanı sıra sahip olduğu çeşitli biyolojik aktiviteler nedeniyle antiinflamatuvar potansiyel de göstermektedir. Bu kapsamda, bazı farmakolojik ajanlara alternatif olarak değerlendirilebileceği ileri sürülmektedir. Zencefil rizomlarında bulunan ve yüksek antioksidan kapasite gösteren polifenolik bileşikler arasında özellikle gingeroller ve şogaoller öne çıkmaktadır (Kırar, 2022).

2. DİYABETİN TANIMI VE SINIFLANDIRILMASI

Diyabet, 21. yüzyılın en önemli küresel sağlık sorunlarından biri olarak değerlendirilmektedir. Hastalığın toplumlar üzerindeki ekonomik ve sosyal yükü giderek artmaktadır. Dünya genelinde yaklaşık her 100 yetişkinden 8,3'ünün diyabetli olduğu tahmin edilmekte olup, diyabetli bireylerin sayısının 2014 yılında 387 milyon iken 2035 yılında 592 milyona ulaşacağı öngörülmüştür (Coşansu, 2015).

Diabetes mellitus, insülinin mutlak veya göreceli yetersizliği sonucunda ortaya çıkan, kan glukoz düzeylerinin normal sınırların üzerinde seyretmesi ve organizmanın glukozu kullanma ve metabolize etme süreçlerinin bozulmasıyla karakterize kronik bir metabolik hastalıktır. Kronik bir metabolik hastalık olan diyabet, yeterli düzeyde kontrol altına alınmadığında göz, kalp ve böbrek başta olmak üzere çeşitli organ ve sistemlerde ciddi hasarlara yol açabilmekte ve mortalite riskini artırabilmektedir. Diyabetin erken dönemde tanılanması, hastalığa bağlı gelişebilecek komplikasyonların önlenmesi veya geciktirilmesi ve bireylerin yaşam kalitesinin artırılması açısından büyük önem taşımaktadır (Sevli, 2022).

2.1 Tip 1 Diabetes Mellitus

Tip 1 diabetes mellitus (Tip 1 DM), pankreasın β-hücrelerinde meydana gelen hasar sonucunda gelişen ve insülin üretimindeki yetersizlikle karakterize kronik bir metabolik hastalıktır. Hastalık, karbonhidrat, yağ ve protein metabolizmasında çeşitli bozukluklara yol açmaktadır. Çocukluk ve adölesan dönemde en sık görülen endokrin hastalıklardan biri olarak kabul edilmektedir. Tip 1 DM'nin ortaya çıkışında genetik yatkınlığın yanı sıra çevresel etmenler ve otoimmün mekanizmaların karşılıklı etkileşimi önemli rol oynamaktadır. Hastalığın patogenezinde, bağışıklık sisteminin pankreatik β-hücrelerine karşı geliştirdiği otoimmün yanıt sonucunda bu hücrelerin progresif olarak yıkıma uğraması ve buna bağlı olarak mutlak insülin eksikliğinin gelişmesi temel mekanizmayı oluşturmaktadır (Savaş ve ark., 2019).

2.2 Tip 2 Diabetes Mellitus

Tip 2 diabetes mellitus (Tip 2 DM), pankreasın β-hücre fonksiyonlarının ilerleyici kaybı ve kas, yağ dokusu ve karaciğer gibi hedef dokularda insülinin etkilerine karşı gelişen direnç ile karakterize kronik bir metabolik hastalıktır. β-hücre fonksiyonlarındaki azalma hastalığın temel özelliklerinden biri olmakla birlikte, insülin direnci de Tip 2 DM'nin patogenezinde önemli bir rol oynamaktadır (Eray ve Balcı, 2005). Tip 2 diyabet, erişkinlerde en sık görülen diyabet tipi olup hiperglisemi, değişen derecelerde insülin yetersizliği ve insülin

direnci ile karakterizedir. Hastaların önemli bir bölümü asemptomatik seyretmekte ve hiperglisemi çoğunlukla rutin laboratuvar incelemeleri sırasında saptanmaktadır (Uygur ve Yavuz, 2017).

Tip 2 DM prevalansı, obezite sıklığındaki artışla paralel olarak yükselmektedir. Artmış beden kitle indeksi (BKİ) ve bel çevresi (BÇ) ile Tip 2 DM gelişme riski arasında anlamlı bir ilişki bulunmaktadır. Obezite, özellikle artmış abdominal yağlanma ile birlikte, Tip 2 DM gelişme riskini artıran önemli risk faktörlerinden biri olarak değerlendirilmektedir (Karslıoğlu, 2019).

İnsülin yetersizliği ve insülin direncinin gelişiminde genetik ve çevresel etmenlerin birlikte rol oynaması nedeniyle, her birey için kesin bir etiyolojik neden belirlemek güçtür. Bunun yanı sıra, kronik hipergliseminin kendisi pankreatik β-hücre fonksiyonlarını olumsuz etkileyerek insülin direncinin daha da artmasına katkıda bulunabilmektedir (Uygur ve Yavuz, 2017).

2.3 Gestasyonel Diyabet

Gestasyonel diabetes mellitus (GDM), gebelik öncesinde mevcut olduğu bilinmeyen veya tanı almamış diyabetten farklı olarak, ilk kez gebeliğin ikinci veya üçüncü trimesterinde saptanan glukoz metabolizması bozukluğu olarak tanımlanmaktadır. GDM tanısı, Tip 1 veya Tip 2 DM tanı kriterlerini karşılamayan ve gebelik sürecinde ortaya çıkan hiperglisemik durumu ifade etmektedir (ADA Diabetes Care, 2015). GDM prevalansının dünya genelinde gebeliklerin yaklaşık %1–14'ü arasında değiştiği, Türkiye'de ise GDM prevalansının %2.6–27.9 arasında farklılık gösterdiği bildirilmektedir (Dursun ve Kızıltan, 2019).

GDM, anne ve fetüs açısından kısa ve uzun vadede çeşitli komplikasyonlarla ilişkilidir. Fetal açıdan makrozomi, omuz distosisi, doğum komplikasyonları, fetal anomaliler, intrauterin fetal ölüm, yenidoğan hipoglisemisi ve hiperbilirubinemi, maternal hiperglisemi ile ilişkili başlıca komplikasyonlar arasında yer almaktadır. Maternal açıdan ise GDM; sezaryen doğum ve erken doğum, preeklampsi, hipertansiyon gibi olumsuz gebelik sonuçlarının riskini artırabilmektedir (ADA Diabetes Care, 2015).

2.4 Zencefilin Diyabet Üzerinde Etkileri

Zencefilin Tip 2 DM'li bireylerde glisemik kontrol, insülin duyarlılığı ve lipid metabolizması üzerinde olumlu etkiler gösterebildiği ve bu etkilerin CRP, IL-6 ve TNF-α gibi inflamatuvar belirteçlerin düzeylerinde azalma ile ilişkili olduğu bildirilmektedir. Ayrıca zencefilin serotonin reseptörleri üzerinde antagonistik etki gösterebildiği ve bağırsaklardaki glukozidaz ve amilaz enzimlerinin aktivitelerini inhibe ederek glukoz emilimini azaltabileceği ortaya konulmuştur (Mashhadi, ve ark., 2013; Aryaeian, ve Tavakkoli, 2015; Bayraktar, 2021).

Zencefilde bulunan 6-gingerol ve 6-şogaol gibi biyoaktif bileşiklerin diyabetle ilişkili metabolik süreçler üzerinde etkili olabileceği; galanolakton, diterpenoidler ve gingeroller gibi bileşenlerin ise glukoz metabolizması ve insülin duyarlılığı üzerinde potansiyel katkılar sağlayabileceği bildirilmektedir. Bu bulgular, zencefilin diyabetin önlenmesi ve yönetiminde potansiyel bir tamamlayıcı beslenme bileşeni olabileceğini düşündürmektedir (Siregar ve ark., 2022).

Yapılan bir çalışmada, diyabet tanısı bulunan 88 katılımcı rastgele zencefil (GG) ve plasebo (PG) gruplarına ayrılmıştır. GG grubundaki katılımcılara 8 hafta boyunca günde üç kez, her biri 1 g zencefil tozu içeren kapsüller; PG grubundaki katılımcılara ise aynı süre boyunca günde üç kez, her biri 1 g mikrokristalin içeren kapsüller uygulanmıştır. Müdahale öncesinde ve sonrasında katılımcıların HbA1c, fruktozamin, açlık kan şekeri (AKŞ), açlık insülini, homeostaz modeli değerlendirmesi-insülin direnci indeksi (HOMA-IR), β-hücre fonksiyonu (β%), insülin duyarlılığı (S%) ve kantitatif insülin duyarlılığı kontrol indeksi (QUICKI) parametreleri değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda, 8 hafta boyunca günde üç adet 1 g zencefil tozu içeren kapsül tüketiminin Tip 2 DM'li bireylerde açlık kan şekeri (FBS) ve HbA1c düzeylerinde azalma sağladığı ve QUICKI indeksi gibi insülin duyarlılığı göstergelerinde iyileşme ile ilişkili olduğu belirlenmiştir. Bu bulgular, zencefil takviyesinin Tip

2 DM'li bireylerde glisemik kontrol ve insülin duyarlılığının desteklenmesine katkı sağlayabileceğini düşündürmektedir (Mozaffari-Khosravi ve ark. 2013).

Arablou ve ark., (2014) tarafından yapılan, Tip 2 DM'li bireylerde zencefil tüketiminin glisemik kontrol, lipid profili ve bazı inflamatuvar belirteçler üzerindeki etkilerini değerlendirmek amacıyla gerçekleştirilen çift kör, plasebo kontrollü klinik çalışmaya 70 hasta dahil edilmiştir. Katılımcılar rastgele zencefil ve kontrol gruplarına ayrılmıştır. Zencefil grubundaki katılımcılara 12 hafta boyunca günlük 1600 mg zencefil, kontrol grubundaki katılımcılara ise aynı süre boyunca günlük 1600 mg buğday unu (plasebo) verilmiştir. Müdahale öncesinde ve sonrasında serum glukoz, lipid profili, C-reaktif protein (CRP), prostaglandin E2 (PGE2) ve tümör nekroz faktörü alfa (TNF-α) düzeyleri değerlendirilmiştir.

Çalışma sonucunda, plasebo grubuyla karşılaştırıldığında zencefil grubunda açlık plazma glukozu, HbA1c, insülin, HOMA-IR, trigliserit, toplam kolesterol, CRP ve PGE2 düzeylerinde anlamlı azalmalar gözlenmiştir ($p<0.05$). Buna karşılık, HDL, LDL ve TNF-α düzeyleri açısından gruplar arasında anlamlı bir farklılık saptanmamıştır ($p>0.05$). Sonuç olarak, zencefil tüketiminin Tip 2 DM'li bireylerde insülin duyarlılığı, bazı lipid parametreleri ve inflamatuvar belirteçler üzerinde olumlu etkiler gösterebileceği bildirilmiştir. Bununla birlikte, zencefilin diyabet komplikasyonlarının önlenmesindeki rolünün ve klinik etkinliğinin kesin olarak ortaya konulabilmesi için daha geniş örneklemli ve uzun süreli klinik çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır.

Shidfar ve ark. (2015) tarafından insülin tedavisi kullanmayan, 20–60 yaş aralığındaki Tip 2 DM'li bireyler üzerinde çift kör, plasebo kontrollü ve randomize bir klinik çalışma yürütülmüştür. Müdahale grubundaki katılımcılara 3 ay boyunca günlük 3 g toz zencefil, kontrol grubundaki katılımcılara ise aynı süre boyunca plasebo olarak laktoz verilmiş ve her iki uygulama da kapsül formunda gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın başlangıcında ve sonunda, 12 saatlik açlık sonrasında glisemik parametreler, toplam antioksidan kapasite (TAC), malondialdehit (MDA), C-reaktif protein (CRP), serum paraoksonaz düzeyleri (PON-1), besin tüketimi ve fiziksel aktivite düzeyleri değerlendirilmiştir. Araştırma sonucunda, Tip 2 DM'li bireylerde 3 ay boyunca uygulanan zencefil takviyesinin glisemik parametreler, toplam antioksidan kapasite (TAC) ve paraoksonaz-1 (PON-1) aktivitesi üzerinde olumlu etkiler sağladığı belirlenmiştir.

Yapılan başka bir araştırmada, PubMed, Scopus ve Web of Science veri tabanlarında, Ocak 2022 tarihine kadar Tip 2 DM hastalarında zencefilin etkilerini inceleyen randomize kontrollü çalışmalar sistematik olarak taranmıştır. Tip 2 DM tedavisindeki glisemik kontrolü değerlendirmek amacıyla açlık kan şekeri (AKŞ) ve glikozillenmiş hemoglobin (HbA1c) temel sonuç ölçütleri olarak ele alınmıştır. Çalışmaların verilerindeki uygunluk ve homojenlik dikkate alınarak meta-analiz gerçekleştirilmiştir. Analize toplam beş çalışma dahil edilmiştir. Katılımcılara günde iki kez *Zingiber officinale* (zencefil) tozu içeren kapsüller verilmiş olup, günlük doz 1.2–2 g arasında, müdahale süresi ise 4–12 hafta arasında değişmiştir. Meta-analiz sonuçları, zencefil takviyesinin açlık kan şekeri (AKŞ) ve HbA1c düzeyleri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin bulunmadığını göstermiştir. Bununla birlikte, bireysel çalışmalar arasında farklı sonuçlar elde edilmiş ve iki çalışmada AKŞ düzeylerinde anlamlı azalma bildirilmiştir. Bu bulgular, zencefilin yardımcı bir beslenme bileşeni olarak potansiyel taşıyabileceğini düşündürmekle birlikte, çalışmaların sonuçları bir arada değerlendirildiğinde Tip 2 DM'li bireylerde glisemik kontrol üzerindeki genel etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığını göstermektedir. Mevcut literatürde bu konuyu ele alan çalışmaların sayısının sınırlı olması, elde edilen sonuçların genellenebilirliğini kısıtlamaktadır. Bu nedenle, zencefil takviyesinin Tip 2 DM'li bireylerde glisemik kontrol ve diğer metabolik parametreler üzerindeki etkilerini daha kesin biçimde ortaya koymak amacıyla, geniş örneklem büyüklüğüne sahip, uzun süreli ve metodolojik açıdan yüksek kaliteli randomize kontrollü çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır (Schumacher ve ark. 2024).

3. SONUÇ

Bu derlemede, zencefilin diyabet üzerindeki olası metabolik etkileri mevcut literatür doğrultusunda kapsamlı bir bakış açısıyla ele alınmıştır. İncelenen çalışmaların önemli bir bölümü, zencefil tüketiminin glisemik kontrol göstergeleri üzerinde olumlu etkiler sağlayabileceğini ortaya koymaktadır. Özellikle açlık kan glukozu ve HbA1c düzeyleri, insülin duyarlılığı göstergeleri ve lipid profili üzerinde gözlenen olumlu değişiklikler, zencefilin diyabet yönetiminde tamamlayıcı bir beslenme bileşeni olarak potansiyel taşıdığını düşündürmektedir. Söz konusu etkilerin, zencefilde bulunan fenolik bileşiklerin antioksidan ve antiinflamatuvar özelliklerinin yanı sıra glukoz metabolizması üzerindeki düzenleyici etkileriyle ilişkili olabileceği ileri sürülmektedir.

Bununla birlikte, mevcut bulguların genellenebilirliği çeşitli metodolojik sınırlılıklar nedeniyle kısıtlıdır. Çalışmalar arasında kullanılan zencefil dozları, müdahale süreleri, preparatların hazırlanma ve uygulama şekilleri ile katılımcıların demografik ve klinik özellikleri açısından belirgin farklılıklar bulunmaktadır. Bu heterojenlik, zencefilin diyabet yönetimindeki etkinliğine ilişkin kesin sonuçlara ulaşılmasını güçleştirmektedir. Bu nedenle, zencefilin etkinliğini ve güvenilirliğini daha net biçimde ortaya koymak amacıyla standartlaştırılmış preparatların kullanıldığı, geniş örneklem büyüklüğüne sahip, uzun süreli ve iyi tasarlanmış randomize kontrollü çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Genel olarak değerlendirildiğinde, mevcut kanıtlar zencefilin diyabetli bireylerde tıbbi tedaviye ek olarak kullanılabilecek potansiyel bir beslenme bileşeni olabileceğini düşündürmektedir. Bununla birlikte, zencefilin mevcut farmakolojik tedavilerin yerine geçebilecek birincil tedavi yöntemi olarak değerlendirilmemesi gerekmektedir. Zencefil kullanımına ilişkin önerilerin, bireyin klinik durumu, beslenme alışkanlıkları, kullandığı ilaçlar ve mevcut tedavi planı dikkate alınarak sağlık profesyonellerinin rehberliğinde oluşturulması uygun olacaktır.

KAYNAKLAR

Ahmad, B., Rehman, M. U., Amin, I., Arif, A., Rasool, S., Bhat, S. A., ... & Mir, M. U. R. (2015). A review on pharmacological properties of zingerone (4-(4-Hydroxy-3-methoxyphenyl)-2-butanone). *The Scientific World Journal*, 1, 816364.

American Diabetes Association (2015). Management of diabetes in pregnancy. Sec. 12. In Standards of Medical Care in Diabetes. Diabetes Care, 38 (Suppl. 1): S77–S79

Aryaeian, N., & Tavakkoli, H. (2015). Ginger and its effects on inflammatory diseases. *Advances in Food Technology and Nutrition Sciences–Open Journal*, *1*(4), 97-101.

Baycan, N. Y. (2023). Su Içinde Yağ Emülsiyonlarında Zencefil Enkapsülasyonu, Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi.

Bayraktar, D. Z. (2021). Zencefil'in (*Zıngıber Officınale Roscoe*) insan sağlığı üzerine çeşitli terapötik etkileri. *Karya Journal of Health Science,* 2(2), 55-60

Coşansu, G. (2015). Diyabet: Küresel bir salgın hastalık. *Okmeydanı Tıp Dergisi*, *31*, 1-6.

Dursun, E. M. A., & Kızıltan, G. (2019). Gestasyonel Diyabet ve Risk Faktörleri. *Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*, *4*(2), 132-146.

Eray, E., & Balcı, M. K. (2005). Tip 2 diyabet tedavisi. *Dahili Tıp Bilimleri Dergisi*, *12*(2), 66-69.

Güceyü, Ç., Goncagül, G., Günaydın, E., & Akpınar, P. (2019). Zencefil'in antibakteriyal etkisi (antibacterial effect of Zingiber officinale (Ginger)). *Etlik Veteriner Mikrobiyoloji Dergisi*, 30(1), 44-50.

Karslıoğlu, D. H. (2019). Obezite, tip 2 diyabet ve beslenme. *Klinik Tıp Bilimleri*, *7*(3), 36-43.

Kırar, N. (2022). Broiler piliçlerde probiyotik ile zencefil (*Zingiber officinale*) ilavesinin besi performansı, viral aşılara karşı immun yanıt ve gen ekspresyonları üzerine etkisi, Doktora Tezi, Harran Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Kumar Gupta, S., & Sharma, A. (2014). Medicinal properties of Zingiber officinale Roscoe-A review. *J. Pharm. Biol. Sci*, *9*, 124-129.

Langner, E., Greifenberg, S., & Gruenwald, J. (1998). Ginger: history and use. *Advances inTherapy*, *15*(1), 25-44.

Marcello S, (2001). The psychopharmacology of herbal medications: plant drugs that alter mind, brain, and behavior. The MIT Press, Cambridge, UK.

Mashhadi, N. S., Ghiasvand, R., Hariri, M., Askari, G., Feizi, A., Darvishi, L., ... & Barani, A. (2013). Effect of ginger and cinnamon intake on oxidative stress and exercise performance and body composition in Iranian female athletes. *International Journal of Preventive Medicine*, *4*(Suppl 1), S31.

Mozaffari-Khosravi, H., Talaei, B., Jalali, B. A., Najarzadeh, A., & Mozayan, M. R. (2014). The effect of ginger powder supplementation on insulin resistance and glycemic indices in patients with type 2 diabetes: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Complementary therapies in medicine*, *22*(1), 9-16.

Uygur, M. M., & Yavuz, D. G. (2017). Diyabet tanısı ve sınıflandırılması. *Turkiye Klinikleri J Nutr Diet-Special Topics*, *3*(3), 120-129.

Savaş, S., Aktar, F., & Haspolat, Y. K. (2019). Tip 1 Diyabetes Mellitus. *Çocuk ve Ergenlerde Diyabetes Mellitus*, 13.

Semwal, R. B., Semwal, D. K., Combrinck, S., & Viljoen, A. M. (2015). Gingerols and shogaols: Important nutraceutical principles from ginger. *Phytochemistry*, *117*, 554-568.

Sevli, O. (2022). Diyabet hastalığının farklı sınıflandırıcılar kullanılarak teşhisi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, *38*(2), 989-1002.

Shidfar, F., Rajab, A., Rahideh, T., Khandouzi, N., Hosseini, S., & Shidfar, S. (2015). The effect of ginger (Zingiber officinale) on glycemic markers in patients with type 2 diabetes. *Journal of Complementary and Integrative Medicine*, *12*(2), 165-170.

Schumacher, J. C., Mueller, V., Sousa, C., Peres, K. K., da Mata, I. R., Menezes, R. C. R., & Dal Bosco, S. M. (2024). The effect of oral supplementation of ginger on glycemic control of patients with type 2 diabetes mellitus-A systematic review and meta-analysis. *Clinical Nutrition ESPEN*, *63*, 615-622.

Singletary, K. (2010). Ginger: An overview of health benefits *Nutrition Today* 45(4), 171-183.

Siregar, R. S., Hadiguna, R. A., Kamil, I., Nazir, N., & Nofialdi, N. (2022). Ginger (Zingiber officinale R.) as a Potent Medicinal Plant for the Prevention and Treatment of Diabetes Mellitus: A Review. *Tropical Journal of Natural Product Research*, *6*(4), 462.

Zadeh, J.B., Moradi-Kor, N. (2013). Physiological and pharmaceutical effects of Ginger (Zingiber officinale Roscoe) as a valuable medicinal plant. *European Journal of Experimental Biology*. 4(1), 87-90

Yeşiloğlu, Y., & Aydın, H. (2010). Zencefilin (Zingiber officinale) antioksidan aktivitesinin incelenmesi. 24. *Ulusal Kimya Kongresi, Zonguldak, Türkiye.*

ANNE SÜTÜNÜN SAĞILMASI VE SAKLANMASI: GÜNCEL UYGULAMALAR, EĞİTİM VE HEMŞİRELERİN ROLÜ

Gizem ÇALIŞKAN[1] , Dr. Öğr Üyesi Aslı URAL[2]

[1]Yozgat Bozok Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Kadın Sağlığı ve Hastalıkları Hemşireliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Öğrencisi, Yozgat.

E-mail: gizem.caliskan@yobu.edu.tr

ORCID: 0009-0006-7812-8620

[2]Yozgat Bozok Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Ebelik Bölümü, Yozgat.

E-mail: asli.ural@yobu.edu.tr

ORCID: 0000-0002-0118-4505

ÖZET

Anne sütü, yenidoğanın büyüme ve gelişmesini destekleyen, enfeksiyonlara karşı koruyucu özellikler taşıyan ve anne-bebek bağlanmasına katkı sağlayan eşsiz bir besindir. Yaşamın ilk altı ayında yalnızca anne sütü ile beslenme önerilmekle birlikte, anne-bebek ayrılığı, prematüre doğum, yenidoğanın emme güçlüğü yaşaması ve annenin çalışma yaşamına dönmesi gibi durumlarda anne sütünün sağılması ve uygun koşullarda saklanması önem kazanmaktadır. Bu derlemede anne sütünün sağılması, saklanması, dondurulması, çözündürülmesi, hastane ortamında güvenli yönetimi ve hemşirelik yaklaşımının güncel literatür doğrultusunda ele alınması amaçlanmıştır. Anne sütü; elle, manuel pompa veya elektrikli pompa ile sağılabilmekte; yöntem seçimi annenin gereksinimleri ve sağım sıklığına göre değişebilmektedir. Sağılmış sütün biyolojik değerinin korunması için el ve ekipman hijyeninin sağlanması, uygun saklama kaplarının kullanılması, sıcaklık ve süre koşullarına uyulması, sütlerin tarih ve saat bilgileriyle etiketlenmesi gerekmektedir. Dondurma ve çözündürme işlemlerinin bazı biyolojik bileşenlerde değişikliklere yol açabileceği, çözündürme sırasında mikrodalga kullanımından kaçınılması ve çözündürülmüş sütün yeniden dondurulmaması gerektiği vurgulanmaktadır. Ayrıca anne eğitimi ve emzirme danışmanlığı, annelerin doğru sağım ve saklama becerileri kazanmasında temel bir role sahiptir. Özellikle yenidoğan yoğun bakım ünitelerinde hemşireler; sağım, saklama, taşıma, hazırlama, etiketleme ve doğru bebeğe ulaştırma süreçlerinde hasta güvenliğinin sağlanmasına katkı sağlamaktadır. Sonuç olarak anne sütü yönetimi; klinik uygulama, eğitim, danışmanlık ve hasta güvenliği bileşenlerinin bütüncül olarak ele alınmasını gerektiren çok boyutlu bir süreçtir.

Anahtar Kelimeler: Anne sütü, süt sağma, süt saklama, emzirme danışmanlığı, hemşirelik.

EXPRESSING AND STORING HUMAN MILK: CURRENT PRACTICES, EDUCATION, AND THE ROLE OF NURSES

Gizem ÇALIŞKAN[1], Asst. Prof. Aslı URAL[2]

[1]Yozgat Bozok University, Institute of Graduate Education, Department of Women's Health and Diseases Nursing, Master's Student, Yozgat, Türkiye

E-mail: gizem.caliskan@yobu.edu.tr

ORCID: 0009-0006-7812-8620

[2]Yozgat Bozok University, Faculty of Health Sciences, Department of Midwifery, Yozgat, Türkiye

E-mail: asli.ural@yobu.edu.tr

ORCID: 0000-0002-0118-4505

ABSTRACT

Breast milk is a unique source of nutrition that supports infant growth and development, provides protection against infections, and contributes to mother–infant bonding. Although exclusive breastfeeding is recommended during the first six months of life, expressing and appropriately storing breast milk becomes particularly important in situations such as mother–infant separation, preterm birth, infant feeding difficulties, and maternal return to work. This review aims to examine breast milk expression, storage, freezing, thawing, safe management in hospital settings, and nursing care based on current evidence.

Breast milk can be expressed by hand or with manual or electric breast pumps, and the choice of method may vary according to the mother's needs and frequency of expression. To preserve the biological properties of expressed breast milk, appropriate hand and equipment hygiene, suitable storage containers, adherence to recommended storage temperatures and durations, and accurate labeling with the date and time of expression are essential. Freezing and thawing may affect certain bioactive components of breast milk; therefore, microwave heating should be avoided, and thawed milk should not be refrozen. Maternal education and breastfeeding counseling play an important role in helping mothers develop appropriate breast milk expression and storage skills. Particularly in neonatal intensive care units, nurses contribute to patient safety through their roles in milk expression, storage, transportation, preparation, labeling, and administration to the intended infant.

In conclusion, breast milk management is a multidimensional process that requires the integrated consideration of clinical practice, education, counseling, and patient safety.

Keywords: Breast milk, milk expression, milk storage, breastfeeding counseling, nursing.

GİRİŞ

Anne sütü, yenidoğanın fizyolojik gereksinimlerine uygun olarak üretilen, beslenme açısından ideal özelliklere sahip doğal bir besindir. İçeriğinde bulunan proteinler, yağlar, karbonhidratlar, vitaminler, mineraller ve immünolojik bileşenler sayesinde yalnızca büyüme ve gelişmeyi desteklemekle kalmayıp enfeksiyonlara karşı koruyucu etki de göstermektedir (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2015a). Bu nedenle yaşamın ilk altı ayında yalnızca anne sütü ile beslenme önerilmekte, emzirmenin uygun tamamlayıcı besinlerle birlikte iki yaş ve sonrasına kadar sürdürülmesi tavsiye edilmektedir.

Her ne kadar doğrudan emzirme anne sütü ile beslenmede temel yöntem olarak kabul edilse de bazı durumlarda anne sütünün sağılması ve saklanması gerekli olabilmektedir. Prematüre doğum, anne ile bebeğin ayrı kalması, yenidoğanın emme güçlüğü yaşaması, annenin çalışma yaşamına dönmesi veya süt üretiminin sürdürülmesinin amaçlandığı durumlar bu gereksinimin başlıca nedenleri arasında yer almaktadır. Bu süreçte süt sağma uygulamaları, bebeğin anne sütü almaya devam etmesini sağlarken aynı zamanda süt üretiminin korunmasına katkıda bulunmaktadır (Karabayır, 2021; Karagöz, 2017).

Anne sütünün sağılması kadar uygun koşullarda saklanması da önem taşımaktadır. Saklama sürecinde sıcaklık, hijyen koşulları, kullanılan kap türü ve saklama süresi sütün kalitesini etkileyebilmektedir. Ayrıca dondurma ve çözündürme işlemleri bazı biyolojik bileşenlerde değişikliklere yol açabilmekte, bu nedenle önerilen uygulamalara uyulması gerekmektedir (American Academy of Pediatrics [AAP], 2025; Centers for Disease Control and Prevention [CDC], 2026).

Anne sütü yönetimi yalnızca teknik bir uygulama olarak değerlendirilmemelidir. Bu süreç; anne eğitimi, danışmanlık hizmetleri, sağlık profesyonellerinin rehberliği ve uygun sağlık politikaları ile desteklenmesi gereken çok boyutlu bir bakım alanıdır. Özellikle ebe ve hemşireler, annelerin süt sağma ve saklama uygulamalarını doğru şekilde gerçekleştirmelerinde önemli sorumluluklar üstlenmektedir (Gazi Üniversitesi Emzirme Destek Merkezi, 2015).

Çalışma kapsamında anne sütü sağma ve saklama uygulamaları, hijyen ilkeleri, dondurma ve çözündürme süreçleri, anne eğitimi ve emzirme danışmanlığı, anne sütü bankacılığı ve hastane ortamında güvenli anne sütü yönetimine ilişkin kaynaklar değerlendirilmiştir. Elde edilen bilgiler konu başlıkları doğrultusunda sınıflandırılarak klinik, eğitsel ve hemşirelik boyutları açısından ele alınmıştır

ANNE SÜTÜNÜN SAĞILMASI VE SAĞIM GEREKSİNİMLERİ

Anne sütü sağımı, doğrudan emzirmenin mümkün olmadığı veya süt üretiminin desteklenmesinin amaçlandığı durumlarda kullanılan önemli bir uygulamadır. Sağım sayesinde anne sütü üretiminin devamlılığı sağlanmakta, memede oluşabilecek dolgunluk ve rahatsızlık hissi azaltılmakta ve bebeğin anne sütü ile beslenmesi sürdürülebilmektedir (La Leche League Great Britain, 2022 Karabayır, 2021).

Süt sağma gereksinimi farklı klinik ve sosyal nedenlerle ortaya çıkabilmektedir. Anne ile bebeğin geçici veya uzun süreli ayrı kalması, annenin çalışma yaşamına dönmesi, prematüre doğum, yenidoğanın emme veya yutma güçlüğü yaşaması, bebeğin hastanede yatması ve emzirmenin doğrudan sürdürülemediği diğer durumlar bu nedenlerin başında gelmektedir (Karabayır, 2021). Ayrıca süt miktarının artırılmasının amaçlandığı durumlarda, relaktasyon sürecinde ve karma beslenmeden tekrar yalnızca anne sütüne dönüş planlandığında da sağım uygulamalarından yararlanılmaktadır (World Health Organization [WHO], 2022).

Sağım uygulamalarının temel amacı yalnızca süt elde etmek değildir. Aynı zamanda süt üretiminin devamını sağlamak, memedeki dolgunluğu azaltmak ve bebeğin anne sütü ile beslenmesini sürdürmektir. Bu nedenle süt sağımı, emzirmenin yerine geçen bir uygulama olarak değil, emzirmenin sürdürülebilirliğini destekleyen tamamlayıcı bir yaklaşım olarak değerlendirilmelidir (La Leche League Great Britain, 2022).

Özellikle prematüre ve düşük doğum ağırlıklı bebeklerde anne sütü sağımı büyük önem taşımaktadır. Bu bebekler çoğu zaman doğrudan emzirmeye hazır olmadıkları için anne sütü sağımı, anne sütü ile beslenmenin sürdürülmesinde temel yöntemlerden biri haline gelmektedir. Erken dönemde başlanan ve düzenli sürdürülen sağım uygulamalarının süt üretiminin korunmasına katkı sağladığı bildirilmektedir (World Health Organization [WHO], 2023).

Süt miktarı anneden anneye farklılık gösterebilmekte ve sağımın ilk günlerinde elde edilen süt miktarının az olması normal kabul edilmektedir. Özellikle kolostrum döneminde az miktarda süt elde edilmesi fizyolojik bir durumdur. Düzenli sağım uygulamalarının sürdürülmesiyle birlikte süt üretiminin giderek arttığı bilinmektedir (La Leche League Great Britain, 2022).

SÜT SAĞMA YÖNTEMLERİ

Anne sütü sağımı; elle sağım, manuel pompa ile sağım ve elektrikli pompa ile sağım olmak üzere farklı yöntemlerle gerçekleştirilebilmektedir. Kullanılacak yöntemin seçimi annenin gereksinimleri, sağım sıklığı, kullanım süresi ve mevcut koşullara göre değişebilmektedir (La Leche League Great Britain, 2022).

Elle Sağım

Elle sağım, herhangi bir ekipman gerektirmemesi, ekonomik olması ve enfeksiyon riskinin düşük olması nedeniyle önemli bir yöntem olarak kabul edilmektedir. Literatürde tüm annelerin temel düzeyde elle sağım tekniğini öğrenmesi önerilmektedir (T.C. Sağlık Bakanlığı Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü, 2019).

Elle sağım öncesinde el hijyeninin sağlanması, annenin rahat bir pozisyonda bulunması ve memeye hafif masaj uygulanması önerilmektedir. Sağım sırasında başparmak ve diğer parmaklar meme başının etrafındaki areola bölgesinin gerisine yerleştirilerek ritmik hareketlerle süt akışı sağlanmaktadır (T.C. Sağlık Bakanlığı Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü, 2019).

Elle sağım özellikle doğum sonrası ilk günlerde kolostrumun elde edilmesinde ve kısa süreli sağım gereksinimlerinde etkili bir yöntem olarak değerlendirilmektedir (T.C. Sağlık Bakanlığı Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü, 2019).

Manuel Pompa ile Sağım

Manuel pompalar, annenin el gücüyle çalıştırdığı ve süt sağımını kolaylaştıran araçlardır. Bu yöntem, düzenli ancak yoğun olmayan sağım gereksinimi bulunan anneler için uygun bir seçenek olarak kabul edilmektedir (Karabayır, 2021).

Manuel pompaların taşınabilir olması ve elektrik gerektirmemesi önemli avantajlar arasında yer almaktadır. Bununla birlikte uzun süreli ve sık sağım gerektiren durumlarda kullanımının yorucu olabileceği bildirilmektedir (Karabayır, 2021).

Elektrikli Pompa ile Sağım

Elektrikli pompalar, özellikle düzenli ve sık süt sağımı gereken durumlarda tercih edilmektedir. Anne ile bebeğin ayrı kaldığı durumlarda ve yenidoğan yoğun bakım ünitelerinde yatan bebeklerin annelerinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Stanford Medicine Children's Health, 2023).

Çiftli elektrikli pompalar her iki memeden aynı anda sağım yapılmasına olanak tanıyarak zamandan tasarruf sağlamakta ve süt üretiminin sürdürülmesine katkıda bulunmaktadır. Anne-bebek ayrılığının bulunduğu durumlarda günde yaklaşık 8–10 kez sağım yapılmasının süt üretiminin korunmasına yardımcı olduğu bildirilmektedir (La Leche League Great Britain, 2022; Stanford Medicine Children's Health, 2023).

Alternatif Besleme Yöntemleri

Doğrudan emzirmenin mümkün olmadığı durumlarda sağılmış anne sütünün bebeğe verilmesi için çeşitli alternatif besleme yöntemleri kullanılabilmektedir. Fincan, kaşık, enjektör, damlalık, parmak besleme ve destekleyici emzirme sistemi bu yöntemler arasında yer almaktadır (Karabayır, 2021).

Bu yöntemlerin temel amacı, bebeğin anne sütü ile beslenmesini sürdürürken emzirme davranışını korumaktır. Özellikle fincan ve kaşıkla besleme uygulamalarının biberon kullanımına bağlı gelişebilecek meme reddi riskini azaltabileceği belirtilmektedir (Karabayır, 2021). Ancak kullanılacak yöntemin bebeğin klinik durumu ve bireysel gereksinimleri doğrultusunda belirlenmesi gerekmektedir.

Sonuç olarak süt sağma yöntemlerinin doğru seçimi ve uygun tekniklerin kullanılması, anne sütü üretiminin sürdürülmesi ve bebeğin anne sütü ile beslenmeye devam etmesi açısından büyük önem taşımaktadır (Karagöz, 2017).

ANNE SÜTÜNÜN SAKLANMASI VE HİJYEN İLKELERİ

Anne sütünün sağılması kadar uygun koşullarda saklanması da süt kalitesinin korunması açısından önem taşımaktadır. Sağılmış anne sütü; içerdiği besin ögeleri, immünolojik bileşenler ve biyolojik olarak aktif maddeler nedeniyle özel saklama koşulları gerektirmektedir. Saklama sürecinde hijyen kurallarına uyulması ve uygun sıcaklık koşullarının sağlanması, sütün güvenli biçimde kullanılabilmesi açısından temel gereklilikler arasında yer almaktadır (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2022).

Anne sütü saklama süreleri kullanılan rehberlere göre küçük farklılıklar göstermekle birlikte genel olarak oda sıcaklığında kısa süreli, buzdolabında orta süreli ve dondurucuda uzun süreli saklama mümkün olmaktadır. American Academy of Pediatrics [AAP] taze sağılmış anne sütünün yaklaşık 25°C oda sıcaklığında dört saate kadar güvenli biçimde saklanabileceğini belirtmektedir. Daha uzun süreli saklama gerektiğinde sütün mümkün olan en kısa sürede buzdolabına yerleştirilmesi önerilmektedir (American Academy of Pediatrics [AAP], 2025a; AAP, 2025b).

Buzdolabında yaklaşık 4°C sıcaklıkta saklanan anne sütü dört güne kadar kullanılabilmektedir. Daha uzun süreli saklama gerektiğinde dondurma işlemi önerilmektedir. Standart dondurucularda anne sütü yaklaşık altı ay, derin dondurucularda ise on iki aya kadar saklanabilmektedir. Bununla birlikte süt kalitesinin korunabilmesi için mümkün olduğunca erken kullanılması önerilmektedir (AAP, 2025a).

Sağılan sütün küçük porsiyonlar hâlinde saklanması önerilmektedir. Bu uygulama hem israfı azaltmakta hem de kullanılacak miktarın daha güvenli şekilde hazırlanmasını sağlamaktadır. Saklama kaplarının üzerine sağım tarihi ve saati yazılmalı, kullanım sırasında ilk sağılmış süt öncelikli olarak tercih edilmelidir (AAP, 2025b).

Saklama Kapları ve Hijyen

Anne sütü saklama sürecinde hijyen uygulamaları büyük önem taşımaktadır. Sağım öncesinde el hijyeninin sağlanması, kullanılan ekipmanların temiz olması ve saklama kaplarının uygun şekilde hazırlanması gerekmektedir (AAP, 2025b).

Literatürde cam ve polipropilen kapların anne sütü saklanmasında güvenli seçenekler olduğu bildirilmektedir. Bununla birlikte günümüzde anne sütü saklamak amacıyla üretilmiş özel saklama torbaları da yaygın olarak kullanılmaktadır. Kullanılacak kabın temiz, sızdırmaz ve gıda ile temasa uygun materyalden üretilmiş olması gerekmektedir (AAP, 2025).

Anne sütü saklama sürecinde yalnızca kap türünün değil, tüm saklama zincirinin doğru yönetilmesinin önemli olduğu vurgulanmaktadır. Sütün uygun sıcaklıkta saklanması, tekrar tekrar ısıtılmaması ve hijyen kurallarına

uyulması süt kalitesinin korunmasında belirleyici rol oynamaktadır (Centers for Disease Control and Prevention [CDC], 2026).

DONDURMA VE ÇÖZÜNDÜRMENİN ANNE SÜTÜNE ETKİLERİ

Anne sütünün dondurulması, uzun süreli saklama gereksinimlerinde yaygın olarak kullanılan etkili bir yöntemdir. Bununla birlikte saklama sürecinde meydana gelen fiziksel ve biyokimyasal değişikliklerin bilinmesi, sütün güvenli kullanımını desteklemektedir (CDC, 2026).

Araştırmalar, anne sütündeki protein, yağ ve karbonhidratların büyük ölçüde korunabildiğini göstermektedir. Ancak bazı vitaminlerde, antioksidan özelliklerde ve immünolojik bileşenlerde belirli düzeylerde azalma meydana gelebilmektedir (Başkale ve Serçekuş, 2014). Buna rağmen dondurulmuş anne sütü, formül mamalara kıyasla üstün özelliklerini korumaya devam etmektedir (CDC, 2026).

Saklama ve işleme süreçlerinin süt yağ içeriğinde belirli düzeyde azalmaya neden olabileceğini bildirmiştir. Benzer şekilde uzun süreli depolamanın bazı biyolojik bileşenler üzerinde olumsuz etkiler oluşturabileceği belirtilmektedir. Bu nedenle sağılmış anne sütünün mümkün olduğunca taze kullanılması önerilmektedir (Çınar & Kaya, 2019).

Anne Sütünün Çözündürülmesi

Anne sütünün çözündürülmesi sırasında uygun yöntemlerin kullanılması büyük önem taşımaktadır. En güvenli yöntem, dondurulmuş sütün buzdolabında yavaş şekilde çözündürülmesidir. Gerektiğinde süt, ılık su banyosu yardımıyla da çözdürülebilmektedir (American Academy of Pediatrics, 2025a; Breastfeeding Network, 2023).

Mikrodalga kullanımı önerilmemektedir. Mikrodalgada ısıtma, sütün bazı biyolojik özelliklerinde kayba neden olabilmekte ve düzensiz ısınma sonucu yanık riskini artırabilmektedir (American Academy of Pediatrics, 2025b; Çınar ve Kaya, 2019).

Çözdürülen anne sütünün yeniden dondurulmaması gerekmektedir. Ayrıca çözündürülen sütün mümkün olduğunca kısa süre içerisinde kullanılması önerilmektedir. Bu uygulamalar mikrobiyal çoğalma riskini azaltmakta ve süt güvenliğini desteklemektedir (American Academy of Pediatrics, 2025b).

ANNE BİLGİ DÜZEYİ, EĞİTİM VE EMZİRME DANIŞMANLIĞI

Anne sütü sağma ve saklama uygulamalarının güvenli ve etkili biçimde yürütülebilmesi, annelerin konuya ilişkin bilgi ve beceri düzeyleri ile yakından ilişkilidir. Emzirme danışmanlığı kapsamında verilen eğitimler, annelerin süt sağma, saklama, çözündürme ve bebeğe verme süreçlerinde doğru uygulamaları benimsemelerine katkı sağlamaktadır. Bu nedenle anne eğitimi, anne sütü yönetiminin temel bileşenlerinden biri olarak kabul edilmektedir (Gazi Üniversitesi Emzirme Destek Merkezi, 2015; T.C. Sağlık Bakanlığı, 2015a).

Araştırmalar, annelerin büyük bölümünün anne sütü saklamaya ilişkin temel bilgilere sahip olduğunu; ancak özellikle uygulama ayrıntılarında bilgi eksikliklerinin bulunduğunu göstermektedir. Akkurt ve Gül (2020), emziren annelerin önemli bir kısmının saklama sürelerini doğru bildiğini ancak çözündürme ve kullanıma ilişkin bazı uygulamalarda yetersizliklerin bulunduğunu bildirmiştir. Özellikle çözündürülmüş sütün yeniden dondurulmaması ve uygun yöntemlerle ısıtılması gibi konuların anneler tarafından her zaman doğru bilinmediği belirtilmektedir.

Benzer şekilde Şahin ve Topan (2020), gebelerin anne sütü sağma teknikleri konusunda genel bilgiye sahip olduklarını ancak saklama koşulları ve uygulama ayrıntılarında bilgi eksikliklerinin bulunduğunu saptamıştır. Aynı çalışmada eğitim düzeyi yükseldikçe bilgi düzeyinin de arttığı ve çalışma yaşamına dönmeyi planlayan kadınların süt sağma ve saklama konularında daha fazla bilgi sahibi oldukları bildirilmiştir.

Emzirme danışmanlığında eğitim yalnızca teorik bilgi vermekle sınırlı olmamalıdır. Sağım tekniklerinin uygulamalı olarak gösterilmesi, pompa kullanımının öğretilmesi, saklama kaplarının doğru kullanımı, etiketleme uygulamaları ve çözündürme yöntemlerinin demonstrasyonlarla desteklenmesi önerilmektedir. Bu yaklaşım annelerin öğrendikleri bilgileri günlük yaşamlarına aktarmalarını kolaylaştırmaktadır (Gazi Üniversitesi Emzirme Destek Merkezi, 2015).

Danışmanlık sürecinde annelerin bireysel gereksinimlerinin dikkate alınması da önemlidir. İlk kez anne olan kadınlar, prematüre bebeği bulunan anneler veya çalışma yaşamına dönen kadınlar farklı eğitim gereksinimlerine sahip olabilmektedir. Bu nedenle danışmanlık hizmetleri bireyselleştirilmiş bir yaklaşımla planlanmalıdır. Ebe ve hemşireler, emzirme danışmanlığı sürecinde annelerin bilgi gereksinimlerini belirleyen, uygulamaları gözlemleyen ve gerektiğinde düzeltici geri bildirim veren sağlık profesyonelleridir. Bu nedenle anne sütü sağma ve saklama eğitimlerinde hemşirelik desteğinin önemli bir yere sahip olduğu kabul edilmektedir (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2022)

ANNE SÜTÜ BANKACILIĞI

Anne sütü bankacılığı, kendi annesinin sütünü alamayan bebeklere güvenli donör anne sütü sağlanmasını amaçlayan önemli bir halk sağlığı uygulamasıdır. Anne sütü, özellikle prematüre ve düşük doğum ağırlıklı bebeklerde enfeksiyonlardan korunma, bağırsak gelişiminin desteklenmesi ve morbidite oranlarının azaltılması açısından önemli yararlar sağlamaktadır. Bu nedenle anne sütüne erişemeyen bebekler için donör anne sütü önemli bir alternatif oluşturmaktadır (WHO, 2022)

Anne sütü bankaları; donör annelerden elde edilen sütün toplanması, değerlendirilmesi, işlenmesi, saklanması ve gereksinimi olan bebeklere ulaştırılması süreçlerini kapsayan kurumsal yapılardır. Bu sistemde süt bağışında bulunan annelerin sağlık durumları ayrıntılı olarak değerlendirilmekte ve enfeksiyon hastalıkları açısından gerekli taramalar yapılmaktadır. Elde edilen sütler belirli kalite standartları doğrultusunda işlenmekte ve güvenli kullanım için uygun koşullarda saklanmaktadır (Kul Uçtu & Özerdoğan, 2017).

Anne sütü bankacılığı uygulamalarının tarihsel temeli sütannelik uygulamalarına dayanmaktadır. Ancak günümüzde süt bankaları bilimsel standartlar doğrultusunda faaliyet göstermekte ve bağışlanan sütlerin güvenliğini sağlamak amacıyla çeşitli kalite kontrol süreçleri uygulanmaktadır. Bu durum anne sütü bankacılığını geleneksel uygulamalardan ayıran temel özelliklerden biridir. Özellikle yenidoğan yoğun bakım ünitelerinde izlenen prematüre bebeklerde donör anne sütü kullanımının önemli yararlar sağladığı bildirilmektedir. Donör anne sütü ile beslenen prematüre bebeklerde nekrotizan enterokolit gibi ciddi gastrointestinal komplikasyonların görülme sıklığının azalabildiği belirtilmektedir (Kul Uçtu & Özerdoğan, 2017).

Bu nedenle anne sütü bankaları yalnızca beslenme desteği sunan kurumlar değil, aynı zamanda yenidoğan sağlığını destekleyen önemli sağlık hizmetleri olarak değerlendirilmektedir. Bununla birlikte anne sütü bankacılığı yalnızca tıbbi bir konu değildir. Etik, kültürel ve dini boyutları nedeniyle toplumlar arasında farklı yaklaşımlar bulunmaktadır. Özellikle süt akrabalığı kavramı nedeniyle bazı toplumlarda çekinceler oluşabilmektedir. Türkiye'de anne sütü bankacılığı uygulamalarının yaygınlaşmamasında bu çekincelerin etkili olduğu bildirilmektedir (Keskindemirci, 2020; Pekyiğit et al., 2019).

Toplumun doğru bilgilendirilmesi, sağlık profesyonellerinin konuya ilişkin eğitimlerinin artırılması ve kültürel değerlere duyarlı modeller geliştirilmesi anne sütü bankacılığı uygulamalarının kabulünü artırabilir. Bu doğrultuda anne sütü bankacılığı, gelecekte anne sütüne erişimi artırabilecek önemli stratejilerden biri olarak değerlendirilmektedir (Kul Uçtu & Özerdoğan, 2017).

HASTANE ORTAMINDA ANNE SÜTÜNÜN GÜVENLİ YÖNETİMİ

Anne ile bebeğin ayrı kaldığı durumlarda, özellikle prematüre veya yenidoğan yoğun bakım ünitesinde izlenen bebeklerde anne sütünün güvenli yönetimi büyük önem taşımaktadır. Bu süreç; sütün sağılması, saklanması,

taşınması, hazırlanması ve bebeğe uygulanmasına kadar uzanan çok aşamalı bir bakım zincirini kapsamaktadır. Anne sütünün biyolojik değerinin korunması ve hasta güvenliğinin sağlanabilmesi için bu aşamaların uygun standartlar doğrultusunda yürütülmesi gerekmektedir (Steele, 2018).

Erken Sağım ve Süt Üretiminin Desteklenmesi

Bebeğin doğrudan emzirilemediği durumlarda anne sütü sağımına mümkün olan en kısa sürede başlanması önerilmektedir. Düzenli aralıklarla gerçekleştirilen sağım uygulamaları süt üretiminin sürdürülmesine katkı sağlamakta ve laktasyonun devamlılığını desteklemektedir. Özellikle prematüre ve yüksek riskli yenidoğanlarda erken dönemde başlatılan sağım uygulamalarının süt üretimini olumlu yönde etkilediği bildirilmektedir (Gazi Hastanesi Emzirme Destek Merkezi Relaktasyon Ünitesi, 2021; Stanford Medicine Children's Health, 2023).

Doğum sonrası ilk günlerde elde edilen süt miktarının düşük olması fizyolojik bir durumdur. Özellikle kolostrum döneminde süt miktarının sınırlı olması annelerde kaygıya neden olabilmektedir. Bu nedenle sağlık profesyonellerinin annelere uygun danışmanlık desteği vermesi ve süt üretiminin zamanla artacağı konusunda bilgilendirme yapması önem taşımaktadır (Gazi Hastanesi Emzirme Destek Merkezi Relaktasyon Ünitesi, 2021).

Saklama ve Soğuk Zincir Yönetimi

Hastane ortamında kullanılan anne sütü uygun koşullarda saklanmalı ve soğuk zincirin korunmasına özen gösterilmelidir. Sağılan sütlerin tarih ve saat bilgileri ile etiketlenmesi, uygun sıcaklıkta saklanması ve kullanım sırasında doğru sırayla değerlendirilmesi önerilmektedir (AAP, 2021)

Prematüre ve yoğun bakım hastalarında kullanılan anne sütü, yalnızca bir besin kaynağı olarak değil aynı zamanda klinik tedavinin bir parçası olarak değerlendirilmektedir. Bu nedenle saklama süreçlerinde hijyen ve sıcaklık kontrolü büyük önem taşımaktadır. Saklama sırasında meydana gelebilecek hatalar süt kalitesinin bozulmasına ve hasta güvenliğinin tehlikeye girmesine neden olabilmektedir (Steele, 2018).

Hazırlama ve Uygulama Güvenliği

Anne sütü hazırlama işlemleri hasta bakım alanlarından ayrı olarak planlanmış özel hazırlama alanlarında gerçekleştirilmelidir. El hijyeni, aseptik teknikler ve uygun ekipman kullanımı bu sürecin temel bileşenlerini oluşturmaktadır. Eğitimli personel tarafından yürütülen standart uygulamalar, hata riskini azaltmakta ve süt güvenliğini artırmaktadır (Steele, 2018).

Dondurulmuş sütler tercihen buzdolabında çözündürülmeli, gerektiğinde ılık su banyosu kullanılmalıdır. Mikrodalga ile ısıtma önerilmemektedir. Çözündürülmüş sütün yeniden dondurulmaması ve önerilen süreler içerisinde kullanılması gerekmektedir (CDC,2026)

Kimlik Doğrulama ve Hasta Güvenliği

Anne sütünün doğru bebeğe verilmesi hasta güvenliğinin temel unsurlarından biridir. Bu nedenle süt kaplarının uygun şekilde etiketlenmesi, kimlik doğrulama süreçlerinin uygulanması ve mümkün olduğunda barkod sistemlerinden yararlanılması önerilmektedir (Children's Wisconsin, 2025; Steele, 2018).

Yanlış süt verilmesi, son kullanma süresi geçmiş sütün kullanılması veya hazırlama hataları ciddi klinik sonuçlara yol açabilmektedir. Bu nedenle sağlık kuruluşlarında standart çalışma protokollerinin oluşturulması ve düzenli denetimlerin yapılması büyük önem taşımaktadır (Steele, 2018).

KLİNİK VE HEMŞİRELİK YAKLAŞIMI

Anne sütü sağma ve saklama sürecinde ebe ve hemşireler önemli sorumluluklar üstlenmektedir. Sağlık profesyonellerinin temel görevi, annelerin bireysel gereksinimlerini değerlendirmek, uygun eğitim ve danışmanlık hizmetlerini sunmak ve karşılaşılan sorunların çözümüne rehberlik etmektir. Hemşirelik bakımında ilk aşama, annenin emzirme ve süt sağma öyküsünün değerlendirilmesidir. Anne ile bebeğin ayrı kalma durumu,

süt üretimi, emzirme deneyimi ve mevcut güçlükler belirlenerek bireysel bakım planı oluşturulmalıdır. Bu değerlendirme süreci, olası sorunların erken dönemde tanımlanmasına ve uygun müdahalelerin planlanmasına olanak sağlamaktadır (Gazi Üniversitesi Emzirme Destek Merkezi, 2015).

Hemşireler ve ebeler, annelere uygun süt sağma yöntemlerini öğretmekten de sorumludur. Elle sağım tekniklerinin gösterilmesi, pompa kullanımının öğretilmesi ve uygulamaların gözlemlenmesi eğitim sürecinin temel bileşenleri arasında yer almaktadır. Ayrıca sağılmış sütün saklanması, etiketlenmesi, taşınması ve çözdürülmesine ilişkin bilgilerin ayrıntılı olarak aktarılması gerekmektedir (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2015a; T.C. Sağlık Bakanlığı, 2015b).

Emzirme destek merkezleri ve danışmanlık hizmetleri, annelerin süt üretimini sürdürmelerine ve karşılaştıkları sorunlarla baş etmelerine yardımcı olmaktadır. Relaktasyon uygulamaları, süt artırma stratejileri ve bireysel danışmanlık hizmetleri bu merkezlerin önemli faaliyet alanları arasında yer almaktadır (Gazi Üniversitesi Emzirme Destek Merkezi, 2015).

Hastane ortamında çalışan hemşireler ayrıca anne sütü yönetim süreçlerinin güvenli şekilde yürütülmesinde aktif rol almaktadır. Etiketleme işlemlerinin kontrol edilmesi, saklama koşullarının izlenmesi, süt hazırlama süreçlerinin denetlenmesi ve hasta güvenliği uygulamalarının sürdürülmesi bu sorumluluklar arasında yer almaktadır (Steele, 2018).

SONUÇ

Anne sütü, yenidoğan ve süt çocuğunun büyüme, gelişme ve sağlığının korunmasında temel role sahip eşsiz bir besindir. (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2015a) Bununla birlikte çeşitli klinik, sosyal ve çevresel nedenlerle doğrudan emzirmenin her zaman mümkün olmaması, anne sütünün sağılması ve uygun koşullarda saklanmasını gerekli kılmaktadır. Bu süreçte uygulanan sağım yöntemleri, saklama koşulları ve güvenli kullanım uygulamaları, anne sütünün biyolojik değerinin korunmasında belirleyici rol oynamaktadır.

Anne sütü sağımı; prematüre doğum, anne-bebek ayrılığı, emme güçlüğü ve annenin çalışma yaşamına dönmesi gibi durumlarda emzirmenin sürdürülebilirliğini destekleyen önemli bir uygulamadır. (Karabayır, 2021; Karagöz, 2017) Sağım sürecinin uygun tekniklerle yürütülmesi ve annelerin bu konuda yeterli bilgiye sahip olması süt üretiminin devamlılığı açısından önem taşımaktadır. Bununla birlikte sağılmış sütün uygun sıcaklık koşullarında saklanması, doğru şekilde etiketlenmesi ve önerilen süreler içerisinde kullanılması gerekmektedir.

Dondurma ve çözündürme işlemleri anne sütünün uzun süreli kullanımına olanak sağlamakla birlikte, süt bileşenlerinin korunabilmesi için bilimsel rehberlerde belirtilen uygulamalara uyulması gerekmektedir. (American Academy of Pediatrics, 2025a; American Academy of Pediatrics, 2025b) Özellikle mikrodalga kullanımından kaçınılması, çözündürülmüş sütün yeniden dondurulmaması ve hijyen kurallarına dikkat edilmesi süt güvenliğini artırmaktadır.

Anne eğitimi ve emzirme danışmanlığı, anne sütü yönetiminin başarısını doğrudan etkileyen unsurlar arasında yer almaktadır. (Gazi Üniversitesi Emzirme Destek Merkezi, 2015; T.C. Sağlık Bakanlığı, 2015a) Annelerin süt sağma, saklama ve kullanma süreçlerine ilişkin bilgi ve becerilerinin geliştirilmesi, emzirmenin sürdürülmesine katkı sağlamaktadır. Bu noktada ebe ve hemşireler, danışmanlık ve eğitim hizmetleri aracılığıyla önemli sorumluluklar üstlenmektedir.

Anne sütü bankacılığı uygulamaları ise kendi annesinin sütünü alamayan bebekler için güvenli ve etkili bir alternatif sunmaktadır. (Kul Uçtu & Özerdoğan, 2017) Özellikle prematüre ve yüksek riskli yenidoğanlarda donör anne sütü kullanımının önemli sağlık yararları sağladığı bildirilmektedir. Bu nedenle anne sütü bankacılığı uygulamalarının bilimsel kanıtlar doğrultusunda değerlendirilmesi ve uygun sağlık politikaları ile desteklenmesi önem taşımaktadır.

Hastane ortamında anne sütünün güvenli yönetimi, yalnızca saklama ve besleme süreçlerini değil; etiketleme, kimlik doğrulama, hazırlama ve hasta güvenliği uygulamalarını da kapsamaktadır. (Steele, 2018) Özellikle yenidoğan yoğun bakım ünitelerinde standart protokollerin uygulanması ve sağlık profesyonellerinin konuya ilişkin bilgi düzeylerinin artırılması güvenli bakım açısından önem taşımaktadır.

Sonuç olarak anne sütünün sağılması ve saklanması; klinik bilgi, eğitim, danışmanlık ve güvenlik uygulamalarının bütüncül şekilde yürütülmesini gerektiren çok yönlü bir süreçtir. (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2015a; Steele, 2018) Anne sütü yönetimine ilişkin güncel kanıtların klinik uygulamalara yansıtılması, annelerin desteklenmesi ve sağlık profesyonellerinin eğitimlerinin sürdürülmesi anne ve bebek sağlığının geliştirilmesine önemli katkılar sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

Akkurt, F., & Gül, H. (2020). Emziren annelerin anne sütü sağma ve saklama konusundaki bilgi düzeylerinin değerlendirilmesi. *Türkiye Klinikleri Hemşirelik Bilimleri Dergisi*.

American Academy of Pediatrics. (2021). Promoting human milk and breastfeeding for the very low birth weight infant. *Pediatrics, 148*(5), e2021054272.

American Academy of Pediatrics. (2025a). *Breast milk storage guidelines*.

American Academy of Pediatrics. (2025b). *Safe handling and storage of human milk*.

Başkale, H., & Serçekuş, P. (2014). Anne sütünün saklanması ve dondurulmasının besin içeriğine etkisi. *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi*.

Breastfeeding Network. (2023). *Expressing, storing and thawing breast milk*.

Centers for Disease Control and Prevention. (2026, August 14). *Breast milk storage and preparation*.

Children's Wisconsin. (2025, October 3). *Human milk handling and storage guidelines*.

Çınar, N., & Kaya, A. (2019). Anne sütü saklama yöntemleri ve güncel yaklaşımlar. *Hemşirelikte Eğitim ve Araştırma Dergisi*.

Gazi Hastanesi Emzirme Destek Merkezi Relaktasyon Ünitesi. (2021). *Anne sütü sağımı ve relaktasyon uygulamaları eğitim notları*.

Gazi Üniversitesi Emzirme Destek Merkezi. (2015). *Emzirme danışmanlığı eğitim materyalleri*.

Karabayır, N. (2021). *Anne sütü sağma ve saklama yöntemleri*. Akademisyen Kitabevi.

Karagöz, A. (2017). Anne sütü sağma yöntemleri ve klinik uygulamalar. *Türkiye Çocuk Hastalıkları Dergisi*.

Keskindemirci, G. (2020). Anne sütü bankacılığı. *Osmangazi Tıp Dergisi, 2020*, 30–34. https://doi.org/10.20515/otd.681523

Kul Uçtu, A., & Özerdoğan, N. (2017). Anne sütü bankacılığı ve Türkiye'deki uygulamalar. *Türkiye Klinikleri Obstetrik ve Kadın Sağlığı Hemşireliği Dergisi*.

La Leche League Great Britain. (2022, February). *Expressing and storing breast milk*.

Şahin, E., & Topan, A. (2020). Gebelerin anne sütü sağma ve saklama konusundaki bilgi düzeylerinin değerlendirilmesi. *Kadın Sağlığı Hemşireliği Dergisi*.

Stanford Medicine Children's Health. (2023). *Your high-risk baby and expressing milk*.

Steele, C. (2018). Best practices for safe human milk management in neonatal intensive care units. *Neonatal Network*.

T.C. Sağlık Bakanlığı. (2015a). *Anne sütü ve emzirme danışmanlığı rehberi*. Sağlık Bakanlığı Yayınları.

T.C. Sağlık Bakanlığı. (2015b). *Anne sütü sağma ve saklama eğitim modülü*. Sağlık Bakanlığı Yayınları.

World Health Organization. (2022a). *Essential newborn care course: Reducing supplementation/relactation*.

World Health Organization. (2022b). *WHO recommendations for care of the preterm or low-birth-weight infant*.

World Health Organization. (2023). *Kangaroo mother care: A clinical practice guide*.

EMZİRME DANIŞMANLIĞI: TEMEL İLKELER, DANIŞMANLIK BECERİLERİ VE DESTEK YAKLAŞIMLARI

Gizem ÇALIŞKAN[1] , Dr. Öğr Üyesi Aslı URAL[2]

[1]Yozgat Bozok Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Kadın Sağlığı ve Hastalıkları Hemşireliği Anabilim

Dalı, Yüksek Lisans Öğrencisi, Yozgat.

E-mail: gizem.caliskan@yobu.edu.tr

ORCID: 0009-0006-7812-8620

[2]Yozgat Bozok Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Ebelik Bölümü, Yozgat.

E-mail: asli.ural@yobu.edu.tr

ORCID: 0000-0002-0118-4505

ÖZET

Emzirme, bebeklerin sağlıklı büyüme ve gelişmelerinin desteklenmesinde önemli bir beslenme yöntemi olmakla birlikte, biyolojik, psikolojik, sosyal ve çevresel faktörlerden etkilenen çok boyutlu bir süreçtir. Dünya Sağlık Örgütü ve UNICEF, yaşamın ilk altı ayında yalnızca anne sütü ile beslenmeyi ve emzirmenin iki yaş ve sonrasına kadar sürdürülmesini önermektedir. Ancak emzirmenin istenen düzeyde sürdürülememesi, annelerin bilgi, öz-yeterlilik ve sosyal destek gereksinimlerinin yanı sıra sağlık hizmetleri ve çalışma koşulları gibi sistemsel faktörlerle de ilişkilidir. Bu derlemede emzirme danışmanlığının kuramsal temelleri, temel danışmanlık becerileri, danışmanlık süreci, toplumsal ve sistemsel boyutları ile acil durumlarda emzirmenin desteklenmesine yönelik güncel yaklaşımların incelenmesi amaçlanmıştır.

Emzirme danışmanlığında öz-yeterlilik, anne merkezli bakım, empatik iletişim, sosyal destek ve davranış değişikliği yaklaşımları temel kuramsal çerçeveyi oluşturmaktadır. Aktif dinleme, empati, açık uçlu soru sorma, güven oluşturma ve yargılayıcı olmayan iletişim ise etkili danışmanlığın temel becerileri arasında yer almaktadır. Danışmanlık sürecinin gebelik döneminden başlayarak doğum sonrası dönemde sürdürülmesi; değerlendirme, analiz, müdahale ve izlem aşamalarının bireyselleştirilmiş biçimde yürütülmesi önem taşımaktadır. Ayrıca sağlık sistemi desteği, toplum temelli ve akran danışmanlığı, aile desteği ve emzirmeyi destekleyen politikalar danışmanlığın etkinliğini güçlendirmektedir. Acil durumlarda ise emzirmenin korunması, anne-bebek birlikteliğinin sürdürülmesi ve psikososyal desteğin sağlanması özel önem taşımaktadır. Sonuç olarak emzirme danışmanlığının bireysel, toplumsal ve kurumsal düzeylerde güçlendirilmesi, sürdürülebilir emzirme davranışlarının desteklenmesine katkı sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Emzirme, emzirme danışmanlığı, anne sütü, danışmanlık becerileri, kadın sağlığı.

BREASTFEEDING COUNSELING: BASIC PRINCIPLES, COUNSELING SKILLS, AND SUPPORT APPROACHES

Gizem ÇALIŞKAN[1], Asst. Prof. Aslı URAL[2]

[1]Yozgat Bozok University, Institute of Graduate Education, Department of Women's Health and Diseases Nursing, Master's Student, Yozgat, Türkiye

E-mail: gizem.caliskan@yobu.edu.tr

ORCID: 0009-0006-7812-8620

[2]Yozgat Bozok University, Faculty of Health Sciences, Department of Midwifery, Yozgat, Türkiye

E-mail: asli.ural@yobu.edu.tr

ORCID: 0000-0002-0118-4505

ABSTRACT

Breastfeeding is an essential feeding practice that supports healthy infant growth and development; however, it is also a multidimensional process influenced by biological, psychological, social, and environmental factors. The World Health Organization and UNICEF recommend exclusive breastfeeding for the first six months of life and continued breastfeeding up to two years of age or beyond. Nevertheless, difficulties in maintaining recommended breastfeeding practices may be associated not only with mothers' needs for knowledge, self-efficacy, and social support, but also with systemic factors such as healthcare services and working conditions. This review aims to examine the theoretical foundations of breastfeeding counselling, core counselling skills, the counselling process, its social and systemic dimensions, and current approaches to supporting breastfeeding during emergencies.

Self-efficacy, mother-centred care, empathetic communication, social support, and behaviour change approaches constitute key components of the theoretical framework of breastfeeding counselling. Active listening, empathy, open-ended questioning, trust building, and non-judgmental communication are among the fundamental skills of effective counselling. Counselling should begin during pregnancy and continue throughout the postpartum period, with assessment, intervention, and follow-up tailored to individual needs. In addition, healthcare system support, community-based and peer counselling, family support, and breastfeeding-supportive policies may enhance the effectiveness of counselling. During emergencies, protecting breastfeeding, maintaining mother–infant togetherness, and providing psychosocial support are particularly important. In conclusion, strengthening breastfeeding counselling at individual, community, and institutional levels may contribute to the continuation of breastfeeding and the implementation of recommended breastfeeding practices.

Keywords: Breastfeeding, breastfeeding counselling, breast milk, counselling skills, women health.

GİRİŞ

Emzirme, yenidoğanın büyüme ve gelişmesi için gerekli tüm besin ögelerini uygun miktarda sağlayan, aynı zamanda anne ve bebek sağlığını olumlu yönde etkileyen doğal bir beslenme yöntemidir. Anne sütü; içerdiği immünolojik bileşenler, büyüme faktörleri ve biyolojik olarak aktif maddeler sayesinde enfeksiyonlara karşı koruma sağlamakta, nörogelişimsel süreçleri desteklemekte ve yaşamın ilerleyen dönemlerinde ortaya çıkabilecek çeşitli kronik hastalıkların riskini azaltmaktadır (World Health Organization & United Nations Children's Fund [UNICEF], 2021; AlQurashi et al., 2023). Bunun yanı sıra emzirmenin anne açısından postpartum iyileşmeyi desteklediği, meme ve over kanseri riskini azalttığı ve anne-bebek bağlanmasını güçlendirdiği bildirilmektedir (WHO & UNICEF, 2021). Dünya Sağlık Örgütü ve UNICEF, doğumdan sonraki ilk altı ay boyunca yalnızca anne sütü verilmesini ve emzirmenin uygun tamamlayıcı besinlerle birlikte iki yaşına kadar veya daha uzun süre devam ettirilmesini önermektedir (WHO & UNICEF, 2021). Buna rağmen dünya genelinde yalnızca anne sütü ile beslenme oranları hedeflenen düzeylerin altında kalmaktadır. Bu durum, emzirmenin yalnızca fizyolojik bir süreç olmadığını; bilgi düzeyi, öz-yeterlilik, aile desteği, kültürel normlar, sağlık hizmetleri ve toplumsal politikalar gibi çok sayıda faktörden etkilendiğini göstermektedir (Yadav et al., 2022; Necipoğlu & Bebiş, 2025).

Emzirmenin erken sonlandırılmasının temel nedenlerinden biri, annelerin yeterli bilgi ve desteğe ulaşamamasıdır. Özellikle doğum sonrası erken dönemde karşılaşılan meme başı ağrısı, bebeğin memeyi doğru kavrayamaması, süt yetersizliği algısı ve özgüven eksikliği gibi sorunlar emzirmenin sürdürülmesini güçleştirebilmektedir. Bu noktada emzirme danışmanlığı, annelerin emzirme sürecine uyum sağlamalarını kolaylaştıran ve emzirme davranışlarını destekleyen önemli bir müdahale olarak öne çıkmaktadır (Demirtaş, 2012).

Emzirme danışmanlığı; annelere yalnızca bilgi sunmayı değil, aynı zamanda beceri kazandırmayı, özgüvenlerini artırmayı ve karşılaştıkları sorunlarla baş etme kapasitelerini geliştirmeyi amaçlayan profesyonel bir destek sürecidir (UNICEF, 2024). Yapılan çalışmalar, etkili danışmanlık hizmetlerinin emzirme süresini uzattığını, yalnızca anne sütü ile beslenme oranlarını artırdığını ve annelerin emzirme deneyimlerini olumlu yönde etkilediğini göstermektedir (Sikorski et al., 2003; Haider et al., 2000).

Bu derlemenin amacı, emzirme danışmanlığının kuramsal temellerini, temel danışmanlık becerilerini, danışmanlık sürecini ve emzirmenin desteklenmesinde kullanılan güncel yaklaşımları inceleyerek emzirme danışmanlığının anne ve bebek sağlığı üzerindeki önemini ortaya koymaktır.

Bebek sağlığının korunması, emzirme oranlarının artırılması ve emzirmenin sürdürülebilirliğinin sağlanması açısından önemli bir halk sağlığı müdahalesidir. Bu nedenle danışmanlık hizmetlerinin gebelik döneminden başlayarak doğum sonrası süreçte de devam etmesi ve sağlık sisteminin tüm basamaklarında yaygınlaştırılması gerekmektedir.

Bu çalışma kapsamında emzirme danışmanlığı ve emzirmenin sürdürülmesine ilişkin ulusal ve uluslararası literatür incelenmiş; elde edilen bilgiler kuramsal yaklaşımlar, danışmanlık becerileri, danışmanlık süreci, sosyal ve sistemsel destekler ile acil durumlar çerçevesinde değerlendirilmiştir. Literatürden elde edilen bilgiler doğrultusunda emzirme danışmanlığının anne öz-yeterliliği, emzirme davranışının sürdürülmesi ve anne-bebek sağlığının desteklenmesindeki rolü ele alınmıştır.

EMZİRME VE İLK 1000 GÜN

Yaşamın ilk 1000 günü, gebeliğin başlangıcından çocuğun ikinci yaş gününe kadar geçen dönemi ifade etmekte olup büyüme, gelişme ve sağlık sonuçları açısından kritik bir süreç olarak kabul edilmektedir. Bu dönemde gerçekleşen fizyolojik ve nörolojik gelişmeler, bireyin yaşam boyu sağlık durumunu etkileyebilmektedir. Bu nedenle ilk 1000 gün, anne ve çocuk sağlığının geliştirilmesine yönelik müdahalelerde öncelikli dönemlerden biri olarak değerlendirilmektedir (WHO & UNICEF, 2021).

Anne sütü, yaşamın ilk altı ayında bebeğin ihtiyaç duyduğu tüm enerji ve besin ögelerini karşılayabilen eşsiz bir besindir. İçeriğinde bulunan immünoglobulinler, büyüme faktörleri, hormonlar ve biyoaktif bileşenler sayesinde enfeksiyonlara karşı koruyucu etki göstermekte, bağırsak mikrobiyotasının gelişimini desteklemekte ve bağışıklık sisteminin olgunlaşmasına katkı sağlamaktadır (AlQurashi et al., 2023). Ayrıca anne sütü ile beslenen bebeklerde gastrointestinal enfeksiyonlar, solunum yolu enfeksiyonları ve bazı alerjik hastalıkların daha düşük oranlarda görüldüğü bildirilmektedir (WHO & UNICEF, 2021).

İlk 1000 gün içerisinde emzirmenin desteklenmesi yalnızca kısa dönem sağlık sonuçlarını değil, uzun dönem sağlık göstergelerini de olumlu yönde etkilemektedir. Anne sütü ile beslenmenin çocukluk çağı obezitesi, tip 2 diyabet, hipertansiyon ve kardiyovasküler hastalıklar gibi kronik sağlık sorunlarının görülme riskini azaltabildiği belirtilmektedir. Bunun yanı sıra anne sütü ile beslenen çocuklarda bilişsel gelişimin daha iyi olduğu ve akademik başarı düzeylerinin olumlu yönde etkilendiği bildirilmektedir (AlQurashi et al., 2023).

Anne açısından değerlendirildiğinde ise emzirme; postpartum kanama riskinin azalmasına, uterus involüsyonunun hızlanmasına ve meme ile over kanseri riskinin düşmesine katkı sağlamaktadır. Ayrıca emzirme süreci anne-bebek bağlanmasını güçlendirerek annenin psikolojik iyilik halini desteklemektedir (WHO & UNICEF, 2021).

İlk 1000 gün yaklaşımında emzirme danışmanlığı önemli bir yere sahiptir. Gebelik döneminde başlayan danışmanlık hizmetleri, annelerin emzirmeye yönelik bilgi ve becerilerini geliştirmekte; doğum sonrasında ise emzirme sürecinde karşılaşılan güçlüklerin yönetilmesine yardımcı olmaktadır. Özellikle ilk kez anne olan kadınlarda danışmanlık hizmetlerinin emzirme öz-yeterliliğini artırdığı ve yalnızca anne sütü ile beslenme oranlarını yükselttiği gösterilmiştir (Necipoğlu & Bebiş, 2025).

WHO ve UNICEF tarafından yayımlanan rehberlerde, ilk 1000 gün boyunca sürdürülen emzirme danışmanlığının anne sütü ile beslenme oranlarının artırılmasında etkili olduğu belirtilmektedir. Düzenli izlem ve danışmanlık desteği sayesinde emzirmenin erken sonlandırılmasının önüne geçilebilmekte ve annelerin karşılaştıkları sorunlara zamanında müdahale edilebilmektedir. Bu nedenle ilk 1000 gün yaklaşımında emzirme danışmanlığının sistematik biçimde yürütülmesi, anne ve çocuk sağlığının korunması ve geliştirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır (WHO & UNICEF, 2021).

EMZİRME DANIŞMANLIĞININ KURAMSAL TEMELLERİ

Emzirme danışmanlığı, yalnızca bilgi aktarımına dayanan bir eğitim süreci olmayıp davranış değişikliğini destekleyen kuramsal yaklaşımlar üzerine temellendirilmiş profesyonel bir müdahaledir. Emzirme davranışının başlatılması ve sürdürülmesi; bireysel bilgi düzeyi, motivasyon, öz-yeterlilik algısı, sosyal destek mekanizmaları ve çevresel faktörlerin etkileşimi sonucunda şekillenmektedir. Bu nedenle emzirme danışmanlığının planlanması ve uygulanmasında çeşitli davranış değişikliği kuramlarından yararlanılmaktadır (WHO & UNICEF, 2021).

Öz-Yeterlilik Kuramı

Emzirme danışmanlığının temelini oluşturan en önemli kuramsal yaklaşımlardan biri Bandura tarafından geliştirilen öz-yeterlilik kuramıdır. Öz-yeterlilik, bireyin belirli bir davranışı başarıyla gerçekleştirebileceğine ilişkin inancını ifade etmektedir. Bu kurama göre bireyin bir davranışı sürdürmesinde bilgi düzeyinden çok, davranışı gerçekleştirebileceğine olan inancı belirleyici olmaktadır. Emzirme açısından değerlendirildiğinde öz-yeterlilik, annenin emzirmeyi başlatma, sürdürme ve karşılaştığı güçlüklerle başa çıkma konusundaki güvenini ifade etmektedir. Emzirme öz-yeterliliği yüksek olan annelerin yalnızca anne sütü verme sürelerinin daha uzun olduğu ve emzirme sorunlarıyla karşılaştıklarında emzirmeyi bırakma olasılıklarının daha düşük olduğu bildirilmektedir (Necipoğlu & Bebiş, 2025).

Emzirme danışmanlığı sürecinde sağlık profesyonelleri tarafından verilen olumlu geri bildirimler, annenin başarı deneyimleri kazanmasını sağlayan uygulamalı destekler ve akran modellerinin kullanılması öz-yeterlilik düzeyini

artıran önemli faktörler arasında yer almaktadır. Bu nedenle güncel danışmanlık uygulamalarında annelerin güçlü yönlerinin vurgulanması ve olumlu deneyimlerinin desteklenmesi önerilmektedir (WHO & UNICEF, 2021).

Anne Merkezli Danışmanlık Yaklaşımı

WHO ve UNICEF rehberlerinde emzirme danışmanlığının anne merkezli bir yaklaşımla yürütülmesi gerektiği vurgulanmaktadır. Anne merkezli yaklaşımda danışman, annenin yerine karar veren bir otorite konumunda değil; annenin kendi kararlarını almasını destekleyen bir rehber rolündedir (WHO & UNICEF, 2021).

Bu yaklaşımın temelinde bireyin kendi yaşamı ve deneyimleri üzerinde söz sahibi olması anlayışı yer almaktadır. Danışmanlık sürecinde annenin bilgi düzeyi, deneyimleri, kültürel özellikleri ve beklentileri dikkate alınarak bireyselleştirilmiş bakım planları oluşturulmaktadır. Böylece annenin danışmanlık sürecine aktif katılımı sağlanmakta ve davranış değişikliğinin kalıcılığı desteklenmektedir. Anne merkezli yaklaşım aynı zamanda annenin karar verme sürecine saygı göstermeyi ve danışmanlık hizmetlerinin annenin ihtiyaçlarına göre şekillendirilmesini gerektirmektedir. Bu nedenle emzirme danışmanlığı sürecinde emir verici veya yargılayıcı iletişimden kaçınılması önerilmektedir (Silva et al., 2025).

Empatik İletişim Yaklaşımı

Empati, emzirme danışmanlığının temel bileşenlerinden biridir. Empatik yaklaşım, danışmanın annenin duygularını ve yaşadığı deneyimleri anlamaya çalışmasını, bu duyguları doğru şekilde yansıtmasını ve yargılayıcı olmayan bir iletişim kurmasını içermektedir (Silva et al., 2025).

Emzirme sürecinde birçok anne; süt yetersizliği algısı, ağrı, yorgunluk, kaygı ve başarısızlık korkusu gibi çeşitli duygusal güçlükler yaşayabilmektedir. Empatik iletişim sayesinde annelerin duygularını ifade etmeleri kolaylaşmakta ve danışmanlık sürecine daha aktif katılımları sağlanmaktadır. Araştırmalar, empatik iletişim becerilerinin danışmanlık hizmetlerinin etkinliğini artırdığını ve emzirme davranışlarının sürdürülmesine katkı sağladığını göstermektedir. Empati ile sempati kavramları sıklıkla karıştırılmaktadır. Ancak profesyonel danışmanlık sürecinde amaç, annenin duygularına kapılmak değil; duygularını anlayarak çözüm geliştirmesine yardımcı olmaktır. Bu nedenle emzirme danışmanlığında empatik iletişim becerilerinin geliştirilmesi önem taşımaktadır (WHO & UNICEF, 2021).

Sosyal Destek Kuramı

Sosyal destek kuramına göre bireylerin sağlık davranışları, çevresel destek sistemlerinden önemli ölçüde etkilenmektedir. Aile üyeleri, arkadaşlar, sağlık profesyonelleri ve toplum tarafından sağlanan destek, bireyin davranışlarını olumlu veya olumsuz yönde şekillendirebilmektedir. Emzirme sürecinde eş desteği, aile desteği ve profesyonel danışmanlık desteği emzirmenin sürdürülmesinde önemli belirleyiciler arasında yer almaktadır. Özellikle annelerin emzirme konusunda teşvik edilmesi, sorun yaşadıklarında destek alabilmeleri ve olumlu rol modellerle karşılaşmaları emzirme başarısını artırmaktadır (Haider et al., 2000). Toplum temelli danışmanlık programlarında kullanılan akran danışmanlığı modeli de sosyal destek kuramının önemli uygulamalarından biridir. Benzer deneyimlere sahip annelerin birbirlerine destek olması, emzirme davranışlarının sürdürülmesine katkı sağlamaktadır (Sullivan et al., 2011).

Davranış Değişikliği Yaklaşımı

WHO ve UNICEF tarafından geliştirilen emzirme danışmanlığı programları, davranış değişikliği yaklaşımını temel almaktadır. Bu yaklaşımda yalnızca bilgi vermenin davranış değişikliği oluşturmak için yeterli olmadığı kabul edilmektedir. Bilgi ile birlikte motivasyon, beceri geliştirme ve sürekli destek mekanizmalarının da sağlanması gerekmektedir (WHO & UNICEF, 2021).

Davranış değişikliği sürecinde annelerin mevcut bilgi düzeyleri değerlendirilmekte, bireysel ihtiyaçları belirlenmekte ve küçük, ulaşılabilir hedefler oluşturulmaktadır. Böylece emzirme davranışının sürdürülebilir hale gelmesi amaçlanmaktadır (WHO & UNICEF, 2021).

Sonuç olarak emzirme danışmanlığının kuramsal temelleri; öz-yeterlilik, anne merkezli bakım, empatik iletişim, sosyal destek ve davranış değişikliği yaklaşımlarından oluşmaktadır. Bu kuramsal çerçeve, danışmanlık uygulamalarının bilimsel temeller üzerine kurulmasını sağlamakta ve emzirme davranışlarının geliştirilmesine katkıda bulunmaktadır (WHO & UNICEF, 2021; Silva et al., 2025).

EMZİRME DANIŞMANLIĞI BECERİLERİ

Etkili emzirme danışmanlığı, yalnızca emzirme konusunda bilgi sahibi olmayı değil, aynı zamanda güçlü iletişim ve danışmanlık becerilerine sahip olmayı da gerektirmektedir. Dünya Sağlık Örgütü ve UNICEF, emzirme danışmanlarının teknik bilgi kadar iletişim becerileri açısından da yeterli olmalarının önemini vurgulamaktadır. Danışmanlık sürecinde kullanılan iletişim becerileri, annelerin kendilerini ifade etmelerini kolaylaştırmakta, danışman ile anne arasında güven ilişkisi kurulmasını sağlamakta ve emzirme davranışlarının sürdürülmesine katkıda bulunmaktadır. Özellikle aktif dinleme, empati kurma, açık uçlu soru sorma, güven oluşturma ve yargılayıcı olmayan iletişim becerileri etkili danışmanlığın temel unsurları olarak kabul edilmektedir (WHO & UNICEF, 2021).

Aktif Dinleme

Aktif dinleme, danışmanlık sürecinin temelini oluşturan iletişim becerilerinden biridir. Bu beceri; annenin sözünü kesmeden dinlemeyi, söylediklerini anlamaya çalışmayı ve uygun geri bildirimler vermeyi içermektedir. Aktif dinleme sırasında danışman, göz teması kurarak, uygun beden dili kullanarak ve annenin ifadelerini özetleyerek iletişimi güçlendirmektedir (WHO & UNICEF, 2021).

Aktif dinleme sayesinde anneler kendilerini değerli hissetmekte ve yaşadıkları sorunları daha rahat ifade edebilmektedir. Bu durum danışmanın sorunları doğru değerlendirmesine ve uygun müdahaleler planlamasına olanak sağlamaktadır (Silva et al., 2025).

Empati Kurma

Empati, danışmanın annenin yaşadığı duyguları anlamaya çalışması ve bu duyguları yargılamadan kabul etmesi olarak tanımlanmaktadır. Emzirme sürecinde anneler sıklıkla kaygı, yorgunluk, suçluluk ve yetersizlik hissi yaşayabilmektedir. Empatik yaklaşım, bu duyguların ifade edilmesini kolaylaştırmakta ve annenin psikolojik olarak desteklenmesine katkı sağlamaktadır (Silva et al., 2025).

Araştırmalar, empatik iletişimin emzirme öz-yeterliliğini artırdığını ve annelerin danışmanlık hizmetlerinden memnuniyet düzeylerini yükselttiğini göstermektedir. Danışman tarafından doğru emzirme pozisyonları gösterilmekte, meme kavrama teknikleri öğretilmekte ve gerekli durumlarda uygulamalı destek sağlanmaktadır. WHO ve UNICEF, verilen önerilerin az sayıda, anlaşılır ve uygulanabilir olmasının davranış değişikliğini kolaylaştırdığını belirtmektedir (WHO & UNICEF, 2021).

Prenatal dönemde başlayan danışmanlık hizmetlerinin doğum sonrası emzirme davranışlarını olumlu yönde etkilediği ve emzirme sorunlarını azalttığı bildirilmektedir (Yadav et al., 2022).

Açık Uçlu Soru Sorma

Açık uçlu sorular, emzirme danışmanlığı sürecinde annenin deneyimlerini, düşüncelerini ve duygularını ayrıntılı biçimde ifade etmesine olanak tanıyan önemli iletişim araçlarından biridir. Kapalı uçlu sorular yalnızca kısa ve sınırlı yanıtlar alınmasına neden olurken, açık uçlu sorular danışmanın anneye ilişkin daha kapsamlı bilgi edinmesini sağlamaktadır (WHO & UNICEF, 2021). Emzirme danışmanlığı sırasında kullanılan açık uçlu sorular

sayesinde annelerin yaşadıkları güçlükler, bilgi gereksinimleri ve beklentileri daha doğru şekilde belirlenebilmektedir. Bu yaklaşım aynı zamanda annenin danışmanlık sürecine aktif katılımını desteklemekte ve bireyselleştirilmiş bakım planlarının oluşturulmasını kolaylaştırmaktadır (Silva et al., 2025).

Özellikle emzirme sürecinde karşılaşılan sorunların değerlendirilmesinde açık uçlu soru tekniklerinin kullanılması, danışmanın sorunun kaynağını daha doğru analiz etmesine yardımcı olmaktadır. Bu nedenle güncel emzirme danışmanlığı rehberlerinde açık uçlu soruların etkili danışmanlığın temel bileşenlerinden biri olduğu vurgulanmaktadır (WHO & UNICEF, 2021).

Güven Oluşturma ve Destekleme

Emzirme danışmanlığının başarısı büyük ölçüde anne ile danışman arasında kurulan güven ilişkisine bağlıdır. Güven ortamının oluşturulması, annelerin yaşadıkları sorunları daha rahat ifade etmelerini ve önerilen uygulamalara uyum göstermelerini kolaylaştırmaktadır. Danışmanlık sürecinde annenin olumlu davranışlarının fark edilmesi ve uygun geri bildirimlerle desteklenmesi güven oluşumunu güçlendirmektedir. Olumlu geri bildirimler, annenin emzirme öz-yeterliliğini artırmakta ve emzirmeye devam etme motivasyonunu desteklemektedir (Necipoğlu & Bebiş, 2025).

Araştırmalar, emzirme sürecinde profesyonel destek alan annelerin emzirme davranışlarını daha uzun süre sürdürebildiklerini göstermektedir. Özellikle ilk kez anne olan kadınlarda güven verici danışmanlık yaklaşımının emzirme başarısına önemli katkı sağladığı bildirilmektedir (Yadav et al., 2022).

Yargılayıcı Olmayan İletişim

Emzirme danışmanlığında kullanılan dil ve iletişim biçimi, danışmanlık sürecinin etkinliğini doğrudan etkileyen faktörler arasında yer almaktadır. Yargılayıcı, suçlayıcı veya eleştirel ifadeler annelerin kaygı düzeyini artırabilmekte ve danışmanlık sürecinden uzaklaşmalarına neden olabilmektedir. Yargılayıcı olmayan iletişim yaklaşımında danışman, annenin yaşadığı güçlükleri anlamaya çalışmakta ve çözüm odaklı bir tutum sergilemektedir. Bu yaklaşım annelerin kendilerini güvende hissetmelerini sağlamakta ve danışmanlık sürecine katılımlarını artırmaktadır (Silva et al., 2025).

WHO ve UNICEF rehberlerinde, danışmanların annelere yönelik iletişimlerinde destekleyici ve güçlendirici ifadeler kullanmaları önerilmektedir. Böylece annelerin özgüvenlerinin korunması ve emzirme davranışlarının sürdürülebilir hale getirilmesi mümkün olmaktadır (WHO & UNICEF, 2021).

Sonuç olarak aktif dinleme, empati kurma, açık uçlu soru sorma, güven oluşturma ve yargılayıcı olmayan iletişim becerileri emzirme danışmanlığının temelini oluşturmaktadır. Bu becerilerin etkin şekilde kullanılması, danışmanlık hizmetlerinin kalitesini artırmakta ve emzirme sonuçlarını olumlu yönde etkilemektedir (WHO & UNICEF, 2021; Silva et al., 2025).

EMZİRME DANIŞMANLIĞI SÜRECİ

Emzirme danışmanlığı süreci, annenin gereksinimlerinin belirlenmesi, uygun müdahalelerin planlanması ve düzenli izlem ile desteklenmesini içeren sistematik bir yaklaşım olarak tanımlanmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü ve UNICEF tarafından yayımlanan rehberlerde emzirme danışmanlığının gebelik döneminde başlaması, doğum sonrasında yoğunlaştırılması ve emzirme süreci boyunca sürdürülmesi önerilmektedir. Etkili danışmanlık hizmetleri yalnızca bilgi vermeye dayanmamakta; değerlendirme, analiz, uygulama ve izlem aşamalarını içeren bütüncül bir süreç olarak ele alınmaktadır (WHO & UNICEF, 2021).

Değerlendirme Aşaması

Danışmanlık sürecinin ilk aşaması değerlendirmedir. Bu aşamada annenin emzirme konusundaki bilgi düzeyi, önceki deneyimleri, mevcut sorunları, sosyal destek durumu ve emzirme ile ilgili tutumları kapsamlı biçimde

incelenmektedir. Değerlendirme sürecinde yalnızca teknik bilgiler değil, annenin duygusal durumu ve emzirmeye ilişkin algıları da dikkate alınmalıdır. Çünkü emzirme davranışı biyolojik faktörlerin yanı sıra psikolojik ve sosyal faktörlerden de etkilenmektedir. Doğru gerçekleştirilen değerlendirme, bireyselleştirilmiş danışmanlık planlarının oluşturulmasının temelini oluşturmaktadır (Silva et al., 2025).

Analiz Aşaması

Analiz aşamasında değerlendirme sırasında elde edilen bilgiler yorumlanmakta ve annenin gereksinimleri belirlenmektedir. Bu süreçte emzirme problemlerinin olası nedenleri ortaya konulmakta ve öncelikli müdahale alanları belirlenmektedir. Yanlış emzirme pozisyonları, etkisiz meme kavrama, süt yetersizliği algısı veya bilgi eksikliği gibi sorunların doğru analiz edilmesi uygun müdahalenin seçilmesini kolaylaştırmaktadır. Sağlık profesyonellerinin bilgi ve beceri düzeylerinin artırılmasının bu analiz sürecinin kalitesini olumlu yönde etkilediği bildirilmektedir (Anderson & Kynoch, 2017).

Eylem ve Müdahale Aşaması

Eylem aşaması, danışmanlık sürecinde belirlenen gereksinimlerin uygulamaya dönüştürüldüğü bölümdür. Bu aşamada anneye bireysel gereksinimlerine uygun, açık ve uygulanabilir öneriler sunulmaktadır. Danışman tarafından doğru emzirme pozisyonları gösterilmekte, meme kavrama teknikleri öğretilmekte ve gerekli durumlarda uygulamalı destek sağlanmaktadır. WHO ve UNICEF, verilen önerilerin az sayıda, anlaşılır ve uygulanabilir olmasının davranış değişikliğini kolaylaştırdığını belirtmektedir (WHO & UNICEF, 2021). Prenatal dönemde başlayan danışmanlık hizmetlerinin doğum sonrası emzirme davranışlarını olumlu yönde etkilediği ve emzirme sorunlarını azalttığı bildirilmektedir (Yadav et al., 2022).

Süreklilik ve İzlem

Emzirme danışmanlığının etkinliğini belirleyen en önemli unsurlardan biri sürekliliktir. Tek seferlik danışmanlık hizmetleri çoğu zaman davranış değişikliğinin kalıcı hale gelmesi için yeterli olmamaktadır. Gebelik döneminden başlayarak doğum sonrası dönemde düzenli aralıklarla sürdürülen danışmanlık hizmetlerinin emzirme oranlarını artırdığı ve yalnızca anne sütü ile beslenme süresini uzattığı gösterilmiştir (Köse et al., 2026). Özellikle doğum sonrası ilk haftalar ve annenin çalışma yaşamına döndüğü dönemler emzirmenin kesintiye uğrama riskinin yüksek olduğu süreçlerdir. Bu nedenle düzenli izlem ve destek hizmetlerinin devam ettirilmesi büyük önem taşımaktadır (WHO & UNICEF, 2021).

Bireyselleştirilmiş Danışmanlık Yaklaşımı

Her annenin sosyokültürel özellikleri, eğitim düzeyi, ekonomik koşulları ve aile desteği farklılık göstermektedir. Bu nedenle emzirme danışmanlığının standart uygulamalar yerine bireysel gereksinimlere göre planlanması önerilmektedir. Bireyselleştirilmiş danışmanlık yaklaşımı sayesinde annelerin karşılaştıkları sorunlar daha etkili şekilde ele alınabilmekte ve danışmanlık hizmetlerinin başarı oranı artırılabilmektedir. Literatürde, hedef grubun özelliklerine göre uyarlanan müdahalelerin daha etkili sonuçlar ortaya koyduğu bildirilmektedir (AlQurashi et al., 2023).

TOPLUMSAL VE SİSTEMSEL BOYUT

Emzirme danışmanlığı, yalnızca anne ve sağlık profesyoneli arasında gerçekleşen bireysel bir süreç olarak değerlendirilmemelidir. Emzirme davranışı; sağlık sistemi, aile yapısı, kültürel normlar, çalışma yaşamı, sosyal destek mekanizmaları ve ulusal politikalar gibi çok sayıda faktörden etkilenmektedir. Bu nedenle emzirmenin desteklenmesine yönelik girişimlerin bireysel müdahalelerin ötesinde toplumsal ve sistemsel düzeyde planlanması gerekmektedir (WHO & UNICEF, 2021).

Sağlık Sistemi Düzeyinde Emzirme Danışmanlığı

Sağlık sistemi, emzirme danışmanlığının uygulanmasında temel rol üstlenmektedir. Gebelik döneminden başlayarak doğum sonrasındaki izlem süreçlerine kadar sağlık profesyonelleri tarafından sunulan danışmanlık hizmetleri, emzirme davranışlarının şekillenmesinde önemli bir etkiye sahiptir (WHO & UNICEF, 2021).

Dünya Sağlık Örgütü ve UNICEF, emzirme danışmanlığının birinci basamak sağlık hizmetlerinden hastane bakımına kadar tüm sağlık hizmeti basamaklarında sistematik olarak uygulanmasını önermektedir (WHO & UNICEF, 2021). Ancak yapılan çalışmalar, sağlık çalışanlarının emzirme konusunda bilgi ve beceri düzeylerinin farklılık gösterebildiğini ve bunun annelere verilen desteğin kalitesini etkileyebildiğini ortaya koymaktadır (Anderson & Kynoch, 2017).

Sağlık profesyonellerine yönelik düzenli eğitim programlarının uygulanması, danışmanlık hizmetlerinin standardizasyonunu sağlamakta ve bakım kalitesini artırmaktadır. Anderson ve Kynoch (2017) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, emzirme konusunda eğitim alan sağlık çalışanlarının bilgi düzeylerinde ve klinik uygulama becerilerinde anlamlı gelişmeler olduğu bildirilmiştir. Bununla birlikte sağlık kuruluşlarında yaşanan zaman kısıtlılığı, personel yetersizliği ve yoğun iş yükü gibi faktörler emzirme danışmanlığının etkinliğini sınırlandırabilmektedir. Bu nedenle emzirme danışmanlığının yalnızca hastane temelli hizmetlerle sınırlı kalmaması ve toplum temelli uygulamalarla desteklenmesi önerilmektedir (Anderson & Kynoch, 2017; WHO & UNICEF, 2021).

Toplum Temelli Destek ve Akran Danışmanlığı

Toplum temelli emzirme danışmanlığı uygulamaları, özellikle sağlık hizmetlerine erişimin sınırlı olduğu bölgelerde önemli bir destek mekanizması oluşturmaktadır. Bu yaklaşımda emzirme desteği yalnızca sağlık profesyonelleri tarafından değil, eğitim almış akran danışmanlar ve toplum temelli destek grupları aracılığıyla da sağlanabilmektedir. Akran danışmanlığı modeli, benzer deneyimlere sahip annelerin diğer annelere rehberlik etmesine dayanmaktadır. Yapılan araştırmalar, akran desteğinin annelerin emzirme öz-yeterliliğini artırdığını ve yalnızca anne sütü ile beslenme oranlarını yükselttiğini göstermektedir (Köse et al., 2026)

Akran danışmanlarının en önemli avantajlarından biri, annelerle benzer deneyimleri paylaşmaları nedeniyle güçlü bir güven ilişkisi kurabilmeleridir. Bu durum annelerin danışmanlık sürecine daha aktif katılım göstermelerini ve önerileri uygulamalarını kolaylaştırmaktadır. Ayrıca akran danışmanların düzenli eğitimlerle desteklenmesi, verilen hizmetlerin kalitesinin artırılmasına katkı sağlamaktadır (Sullivan et al., 2011).

Sosyal ve Kültürel Faktörler

Emzirme davranışı, içinde bulunulan toplumun kültürel özelliklerinden ve sosyal normlarından etkilenmektedir. Aile bireylerinin tutumları, geleneksel inanışlar, sosyal çevrenin beklentileri ve toplumun emzirmeye bakış açısı annelerin emzirme kararlarını şekillendirebilmektedir. Bazı toplumlarda anne sütü ile beslenme olumlu bir davranış olarak desteklenirken, bazı kültürel inanışlar emzirmenin erken sonlandırılmasına yol açabilmektedir. Özellikle süt yetersizliği algısı, erken dönemde ek gıdaya başlama eğilimi ve yanlış beslenme uygulamaları emzirme sürecini olumsuz etkileyebilmektedir. Bu nedenle emzirme danışmanlığı hizmetlerinin kültürel özellikler dikkate alınarak planlanması ve aile üyelerinin de danışmanlık sürecine dahil edilmesi önerilmektedir (AlQurashi et al., 2023).

Politika ve Yapısal Faktörler

Emzirmenin sürdürülmesinde ulusal politikalar ve yapısal düzenlemeler önemli rol oynamaktadır. Doğum izni uygulamaları, çalışma koşulları, emzirme odalarının varlığı ve anne dostu iş yeri politikaları annelerin emzirme davranışlarını doğrudan etkileyebilmektedir. Yetersiz doğum izni süreleri, iş yaşamına erken dönüş zorunluluğu ve çalışma ortamlarında uygun emzirme koşullarının bulunmaması emzirmenin erken sonlandırılmasına neden

olabilmektedir. Bu nedenle emzirme dostu politikaların geliştirilmesi ve uygulanması büyük önem taşımaktadır (Oko, 2026).

WHO ve UNICEF, emzirmenin desteklenmesine yönelik politikaların yalnızca annelere yönelik eğitimlerle sınırlı kalmaması gerektiğini; aynı zamanda sağlık sistemlerinin güçlendirilmesi, iş yaşamında destekleyici düzenlemelerin yapılması ve anne sütü muadillerinin pazarlanmasına ilişkin uluslararası düzenlemelerin etkin biçimde uygulanması gerektiğini vurgulamaktadır (WHO & UNICEF, 2021).

Çok Boyutlu Yaklaşımın Önemi

Günümüzde emzirmenin desteklenmesine yönelik en etkili yaklaşımın çok boyutlu müdahaleler olduğu kabul edilmektedir. Bireysel danışmanlık hizmetleri, sağlık sistemi desteği, toplum temelli programlar ve politika düzenlemelerinin birlikte uygulanması emzirme oranlarında daha başarılı sonuçlar elde edilmesini sağlamaktadır. Bu kapsamda emzirme danışmanlığı; anne ve bebeğe yönelik bireysel müdahalelerin yanı sıra toplumun tüm paydaşlarını kapsayan kapsamlı bir halk sağlığı yaklaşımı olarak değerlendirilmelidir (WHO & UNICEF, 2021).

ACİL DURUMLARDA EMZİRME DANIŞMANLIĞI

Doğal afetler, salgın hastalıklar, savaşlar, göç hareketleri ve diğer insani krizler anne ve bebek sağlığı açısından ciddi riskler oluşturmaktadır. Bu tür olağanüstü durumlarda emzirmenin korunması ve sürdürülmesi, bebeklerin sağkalımı açısından kritik öneme sahiptir. Dünya Sağlık Örgütü ve UNICEF, acil durumlarda emzirmenin desteklenmesini temel halk sağlığı önceliklerinden biri olarak kabul etmektedir (WHO, 2018; WHO & UNICEF, 2021).

Anne sütü, steril olması, her zaman ulaşılabilir olması ve herhangi bir hazırlık gerektirmemesi nedeniyle kriz ortamlarında bebekler için en güvenli beslenme kaynağıdır. Ayrıca anne sütü enfeksiyonlara karşı koruyucu özellik göstererek özellikle temiz suya ve sağlık hizmetlerine erişimin sınırlı olduğu durumlarda hayati önem taşımaktadır (WHO, 2018).

Acil Durumların Emzirme Üzerindeki Etkileri

Acil durumlar, annelerin emzirme davranışlarını çeşitli şekillerde etkileyebilmektedir. Travma, stres, yer değiştirme, sosyal destek kaybı ve sağlık hizmetlerine erişimde yaşanan güçlükler emzirme sürecini olumsuz etkileyebilmektedir (WHO & UNICEF, 2021).

Toplumda yaygın olarak görülen yanlış inanışlardan biri, stresin anne sütü üretimini tamamen durdurduğudur. Ancak bilimsel veriler, stresin süt üretimini doğrudan sonlandırmadığını; daha çok süt salınım refleksini ve emzirme sürecini dolaylı olarak etkileyebildiğini göstermektedir (WHO & UNICEF, 2021). Bu nedenle kriz dönemlerinde annelere doğru bilgi verilmesi ve psikososyal destek sağlanması önemlidir.

Emzirmenin Korunması ve Desteklenmesi

Acil durumlarda emzirmenin sürdürülmesi için çeşitli koruyucu stratejilerin uygulanması gerekmektedir. Bunların başında doğumdan sonraki ilk saat içerisinde emzirmenin başlatılması ve yalnızca anne sütü ile beslenmenin desteklenmesi gelmektedir. Erken emzirme uygulamaları, yenidoğan mortalitesini azaltmakta ve emzirmenin uzun dönem sürdürülmesine katkı sağlamaktadır. Ayrıca anne ve bebek arasındaki erken ten tene temas uygulamalarının süt üretimini desteklediği, anne-bebek bağlanmasını güçlendirdiği ve bebeğin fizyolojik stabilitesini artırdığı bildirilmektedir. Bu süreçte düzenli danışmanlık hizmetlerinin sürdürülmesi, annelerin yaşadıkları güçlüklerin erken dönemde belirlenmesine ve uygun müdahalelerin uygulanmasına olanak sağlamaktadır (WHO, 2018).

Yapay Beslenme Riskleri

Acil durumlarda kontrolsüz şekilde dağıtılan anne sütü muadilleri ve mamalar, emzirme oranlarının azalmasına neden olabilmektedir. Ayrıca güvenli su ve hijyen koşullarının sağlanamadığı ortamlarda mama kullanımı enfeksiyon riskini artırabilmektedir. WHO ve UNICEF, anne sütü muadillerinin yalnızca tıbbi gereklilik durumlarında kullanılmasını ve dağıtım süreçlerinin uzman ekipler tarafından kontrol edilmesini önermektedir (WHO, 2018).

Psikososyal Destek ve Anne Güçlendirme

Kriz dönemlerinde annelerin psikolojik iyilik hali emzirme davranışlarını önemli ölçüde etkilemektedir. Bu nedenle emzirme danışmanlığında psikososyal destek önemli bir yer tutmaktadır. Empatik iletişim, güven verici yaklaşım ve annenin duygularını ifade etmesine fırsat verilmesi danışmanlık sürecinin temel bileşenleri arasında yer almaktadır. WHO ve UNICEF rehberlerine göre danışmanlık hizmetlerinin amacı anneye ne yapacağını söylemek değil; annenin kendi kaynaklarını kullanarak emzirme sürecini sürdürebilmesini desteklemektir (WHO & UNICEF, 2021).

Sağlık Sistemi ve Organizasyonel Yaklaşım

Acil durumlarda emzirmenin korunması için sağlık sisteminin organize ve koordineli biçimde çalışması gerekmektedir. Bu kapsamda eğitimli sağlık çalışanlarının görevlendirilmesi, emzirme dostu alanların oluşturulması ve anne-bebek birlikteliğinin korunması büyük önem taşımaktadır. Ayrıca toplum temelli destek programları ve akran danışmanlığı uygulamaları da kriz dönemlerinde emzirmenin sürdürülmesine katkı sağlayabilmektedir. Özellikle savunmasız gruplara yönelik hedeflenmiş danışmanlık hizmetlerinin sunulması önerilmektedir (WHO & UNICEF, 2021).

SONUÇ

Emzirme, anne ve bebek sağlığının korunması ve geliştirilmesinde önemli bir role sahip olan, yaşamın erken dönemindeki en etkili beslenme uygulamalarından biridir. Dünya Sağlık Örgütü ve UNICEF tarafından önerilen emzirme uygulamalarına rağmen, yalnızca anne sütü ile beslenme oranlarının istenilen düzeylere ulaşamaması, emzirmenin çok boyutlu bir süreç olduğunu göstermektedir. Bu süreç; biyolojik, psikolojik, sosyal, kültürel ve çevresel faktörlerin etkileşimi sonucunda şekillenmektedir (WHO & UNICEF, 2021).

Emzirme danışmanlığı, annelerin emzirme sürecinde karşılaştıkları güçlüklerin belirlenmesi ve çözülmesinde önemli bir halk sağlığı müdahalesi olarak öne çıkmaktadır. Danışmanlık hizmetleri, annelerin bilgi düzeylerini artırmanın yanı sıra emzirme öz-yeterliliklerini geliştirmekte, özgüvenlerini güçlendirmekte ve emzirme davranışlarının sürdürülebilirliğini desteklemektedir. Özellikle aktif dinleme, empati kurma, açık uçlu soru sorma, güven oluşturma ve yargılayıcı olmayan iletişim becerileri etkili emzirme danışmanlığının temel bileşenleri arasında yer almaktadır (UNICEF, 2024; Sikorski et al., 2003; Silva et al., 2025).

Emzirme danışmanlığının başarısı yalnızca bireysel düzeyde verilen destekle sınırlı değildir. Sağlık sisteminin güçlendirilmesi, sağlık profesyonellerinin eğitimlerinin sürdürülmesi, toplum temelli danışmanlık programlarının yaygınlaştırılması ve emzirmeyi destekleyen politikaların geliştirilmesi emzirme sonuçlarının iyileştirilmesinde önemli rol oynamaktadır. Ayrıca akran danışmanlığı uygulamaları ve aile desteği gibi sosyal destek mekanizmalarının emzirme davranışlarının sürdürülmesine katkı sağladığı görülmektedir (WHO & UNICEF, 2021; Oko, 2026).

Acil durumlar ve insani krizler gibi olağanüstü koşullarda ise emzirmenin korunması ve desteklenmesi daha da büyük önem kazanmaktadır. Anne sütünün güvenli, ulaşılabilir ve koruyucu özellikleri nedeniyle kriz dönemlerinde bebeklerin sağkalımını destekleyen en önemli beslenme kaynaklarından biri olduğu bilinmektedir.

Bu nedenle acil durum planlarında emzirme danışmanlığı hizmetlerinin yer alması ve annelere yönelik psikososyal destek mekanizmalarının güçlendirilmesi gerekmektedir (WHO, 2018; WHO & UNICEF, 2021).

Sonuç olarak emzirme danışmanlığı; anne ve bebek sağlığının geliştirilmesi, emzirme oranlarının artırılması ve sürdürülebilir emzirme davranışlarının desteklenmesi açısından vazgeçilmez bir uygulamadır. Emzirme danışmanlığının gebelik döneminden başlayarak doğum sonrası süreç boyunca sürdürülmesi, bireysel destek hizmetlerinin toplum ve politika düzeyindeki uygulamalarla bütünleştirilmesi ve sağlık profesyonellerinin danışmanlık becerilerinin güçlendirilmesi, emzirme hedeflerine ulaşılmasında önemli katkılar sağlayacaktır (WHO & UNICEF, 2021; Silva et al., 2025).

KAYNAKLAR

AlQurashi, M., Alnasser, Y., Alshahrani, A., Almutairi, N., & Alqahtani, S. (2023). Breastfeeding knowledge, attitudes, and practices among mothers. *Healthcare, 11*(8), 878. https://doi.org/10.3390/healthcare11080878

Anderson, L., & Kynoch, K. (2017). Implementation of an education package on breast engorgement aimed at lactation consultants and midwives to prevent conflicting information for postnatal mothers. *International Journal of Evidence-Based Healthcare, 15*(1), 13–21. https://doi.org/10.1097/XEB.0000000000000090

Demirtaş, B. (2012). Strategies to support breastfeeding: A review. *International Nursing Review, 59*(4), 474–481. https://doi.org/10.1111/j.1466-7657.2012.01017.x

Köse, S., Köksaldı, E., & Özcan, H. (2026). *Effectiveness of peer counseling interventions on breastfeeding outcomes: A systematic review and meta-analysis*. Breastfeeding Medicine**.** https://doi.org/10.1177/15568253261480490

Necipoğlu, D., & Bebiş, H. (2025). The effect of antenatal interventions on breastfeeding self-efficacy of first-time mothers: A systematic review. *International Breastfeeding Journal, 21*(1), 6. https://doi.org/10.1186/s13006-025-00795-5

Oko, V. (2026). The politics of breastfeeding: A feminist analysis of breastfeeding policies and promotion in Nigeria. *International Breastfeeding Journal, 21*, 33. https://doi.org/10.1186/s13006-026-00824-x

Sikorski, J., Renfrew, M. J., Pindoria, S., & Wade, A. (2003). Support for breastfeeding. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (1), CD001141. https://doi.org/10.1002/14651858.CD001141

Silva, J. A., Wernet, M., Villas Boas, A. S. C., Rodrigues, E. C., Kepo, J. M., & Ruiz, M. T. (2025). Decision-making about breastfeeding: Influences of breastfeeding counseling. *Revista Brasileira de Enfermagem, 78*(Suppl. 3), e20240599. https://doi.org/10.1590/0034-7167-2024-0599

Sullivan, E. M., Bignell, W. E., Andrianos, A., & Anderson, A. K. (2011). Impact of education and training on type of care provided by community-based breastfeeding counselors: A cross-sectional study. *International Breastfeeding Journal, 6*, 12. https://doi.org/10.1186/1746-4358-6-12

United Nations Children's Fund. (2024). *The community infant and young child feeding counselling package*. https://www.unicef.org/documents/community-iycf-package

World Health Organization. (2018). *Guideline: Counselling of women to improve breastfeeding practices*. https://www.who.int/publications/i/item/9789241550468

World Health Organization, & United Nations Children's Fund. (2021). *Implementation guidance on counselling women to improve breastfeeding practices*. https://www.who.int/publications/i/item/9789240032323

Yadav, N., Vyas, H., Mamta, & Goyal, M. (2022). Effectiveness of prenatal lactation counseling on breastfeeding practices, breast engorgement, and newborn feeding behavior among postnatal mothers at a teaching institution. *Journal of Family Medicine and Primary Care, 11*(3), 1146–1151. https://doi.org/10.4103/jfmpc.jfmpc_1217_21

VAJİNAL MİKROBİYOTA VE BİYOKİMYASAL BELİRTEÇLER: KADIN ÜREME SAĞLIĞI VE GEBELİK SONUÇLARINDAKİ GÜNCEL YAKLAŞIMLAR

Dr. Öğr. Üyesi. Hüseyin KARAKAYA[1]/ Doç Dr. Gökhan Doğukan AKARSU[2]/ Prof. Dr. Rukiye HÖBEK AKARSU[3]

[1]Yozgat Bozok Üniversitesi Tıp Fakültesi Kadın Sağlığı ve Doğum Anabilim Dalı, drhusyn@gmail.com, https://orcid.org/0000-0002-5534-3161

[2]Yozgat Bozok Üniversitesi Sağlık Hizmetleri MYO, Eczane Hizmetleri Bölümü, gokhan_dogukan_akarsu@hotmail.com, https://orcid.org/0000-0002-6586-5748

[3] Yozgat Bozok Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Hemşirelik Bölümü, rukiye-hobek@hotmail.com, https://orcid.org/0000-0002-3476-0740

Özet

Vajinal mikrobiyota, kadın genital sisteminin fizyolojik dengesinin korunmasında ve üreme sağlığının sürdürülmesinde temel rol oynayan kompleks bir mikrobiyal ekosistemdir. Sağlıklı vajinal mikrobiyotada Lactobacillus türlerinin baskınlığı düşük pH ortamının korunmasını sağlayarak patojen mikroorganizmaların kolonizasyonunu önlemektedir. Son yıllarda gerçekleştirilen moleküler çalışmalar, vajinal mikrobiyotadaki disbiyozisin bakteriyel vajinozis, pelvik inflamatuvar hastalık, infertilite, tekrarlayan gebelik kaybı, spontan preterm doğum ve yardımcı üreme tekniklerinin başarısızlığı gibi birçok jinekolojik ve obstetrik durum ile ilişkili olduğunu göstermektedir. Mikrobiyal kompozisyondaki değişikliklere eşlik eden biyokimyasal süreçlerde interlökin-6 (IL-6), interlökin-8 (IL-8), tümör nekroz faktörü-α (TNF-α), C-reaktif protein (CRP), matriks metalloproteinazları (MMP'ler), laktat, kısa zincirli yağ asitleri ve çeşitli metabolomik belirteçlerin düzeylerinde anlamlı değişiklikler gözlenmektedir. Ayrıca son yıllarda mikroRNA'lar, eksozomlar ve proteomik yaklaşımlar vajinal mikrobiyotaya bağlı biyolojik süreçlerin daha ayrıntılı anlaşılmasına katkı sağlamaktadır. Vajinal mikrobiyotanın biyokimyasal belirteçlerle birlikte değerlendirilmesi, kadın üreme sistemi hastalıklarının erken tanısı, risk sınıflandırılması ve kişiselleştirilmiş tedavi stratejilerinin geliştirilmesi açısından önemli bir potansiyel taşımaktadır. Bununla birlikte mevcut çalışmaların önemli bir kısmı heterojen hasta gruplarından oluşmakta olup, biyobelirteçlerin rutin klinik uygulamada kullanılabilmesi için standardize yöntemlerle gerçekleştirilecek geniş ölçekli prospektif çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır. Bu derlemede, vajinal mikrobiyotanın fizyolojik özellikleri, ilişkili biyokimyasal belirteçler ve kadın hastalıkları ile gebelik komplikasyonlarındaki güncel klinik önemi son literatür doğrultusunda değerlendirilmiş; gelecekte tanısal ve tedaviye yönelik olası kullanım alanları tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Vajinal mikrobiyota, biyokimyasal belirteçler, kadın üreme sağlığı, disbiyozis, infertilite, gebelik komplikasyonları.

VAGİNAL MİCROBİOTA AND BİOCHEMİCAL BİOMARKERS: CURRENT APPROACHES TO WOMEN'S REPRODUCTİVE HEALTH AND PREGNANCY OUTCOMES

Assist. Prof. Hüseyin KARAKAYA[1]/ Assoc. Prof. Gökhan Doğukan AKARSU[2]/ Prof. Rukiye HÖBEK AKARSU[3]

[1] Yozgat Bozok University, Faculty of Medicine, Department of Obstetrics and Gynecology, drhusyn@gmail.com, https://orcid.org/0000-0002-5534-3161

[2] Yozgat Bozok University, Vocational School of Health Services, Department of Pharmacy Services, gokhan_dogukan_akarsu@hotmail.com, https://orcid.org/0000-0002-6586-5748

[3] Yozgat Bozok University, Faculty of Health Sciences, Department of Nursing, rukiye-hobek@hotmail.com, https://orcid.org/0000-0002-3476-0740

Abstract

The vaginal microbiota is a complex microbial ecosystem that plays a fundamental role in maintaining the physiological balance of the female genital tract and preserving reproductive health. In a healthy vaginal environment, the predominance of Lactobacillus species contributes to maintaining a low vaginal pH and preventing the colonization of pathogenic microorganisms. Recent molecular studies have demonstrated that vaginal dysbiosis is associated with various gynecological and obstetric conditions, including bacterial vaginosis, pelvic inflammatory disease, infertility, recurrent pregnancy loss, spontaneous preterm birth, and failure of assisted reproductive technologies. Biochemical alterations accompanying changes in the vaginal microbial composition include significant variations in the levels of interleukin-6 (IL-6), interleukin-8 (IL-8), tumor necrosis factor-alpha (TNF-α), C-reactive protein (CRP), matrix metalloproteinases (MMPs), lactate, short-chain fatty acids, and several metabolomic biomarkers. Furthermore, emerging evidence suggests that microRNAs, exosomes, and proteomic approaches provide valuable insights into the biological mechanisms linking the vaginal microbiota to female reproductive health. The combined evaluation of the vaginal microbiota and biochemical biomarkers may offer significant potential for the early diagnosis, risk stratification, and development of personalized therapeutic strategies for disorders affecting the female reproductive system. However, most available studies involve heterogeneous patient populations, and large-scale prospective studies using standardized methodologies are required before these biomarkers can be routinely implemented in clinical practice. This review summarizes the physiological characteristics of the vaginal microbiota, discusses the associated biochemical biomarkers, and evaluates their current clinical significance in gynecological disorders and pregnancy outcomes based on the latest literature. In addition, future diagnostic and therapeutic perspectives are highlighted.

Keywords: Vaginal microbiota; biochemical biomarkers; women's reproductive health; dysbiosis; infertility; pregnancy complications.

1. GİRİŞ

Vajinal mikrobiyota, kadın genital sisteminde bulunan bakteri, mantar, virüs ve diğer mikroorganizmaların oluşturduğu dinamik bir mikrobiyal ekosistem olup kadın üreme sağlığının korunmasında temel rol oynamaktadır. Sağlıklı üreme çağındaki kadınlarda vajinal mikrobiyota çoğunlukla Lactobacillus türlerinin baskın olduğu bir yapı göstermektedir. Bu bakteriler glikojeni laktik aside dönüştürerek vajinal pH'nın 3,5–4,5 arasında kalmasını sağlamakta, hidrojen peroksit ve bakteriyosin gibi antimikrobiyal bileşikler üreterek patojen mikroorganizmaların kolonizasyonunu engellemektedir [1,2]. Bu sayede vajinal epitel bütünlüğü korunmakta, lokal immün yanıt düzenlenmekte ve genital sistemde mikrobiyal homeostazın devamlılığı sağlanmaktadır.

Vajinal mikrobiyotanın bileşimi yaş, hormonal değişiklikler, menstruasyon döngüsü, gebelik, menopoz, antibiyotik kullanımı, cinsel aktivite, hijyen alışkanlıkları, beslenme ve çevresel faktörler gibi çok sayıda değişkenden etkilenmektedir. Bu faktörlerin etkisiyle oluşan mikrobiyal dengenin bozulması vajinal disbiyozis olarak tanımlanmakta olup bakteriyel vajinozis, pelvik inflamatuvar hastalık, cinsel yolla bulaşan enfeksiyonlar, infertilite, tekrarlayan gebelik kaybı ve spontan preterm doğum gibi birçok jinekolojik ve obstetrik hastalık ile ilişkilendirilmektedir [2–4].

Son yıllarda yeni nesil dizileme (next-generation sequencing), metabolomik, proteomik ve transkriptomik analizlerdeki gelişmeler sayesinde vajinal mikrobiyotanın yalnızca enfeksiyonlarla değil, aynı zamanda implantasyon başarısı, embriyo gelişimi ve gebelik sonuçları üzerinde de önemli etkileri olduğu ortaya konmuştur. Özellikle Lactobacillus crispatus baskın mikrobiyal toplulukların başarılı gebelik ve yardımcı üreme tekniklerinde daha yüksek başarı oranları ile ilişkili olduğu; buna karşın Gardnerella vaginalis, Prevotella spp., Fannyhessea vaginae (Atopobium vaginae) ve diğer anaerob bakterilerin baskın olduğu mikrobiyal profillerin olumsuz gebelik sonuçlarıyla ilişkili olduğu bildirilmektedir [3,5].

Mikrobiyal kompozisyondaki değişiklikler yalnızca mikrobiyolojik farklılıklarla sınırlı kalmamakta, aynı zamanda lokal ve sistemik biyokimyasal yanıtları da etkilemektedir. Vajinal disbiyozis sırasında interlökin-6 (IL-6), interlökin-8 (IL-8), tümör nekroz faktörü-α (TNF-α), C-reaktif protein (CRP), matriks metalloproteinazları (MMP'ler), laktat ve kısa zincirli yağ asitleri gibi biyokimyasal belirteçlerin düzeylerinde önemli değişiklikler meydana gelmektedir. Ayrıca metabolomik, proteomik, mikroRNA ve eksozom temelli biyobelirteçlerin kadın üreme sistemi hastalıklarının erken tanısı ve prognozunun belirlenmesinde umut verici olduğu bildirilmektedir [6,7].

Günümüzde vajinal mikrobiyota ile biyokimyasal belirteçlerin birlikte değerlendirilmesi, yalnızca hastalık mekanizmalarının daha iyi anlaşılmasını değil, aynı zamanda bireyselleştirilmiş tanı ve tedavi stratejilerinin geliştirilmesini de mümkün kılabilecek önemli bir araştırma alanı olarak kabul edilmektedir. Bununla birlikte mevcut çalışmaların büyük kısmı gözlemsel tasarıma sahip olup biyobelirteçlerin rutin klinik uygulamaya aktarılabilmesi için standardize yöntemlerle yürütülecek geniş ölçekli prospektif çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır [5–7].

Bu araştırada vajinal mikrobiyotanın fizyolojik özellikleri, mikrobiyal homeostazın bozulmasına neden olan mekanizmalar, ilişkili biyokimyasal belirteçler ve bunların kadın üreme sağlığı ile gebelik sonuçlarındaki klinik önemi güncel literatür doğrultusunda değerlendirilmiştir.

2. Vajinal Mikrobiyotanın Fizyolojisi ve Moleküler Mekanizmaları

Vajinal mikrobiyota, kadın genital sisteminin doğal savunma mekanizmasının önemli bir bileşeni olup konakçı ile mikroorganizmalar arasında karşılıklı yarar sağlayan dinamik bir dengeyi temsil etmektedir. Sağlıklı üreme çağındaki kadınlarda vajinal mikrobiyotanın büyük kısmını Lactobacillus türleri oluşturmakta olup en sık Lactobacillus crispatus, Lactobacillus jensenii, Lactobacillus gasseri ve Lactobacillus iners izole edilmektedir. Bu

mikroorganizmalar vajinal ekosistemin korunmasında kritik rol üstlenmekte ve enfeksiyonlara karşı ilk biyolojik bariyeri oluşturmaktadır [8,9].

Östrojen düzeylerindeki artış, vajinal epitel hücrelerinde glikojen birikimini artırmaktadır. Deskuamasyona uğrayan epitel hücrelerinden açığa çıkan glikojen, α-amilaz enzimi aracılığıyla daha küçük karbonhidratlara dönüştürülmekte, ardından Lactobacillus türleri tarafından metabolize edilerek laktik asit üretimi gerçekleştirilmektedir. Oluşan laktik asit sayesinde vajinal pH yaklaşık 3,5–4,5 arasında tutulmakta ve birçok fırsatçı patojenin çoğalması baskılanmaktadır [1,10].

Laktik aside ek olarak Lactobacillus türleri hidrojen peroksit (H_2O_2), bakteriyosinler, biyosürfaktanlar ve çeşitli antimikrobiyal peptitler üretmektedir. Bu moleküller Gardnerella vaginalis, Escherichia coli, Neisseria gonorrhoeae, Candida albicans ve diğer patojen mikroorganizmaların vajinal epitele tutunmasını engelleyerek enfeksiyon gelişimini önlemektedir [11]. Ayrıca epitel hücreleri ile bakteriler arasındaki etkileşim sonucunda mukozal immünite düzenlenmekte ve inflamatuvar yanıt fizyolojik sınırlar içerisinde tutulmaktadır [12].

Son yıllarda yeni nesil dizileme teknolojilerinin kullanılmasıyla vajinal mikrobiyota, baskın bakteri topluluklarına göre Community State Types (CST) olarak sınıflandırılmıştır. Bu sınıflamada CST I Lactobacillus crispatus, CST II Lactobacillus gasseri, CST III Lactobacillus iners ve CST V Lactobacillus jensenii baskın mikrobiyotayı temsil etmektedir. Buna karşın CST IV, Lactobacillus türlerinin azaldığı ve Gardnerella, Prevotella, Atopobium (Fannyhessea), Mobiluncus, Sneathia ve diğer anaerob bakterilerin baskın olduğu disbiyotik mikrobiyal yapıyı ifade etmektedir [13,14].

Vajinal mikrobiyota yalnızca mikrobiyal dengeyi sağlamakla kalmayıp konak immün sistemi ile de sürekli iletişim hâlindedir. Vajinal epitel hücrelerinde bulunan Toll-benzeri reseptörler (TLR2, TLR4 ve TLR9), mikrobiyal ürünleri tanıyarak doğal bağışıklık yanıtını aktive etmektedir. Fizyolojik koşullarda Lactobacillus türleri inflamasyonu baskılayan bir mikroçevre oluştururken, disbiyozis gelişmesi durumunda nükleer faktör kappa-B (NF-κB) sinyal yolunun aktivasyonu sonucunda IL-1β, IL-6, IL-8 ve TNF-α gibi proinflamatuvar sitokinlerin üretimi belirgin şekilde artmaktadır [15,16].

Disbiyotik vajinal mikrobiyota aynı zamanda biyofilm oluşumunu desteklemektedir. Özellikle Gardnerella vaginalis tarafından oluşturulan biyofilm yapısı, diğer anaerob bakterilerin yüzeye tutunmasını kolaylaştırmakta ve antimikrobiyal tedavilere karşı direnç gelişimine katkı sağlamaktadır. Bu biyofilm yapısı kronik inflamasyonun devam etmesine, vajinal epitel bütünlüğünün bozulmasına ve bakteriyel vajinozisin tekrarlama riskinin artmasına neden olmaktadır [17].

Mikrobiyal kompozisyondaki değişiklikler metabolik süreçleri de doğrudan etkilemektedir. Disbiyozis sırasında laktik asit üretimi azalırken asetat, bütirat ve süksinat gibi metabolitlerin düzeylerinde artış meydana gelmektedir. Bunun sonucunda vajinal pH yükselmekte, oksidatif stres belirginleşmekte ve inflamatuvar yanıt güçlenmektedir. Ayrıca matriks metalloproteinazlarının aktivasyonuna bağlı olarak ekstraselüler matriks bütünlüğü bozulmakta ve özellikle gebelikte fetal membranların zayıflamasına katkıda bulunabilmektedir [18,19].

Güncel çalışmalar, vajinal mikrobiyotanın yalnızca lokal enfeksiyonlarla sınırlı olmadığını; infertilite, yardımcı üreme tekniklerinin başarısı, tekrarlayan gebelik kaybı, preterm doğum ve preeklampsi gibi obstetrik sonuçlar üzerinde de belirleyici rol oynadığını göstermektedir. Bu nedenle vajinal mikrobiyal kompozisyonun moleküler düzeyde değerlendirilmesi, kadın üreme sağlığının korunması ve gebelik komplikasyonlarının önlenmesi açısından önemli bir araştırma alanı hâline gelmiştir [14,20].

3. Vajinal Mikrobiyota ile İlişkili Biyokimyasal Belirteçler

Vajinal mikrobiyotanın fizyolojik dengesi, yalnızca mikrobiyal kompozisyonun korunmasına değil, aynı zamanda lokal immün yanıtın, metabolik aktivitenin ve epitel bütünlüğünün sürdürülmesine de bağlıdır. Vajinal disbiyozis geliştiğinde meydana gelen mikrobiyal değişiklikler, çok sayıda biyokimyasal belirtecin ekspresyonunu

etkileyerek inflamasyon, oksidatif stres ve doku yeniden şekillenmesi gibi biyolojik süreçleri aktive etmektedir. Günümüzde bu biyokimyasal belirteçlerin değerlendirilmesi, kadın üreme sistemi hastalıklarının erken tanısı, prognozunun belirlenmesi ve tedavi yanıtının izlenmesi açısından önemli bir araştırma alanı olarak kabul edilmektedir [21,22].

3.1. Proinflamatuvar Sitokinler

Vajinal disbiyozis sırasında ilk aktive olan biyolojik mekanizmalardan biri doğal immün yanıttır. Patojen mikroorganizmaların lipopolisakkaritleri ve diğer mikrobiyal ürünleri, vajinal epitel hücrelerinde bulunan Toll-benzeri reseptörleri (TLR'ler) aktive ederek nükleer faktör-kappa B (NF-κB) sinyal yolunu uyarmaktadır. Bunun sonucunda interlökin-1β (IL-1β), interlökin-6 (IL-6), interlökin-8 (IL-8) ve tümör nekroz faktörü-alfa (TNF-α) gibi proinflamatuvar sitokinlerin üretiminde belirgin artış meydana gelmektedir [23,24].

IL-6, akut faz yanıtının düzenlenmesinde görev alan temel sitokinlerden biri olup bakteriyel vajinozis ve pelvik inflamatuvar hastalık olgularında vajinal sekresyonlarda anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur. Benzer şekilde IL-8 düzeylerindeki artış nötrofil kemotaksisini hızlandırarak inflamatuvar hücre infiltrasyonunu artırmaktadır. TNF-α ise epitel bariyer bütünlüğünü bozmakta ve matriks metalloproteinazlarının sentezini uyararak doku hasarını desteklemektedir [25].

Gebelikte artmış IL-6 ve IL-8 düzeylerinin erken membran rüptürü, spontan preterm doğum ve intraamniyotik inflamasyon ile ilişkili olduğu bildirilmiştir. Bu nedenle söz konusu sitokinler yalnızca inflamasyon belirteci değil, aynı zamanda olumsuz gebelik sonuçlarının öngörülmesinde kullanılabilecek biyobelirteçler arasında değerlendirilmektedir [26].

3.2. C-Reaktif Protein (CRP)

CRP, karaciğerde sentezlenen önemli bir akut faz proteinidir ve sistemik inflamasyonun değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Vajinal disbiyozis sonucu gelişen inflamatuvar süreçlerde serum CRP düzeylerinin yükseldiği gösterilmiş olmakla birlikte, tek başına CRP'nin vajinal enfeksiyonların tanısında yeterli özgüllüğe sahip olmadığı bildirilmektedir. Bununla birlikte CRP'nin diğer inflamatuvar biyobelirteçlerle birlikte değerlendirilmesi tanısal doğruluğu artırmaktadır [27].

Gebelikte yüksek CRP düzeyleri preterm doğum, koriyoamniyonit ve preeklampsi gelişme riskinin artmasıyla ilişkilendirilmiştir. Son yıllarda CRP'nin vajinal mikrobiyota profili ile birlikte değerlendirilmesinin yüksek riskli gebeliklerin belirlenmesinde faydalı olabileceği ileri sürülmektedir [28].

3.3. Matriks Metalloproteinazları (MMP'ler)

Matriks metalloproteinazları, ekstraselüler matriksin yeniden şekillenmesinde görev yapan çinko bağımlı endopeptidazlardır. Fizyolojik koşullarda doku onarımı ve hücresel yenilenmede rol oynayan bu enzimler, inflamasyon sırasında aşırı aktive olarak epitel bütünlüğünün bozulmasına neden olabilmektedir. Özellikle MMP-2 ve MMP-9 düzeylerinin bakteriyel vajinozis ve preterm doğum olgularında arttığı gösterilmiştir [29].

Gebelik boyunca fetal membranların bütünlüğünün korunması büyük önem taşımaktadır. Ancak inflamatuvar sitokinlerin etkisiyle aktive olan MMP'ler kollajen liflerinin parçalanmasını hızlandırarak membran zayıflamasına ve erken membran rüptürüne katkıda bulunmaktadır. Bu nedenle MMP düzeyleri spontan preterm doğum açısından umut verici biyobelirteçler arasında yer almaktadır [30].

3.4. Laktat ve Kısa Zincirli Yağ Asitleri

Sağlıklı vajinal mikrobiyotada baskın olan Lactobacillus türleri tarafından üretilen laktik asit, düşük vajinal pH'nın korunmasını sağlayan temel metabolittir. Laktat yalnızca ortamın asidik kalmasını sağlamakla kalmamakta, aynı zamanda inflamasyonu baskılayıcı ve antiviral özellikler de göstermektedir [31].

Disbiyozis gelişmesiyle birlikte laktat üretimi azalırken asetat, propiyonat, bütirat ve süksinat gibi kısa zincirli yağ asitlerinin düzeyleri artmaktadır. Bu metabolik değişiklikler vajinal pH'nın yükselmesine, patojen bakterilerin çoğalmasına ve inflamasyonun şiddetlenmesine neden olmaktadır [32].

3.5. Metabolomik, MikroRNA ve Eksozomlar

Son yıllarda metabolomik analizler, vajinal mikrobiyotaya bağlı metabolik değişikliklerin ayrıntılı olarak değerlendirilmesine olanak sağlamıştır. Disbiyotik vajinal mikrobiyotada amino asit metabolizması, lipid metabolizması ve enerji metabolizması ile ilişkili çok sayıda metabolitin anlamlı şekilde değiştiği gösterilmiştir. Bu metabolik profillerin gelecekte noninvaziv biyobelirteç olarak kullanılabileceği düşünülmektedir [33].

Bunun yanında mikroRNA'lar (özellikle miR-21, miR-146a ve miR-155) ile hücre dışı veziküller (eksozomlar), inflamasyonun düzenlenmesi ve konak-mikrobiyota etkileşiminde önemli görev üstlenmektedir. MikroRNA'lar ve hücre dışı veziküller; inflamasyon, konak-mikrobiyota etkileşimi ve bazı gebelik komplikasyonlarında araştırılan yeni nesil biyobelirteçler arasında yer almaktadır [34,35].

Mevcut kanıtlar birlikte değerlendirildiğinde, vajinal mikrobiyotaya eşlik eden biyokimyasal belirteçlerin tek başına değerlendirilmesinden ziyade çoklu biyobelirteç panelleri şeklinde analiz edilmesinin tanısal doğruluğu artırabileceği düşünülmektedir. Özellikle sitokinler, matriks metalloproteinazları, metabolomik belirteçler ve mikroRNA'ların birlikte değerlendirilmesi, kadın üreme sistemi hastalıklarının erken tanısı ve kişiselleştirilmiş tedavi yaklaşımlarının geliştirilmesi açısından önemli bir potansiyel taşımaktadır [22,35].

4. Vajinal Mikrobiyotanın Kadın Üreme Sağlığı ve Gebelik Sonuçlarındaki Klinik Önemi

Vajinal mikrobiyotanın fizyolojik yapısının korunması, kadın üreme sisteminin normal fonksiyonlarının devamı ve sağlıklı gebeliğin sürdürülmesi açısından kritik öneme sahiptir. Mikrobiyal homeostazın bozulması sonucunda gelişen vajinal disbiyozis; lokal inflamasyon, epitel bariyer fonksiyonunda bozulma, immün yanıtın düzensizleşmesi ve metabolik değişiklikler aracılığıyla çok sayıda jinekolojik ve obstetrik hastalığın gelişimine katkıda bulunmaktadır [36,37]. Günümüzde vajinal mikrobiyota, yalnızca enfeksiyonların patogenezinde değil, infertilite, yardımcı üreme tekniklerinin başarısı, tekrarlayan gebelik kaybı ve gebelik komplikasyonlarının değerlendirilmesinde de önemli bir biyolojik belirteç olarak kabul edilmektedir [38].

4.1. Bakteriyel Vajinozis

Bakteriyel vajinozis (BV), üreme çağındaki kadınlarda en sık görülen vajinal enfeksiyonlardan biri olup Lactobacillus türlerinin azalması ve anaerob bakterilerin baskın hale gelmesi ile karakterizedir. Özellikle Gardnerella vaginalis, Fannyhessea vaginae (Atopobium vaginae), Prevotella spp., Mobiluncus spp. ve Sneathia spp. gibi mikroorganizmaların çoğalması vajinal pH'nın yükselmesine ve biyofilm oluşumuna neden olmaktadır [39].

Disbiyozis sırasında IL-1β, IL-6, IL-8 ve TNF-α düzeylerinde belirgin artış meydana gelirken, laktik asit üretiminin azalması patojen mikroorganizmaların çoğalmasını kolaylaştırmaktadır. Ayrıca MMP-9 aktivitesindeki artış vajinal epitel bütünlüğünün bozulmasına katkı sağlamaktadır [40].

Bakteriyel vajinozis; pelvik inflamatuvar hastalık, infertilite, spontan abortus, preterm doğum ve postoperatif enfeksiyon riskini artırması nedeniyle kadın sağlığında önemli bir klinik problem oluşturmaktadır [41].

4.2. İnfertilite ve Yardımcı Üreme Teknikleri

Son yıllarda yapılan çalışmalar vajinal mikrobiyota kompozisyonunun doğal fertiliteyi ve yardımcı üreme tekniklerinin başarısını önemli ölçüde etkilediğini göstermektedir. Lactobacillus crispatus baskın vajinal mikrobiyotaya sahip kadınlarda embriyo implantasyonu ve canlı doğum oranlarının daha yüksek olduğu bildirilmektedir [42].

Buna karşılık disbiyotik mikrobiyotaya sahip kadınlarda kronik inflamasyon gelişmesi, endometriyal reseptivitenin azalması ve embriyo implantasyonunun olumsuz etkilenmesi nedeniyle in vitro fertilizasyon (IVF) başarı oranlarının düştüğü gösterilmiştir [43].

Disbiyozis sırasında artan inflamatuvar sitokinler, özellikle IL-6 ve TNF-α, trofoblast invazyonunu baskılayabilmekte ve implantasyon başarısını azaltabilmektedir. Ayrıca değişen metabolik profilin embriyo gelişimini olumsuz etkileyebileceği düşünülmektedir [44].

4.3. Tekrarlayan Gebelik Kaybı

Tekrarlayan gebelik kaybının etiyolojisi multifaktöriyel olmakla birlikte son yıllarda vajinal mikrobiyotanın önemli rol oynadığı gösterilmiştir. Lactobacillus baskın mikrobiyota maternal-fetal immün toleransın sürdürülmesine katkı sağlarken, disbiyozis gelişmesi inflamatuvar yanıtı artırarak gebeliğin erken dönemlerinde plasental gelişimi olumsuz etkileyebilmektedir [45].

Disbiyotik olgularda IL-6, IL-8, TNF-α ve çeşitli kemokin düzeylerinin arttığı; buna karşılık antiinflamatuvar sitokinlerin azaldığı bildirilmektedir. Bu değişiklikler trofoblast invazyonunun bozulmasına ve gebelik kaybı riskinin artmasına katkıda bulunmaktadır [46].

4.4. Spontan Preterm Doğum

Spontan preterm doğumun en önemli nedenlerinden biri intrauterin inflamasyondur. Vajinal disbiyozis sonucunda gelişen inflamatuvar süreç servikal mukus bariyerinin zayıflamasına, fetal membranlarda kollajen yıkımının hızlanmasına ve uterin kontraksiyonların başlamasına neden olabilmektedir [47].

Özellikle MMP-8, MMP-9, IL-6 ve IL-8 düzeylerinin yükselmesi fetal membranların dayanıklılığını azaltmakta ve erken membran rüptürü gelişimine katkıda bulunmaktadır. Günümüzde bu biyobelirteçlerin preterm doğum açısından erken risk belirteçleri olarak kullanılabileceği düşünülmektedir [48].

4.5. Preeklampsi

Vajinal mikrobiyota ile preeklampsi arasındaki ilişkiye yönelik sınırlı sayıda çalışma bulunmakta; mikrobiyal kompozisyon, lokal immün yanıt ve hastalık riski arasında olası bağlantılar bildirilmektedir [49,50]. Bununla birlikte, vajinal disbiyozisin sFlt-1/PlGF dengesini doğrudan bozduğunu gösteren yeterli klinik kanıt bulunmamaktadır.

4.6. Gestasyonel Diyabet Mellitus

Gestasyonel diyabet mellitus (GDM), gebelikte görülen en önemli metabolik hastalıklardan biridir. Son yıllarda yapılan çalışmalar GDM'li kadınlarda vajinal mikrobiyal çeşitliliğin arttığını, GDM'li gebelerde vajinal mikrobiyota kompozisyonunda farklılıklar bildirilmiş olmakla birlikte, çalışmaların sonuçları çeşitlilik ve Lactobacillus baskınlığı açısından tutarlı değildir [51,52].

Hiperglisemiye bağlı gelişen oksidatif stres ve inflamasyon sonucunda IL-6, TNF-α ve CRP düzeyleri yükselmekte, bu biyokimyasal değişiklikler hem maternal metabolik bozuklukları hem de fetal komplikasyonları etkileyebilmektedir. Disbiyozis ile metabolik inflamasyon arasındaki ilişkinin açıklanması, gelecekte GDM'nin erken tanısı açısından önemli katkılar sağlayabilir [52].

Mevcut kanıtlar birlikte değerlendirildiğinde, vajinal mikrobiyota kadın üreme sağlığı ve gebelik sonuçlarını etkileyen önemli biyolojik faktörlerden biri olarak kabul edilmektedir. Mikrobiyal kompozisyon ile biyokimyasal belirteçlerin birlikte değerlendirilmesi; infertilite, gebelik kaybı, preterm doğum ve preeklampsi gibi obstetrik komplikasyonların erken tanısı, risk sınıflandırılması ve bireyselleştirilmiş tedavi yaklaşımlarının geliştirilmesine katkı sağlayabilir. Bununla birlikte bu biyobelirteçlerin rutin klinik uygulamaya aktarılabilmesi için çok merkezli, geniş örneklemli ve prospektif klinik çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır [37,52].

Kaynaklar

Ravel J, Gajer P, Abdo Z, Schneider GM, Koenig SSK, McCulle SL, et al. Vaginal microbiome of reproductive-age women. Proc Natl Acad Sci U S A. 2011;108(Suppl 1):4680-4687.

Petrova MI, Lievens E, Malik S, Imholz N, Lebeer S. Lactobacillus species as biomarkers and agents that can promote various aspects of vaginal health. Front Physiol. 2015;6:81.

Ma B, Forney LJ, Ravel J. Vaginal microbiome: rethinking health and disease. Annu Rev Microbiol. 2012;66:371-389.

Borges S, Silva J, Teixeira P. The role of lactobacilli and probiotics in maintaining vaginal health. Arch Gynecol Obstet. 2014;289(3):479-489.

Smith SB, Ravel J. The vaginal microbiota, host defence and reproductive physiology. J Physiol. 2017;595(2):451-463.

Anahtar MN, Gootenberg DB, Mitchell CM, Kwon DS. Cervicovaginal microbiota and reproductive health: the virtue of simplicity. Trends Mol Med. 2018;24(2):159-168.

Ravel J, Brotman RM. Translating the vaginal microbiome: gaps and challenges. Genome Med. 2016;8:35.

Chee WJY, Chew SY, Than LTL. Vaginal microbiota and the potential of Lactobacillus derivatives in maintaining vaginal health. Microb Cell Fact. 2020;19:203.

Amabebe E, Anumba DOC. The vaginal microenvironment: the physiologic role of Lactobacilli. Front Med (Lausanne). 2018;5:181.

O'Hanlon DE, Moench TR, Cone RA. Vaginal pH and microbicidal lactic acid when Lactobacilli dominate the microbiota. PLoS One. 2013;8(11):e80074.

Tachedjian G, Aldunate M, Bradshaw CS, Cone RA. The role of lactic acid production by probiotic Lactobacillus species in vaginal health. F1000Research. 2017;6:416.

Aldunate M, Srbinovski D, Hearps AC, Latham CF, Ramsland PA, Gugasyan R, et al. Antimicrobial and immune modulatory effects of lactic acid and short-chain fatty acids produced by the vaginal microbiota. Front Physiol. 2015;6:164.

Gajer P, Brotman RM, Bai G, Sakamoto J, Schütte UME, Zhong X, et al. Temporal dynamics of the human vaginal microbiota. Sci Transl Med. 2012;4(132):132ra52.

Greenbaum S, Greenbaum G, Moran-Gilad J, Weintraub AY. Ecological dynamics of the vaginal microbiome in relation to health and disease. Am J Obstet Gynecol. 2019;220(4):324-335.

Mansouri A, Akthar I, Miyamoto A. TLR2 and TLR4 bridge physiological and pathological inflammation in the reproductive system. Commun Biol. 2025 Jul 5;8(1):1008. doi: 10.1038/s42003-025-08424-x. PMID: 40618011; PMCID: PMC12228841.

Witkin SS, Linhares IM, Giraldo P. Bacterial flora of the female genital tract: function and immune regulation. *Best Pract Res Clin Obstet Gynaecol.* 2007;21(3):347-354.

Nasioudis D, Linhares IM, Ledger WJ, Witkin SS. Bacterial vaginosis: a critical analysis of current knowledge. *BJOG.* 2017;124(1):61-69.

Kroon SJ, Ravel J, Huston WM. Cervicovaginal microbiota, women's health and reproductive outcomes. *Fertil Steril.* 2018;110(3):327-336.

Anahtar MN, Byrne EH, Doherty KE, Bowman BA, Yamamoto HS, Soumillon M, et al. Cervicovaginal bacteria are a major modulator of host inflammatory responses. *Immunity.* 2015;42(5):965-976.

Mitchell C, Marrazzo J. Bacterial vaginosis and the cervicovaginal immune response. *Am J Reprod Immunol.* 2014;71(6):555-563.

Dabee S, Passmore JAS, Heffron R, Jaspan HB. The complex link between the female genital microbiota, genital infections, and inflammation. *Infect Immun.* 2021;89(5):e00487-20.

Adapen C, et al. Role of the human vaginal microbiota in the regulation of inflammation and sexually transmitted infection acquisition. *Microorganisms.* 2022;10(11):2232.

Schwebke JR, Muzny CA, Josey WE. Role of Gardnerella vaginalis in the pathogenesis of bacterial vaginosis. *Clin Microbiol Rev.* 2014;27(4):687-706.
Muzny CA, Taylor CM, Swords WE, et al. An updated conceptual model on the pathogenesis of bacterial vaginosis. *J Infect Dis.* 2019;220(9):1399-1405.
Castro J, Machado D, Cerca N. Unveiling the role of *Gardnerella vaginalis* in polymicrobial bacterial vaginosis biofilms: the impact of other vaginal pathogens living as neighbors. *ISME J.* 2019;13(5):1306–1317. doi:10.1038/s41396-018-0337-0.
Menard JP. Antibacterial treatment of bacterial vaginosis: current and emerging therapies. *Int J Womens Health.* 2011;3:295-305.
Srinivasan S, Morgan MT, Fiedler TL, et al. Metabolic signatures of bacterial vaginosis. *mBio.* 2015;6(2):e00204-15.
McMillan A, Dell M, Zellar MP, Cribby S, Martz S, Hong E, et al. Disruption of urogenital biofilms by lactobacilli. *Colloids Surf B Biointerfaces.* 2011;86(1):58–64. doi:10.1016/j.colsurfb.2011.03.016.
Ceccarani C, Foschi C, Parolin C, et al. Diversity of vaginal microbiome and metabolome during genital infections. *Sci Rep.* 2019;9:14095.
France MT, Ma B, Gajer P, Brown S, Humphrys MS, Holm JB, et al. VALENCIA: a nearest-centroid classification method for vaginal microbial communities. *Microbiome.* 2020;8:166.
O'Hanlon DE, Moench TR, Cone RA. In vaginal fluid, bacteria associated with bacterial vaginosis can be suppressed with lactic acid but not hydrogen peroxide. *BMC Infect Dis.* 2011;11:200. doi:10.1186/1471-2334-11-200.
Baldewijns S, Sillen M, Palmans I, Vandecruys P, Van Dijck P, De Brucker K. The role of fatty acid metabolites in vaginal health and disease: application to candidiasis. *Front Reprod Health.* 2021;3:705779. doi:10.3389/frph.2021.705779.
Srinivasan S, Morgan MT, Fiedler TL, Djukovic D, Hoffman NG, Raftery D, et al. Metabolic signatures of bacterial vaginosis. *mBio.* 2015;6(2):e00204-15. doi:10.1128/mBio.00204-15.
Burris HH, Gerson KD, Woodward A, Redhunt AM, Ledyard R, Brennan K, et al. Cervical microRNA expression and spontaneous preterm birth. *Am J Obstet Gynecol MFM.* 2023;5(1):100783. doi:10.1016/j.ajogmf.2022.100783.
rtuyants A, Campos-Madueno EI, Liechti T, Schilleter T, Gantenbein S, Zinkernagel AS, et al. Lactobacillus gasseri and Gardnerella vaginalis produce extracellular vesicles that contribute to the function of the vaginal microbiome and modulate host responses. *mSphere.* 2023;8(5):e00136-23.
Smith SB, Ravel J. The vaginal microbiota, host defence and reproductive physiology. *J Physiol.* 2017;595(2):451-463. doi:10.1113/JP271694.
Anahtar MN, Gootenberg DB, Mitchell CM, Kwon DS. Cervicovaginal microbiota and reproductive health: the virtue of simplicity. *Trends Mol Med.* 2018;24(2):159-168. doi:10.1016/j.molmed.2017.12.005.
Vitale SG, Ferrari F, Ciebiera M, Zgliczyńska M, Rapisarda AMC, Vecchio GM, et al. The role of genital tract microbiome in fertility: a systematic review. *Int J Mol Sci.* 2022;23(1):180. doi:10.3390/ijms23010180.
Muzny CA, Łaniewski P, Schwebke JR, Herbst-Kralovetz MM. Host-vaginal microbiota interactions in the pathogenesis of bacterial vaginosis. *Curr Opin Infect Dis.* 2020;33(1):59-65. doi:10.1097/QCO.0000000000000620.
Anahtar MN, Byrne EH, Doherty KE, Bowman BA, Yamamoto HS, Soumillon M, et al. Cervicovaginal bacteria are a major modulator of host inflammatory responses in the female genital tract. *Immunity.* 2015;42(5):965-976. doi:10.1016/j.immuni.2015.04.019.
Peebles K, Velloza J, Balkus JE, McClelland RS, Barnabas RV. High global burden and costs of bacterial vaginosis: a systematic review and meta-analysis. *Sex Transm Dis.* 2019;46(5):304-311. doi:10.1097/OLQ.0000000000000972.

Koedooder R, Singer M, Schoenmakers S, Savelkoul PHM, Morré SA, de Jonge JD, et al. The vaginal microbiome as a predictor for outcome of in vitro fertilization with or without intracytoplasmic sperm injection: a prospective study. *Hum Reprod.* 2019;34(6):1042-1054. doi:10.1093/humrep/dez065.
Haahr T, Jensen JS, Thomsen L, Duus L, Rygaard K, Humaidan P. Abnormal vaginal microbiota may be associated with poor reproductive outcomes: a prospective study in IVF patients. *Hum Reprod.* 2016;31(4):795-803. doi:10.1093/humrep/dew026.
Dube R, Kar SS. Genital microbiota and outcome of assisted reproductive treatment—a systematic review. *Int J Environ Res Public Health.* 2022;19(22):15024. doi:10.3390/ijerph192215024.
Garmendia JV, De Sanctis CV, Hajdúch M, De Sanctis JB. Microbiota and recurrent pregnancy loss (RPL): more than a simple connection. *Microorganisms.* 2024;12(8):1641. doi:10.3390/microorganisms12081641.
Kim YS, Kim MS, Lee SH, Lee M, Kim J, Park J, et al. Cervicovaginal microbiome in patients with recurrent pregnancy loss. *J Microbiol.* 2023;61(5):475-485.
Fettweis JM, Serrano MG, Brooks JP, Edwards DJ, Girerd PH, Parikh HI, et al. The vaginal microbiome and preterm birth. *Nat Med.* 2019;25(6):1012-1021. doi:10.1038/s41591-019-0450-2.
Gudnadottir U, Debelius JW, Du J, Hugerth LW, Danielsson H, Schuppe-Koistinen I, et al. The vaginal microbiome and the risk of preterm birth: a systematic review and network meta-analysis. *Sci Rep.* 2022;12:7926. doi:10.1038/s41598-022-12007-9.
Kindschuh WF, Austin GI, Meydan Y, et al. Early prediction of preeclampsia using the first trimester vaginal microbiome. *bioRxiv* [Preprint]. 2024. doi:10.1101/2024.12.01.626267
Gerede A, Nikolettos K, Vavoulidis E, et al. Vaginal microbiome and pregnancy complications: a review. *J Clin Med.* 2024;13(13):3875. doi:10.3390/jcm13133875.
Cortez RV, Taddei CR, Sparvoli LG, Ângelo AGS, Padilha M, Mattar R, et al. Microbiome and its relation to gestational diabetes. *Endocrine.* 2019;64(2):254-264. doi:10.1007/s12020-018-1813-z.
Farhat SF, Hemmatabadi M, Ejtahed HS, Shirzad N, Larijani B. Microbiome alterations in women with gestational diabetes mellitus and their offspring: a systematic review. *Front Endocrinol (Lausanne).* 2022;13:1060488. doi:10.3389/fendo.2022.1060488.
Plummer EL, Vodstrcil LA, Bradshaw CS. Unravelling the vaginal microbiome: impact on health and disease. *Curr Opin Obstet Gynecol.*
Moumne O, Hampe ME, Montoya-Williams D, Carson TL, Neu J, Francois M, et al. Implications of the vaginal microbiome and potential restorative strategies on maternal health: a narrative review. *J Perinat Med.* 2021;49(4):402-411.
Stupak A, Kwaśniewska A, Semczuk A, Zdzienicka M, Malm A. Evaluating current molecular techniques and evidence in the study of the vaginal microbiome and pregnancy outcomes. *Int J Mol Sci.* 2023;24(13):10834.
France MT, Ma B, Gajer P, Brown S, Humphrys MS, Holm JB, et al. VALENCIA: a nearest-centroid classification method for vaginal microbial communities based on composition. *Microbiome.* 2020;8(1):166. doi:10.1186/s40168-020-00934-6.
Ravel J, Brotman RM. Translating the vaginal microbiome: gaps and challenges. *Genome Med.* 2016;8:35. doi:10.1186/s13073-016-0291-2.
Kosti I, Lyalina S, Pollard KS, Butte AJ, Sirota M. Meta-analysis of vaginal microbiome data provides new insights into preterm birth. *Front Microbiol.* 2020;11:476. doi:10.3389/fmicb.2020.00476.
Lev-Sagie A, Goldman-Wohl D, Cohen Y, Dori-Bachash M, Leshem A, Mor U, et al. Vaginal microbiome transplantation in women with intractable bacterial vaginosis. *Nat Med.* 2019;25(10):1500-1504. doi:10.1038/s41591-019-0600-6.
Borges S, Silva J, Teixeira P. The role of lactobacilli and probiotics in maintaining vaginal health. *Arch Gynecol Obstet.* 2014;289(3):479-489. doi:10.1007/s00404-013-3064-9.

PREMATÜR OVER YETMEZLİĞİNDE GÜNCEL MOLEKÜLER BİYOBELİRTEÇLER

Dr. Öğr. Üyesi. Hüseyin KARAKAYA[1]/ Doç Dr. Gökhan Doğukan AKARSU[2]/ Prof. Dr. Rukiye HÖBEK AKARSU[3]

[1]Yozgat Bozok Üniversitesi Tıp Fakültesi Kadın Sağlığı ve Doğum Anabilim Dalı, drhusyn@gmail.com, https://orcid.org/0000-0002-5534-3161

[2]Yozgat Bozok Üniversitesi Sağlık Hizmetleri MYO, Eczane Hizmetleri Bölümü, gokhan_dogukan_akarsu@hotmail.com, https://orcid.org/0000-0002-6586-5748

[3] Yozgat Bozok Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Hemşirelik Bölümü, rukiye-hobek@hotmail.com, https://orcid.org/0000-0002-3476-0740

Özet

Prematür over yetmezliği (POY), 40 yaşından önce over fonksiyonlarının azalmasıyla karakterize, kadınların üreme ve genel sağlığını etkileyen heterojen bir klinik tablodur. Tanıda folikül uyarıcı hormon ve anti-Müllerian hormon gibi geleneksel belirteçlerden yararlanılmasına rağmen bu belirteçler hastalığın erken dönemde saptanması ve ilerleyişinin öngörülmesinde sınırlı kalabilmektedir. Bu derlemenin amacı, POY'nin tanı ve prognozunda kullanılabilecek güncel moleküler biyobelirteçleri değerlendirmektir. POY ile ilişkili FMR1, BMP15, GDF9, NOBOX ve FOXL2 gibi genlerdeki değişikliklerin foliküler gelişim ve over rezervi üzerinde etkili olduğu bildirilmiştir. Ayrıca mikroRNA'lar, uzun kodlamayan RNA'lar ve DNA metilasyonundaki değişiklikler hastalığın epigenetik düzenlenmesinde önemli rol oynamaktadır. Oksidatif stres, inflamasyon ve otoimmüniteyle ilişkili sitokinler ile eksozomal moleküller de potansiyel biyobelirteçler arasında yer almaktadır. Proteomik, metabolomik ve transkriptomik yaklaşımların birlikte kullanılması, POY'nin moleküler alt tiplerinin belirlenmesine ve kişiselleştirilmiş tedavi stratejilerinin geliştirilmesine katkı sağlayabilir. Bununla birlikte, bu biyobelirteçlerin klinik kullanıma aktarılabilmesi için geniş örneklemli ve standardize edilmiş çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Prematür over yetmezliği, biyobelirteç, mikroRNA, epigenetik, over rezervi

CURRENT MOLECULAR BİOMARKERS İN PREMATURE OVARİAN INSUFFİCİENCY

Assist. Prof. Hüseyin KARAKAYA[1]/ Assoc. Prof. Gökhan Doğukan AKARSU[2]/ Prof. Rukiye HÖBEK AKARSU[3]

[1] Yozgat Bozok University, Faculty of Medicine, Department of Obstetrics and Gynecology, drhusyn@gmail.com, https://orcid.org/0000-0002-5534-3161

[2] Yozgat Bozok University, Vocational School of Health Services, Department of Pharmacy Services, gokhan_dogukan_akarsu@hotmail.com, https://orcid.org/0000-0002-6586-5748

[3] Yozgat Bozok University, Faculty of Health Sciences, Department of Nursing, rukiye-hobek@hotmail.com, https://orcid.org/0000-0002-3476-0740

Abstract

Premature ovarian insufficiency (POI) is a heterogeneous clinical condition characterized by a decline in ovarian function before the age of 40, affecting both reproductive and overall health. Although conventional markers such as follicle-stimulating hormone and anti-Müllerian hormone are commonly used for diagnosis, their ability to detect the disease at an early stage and predict its progression remains limited. This review aimed to evaluate current molecular biomarkers with potential diagnostic and prognostic value in POI. Alterations in genes including FMR1, BMP15, GDF9, NOBOX**,** and FOXL2 have been associated with impaired follicular development and reduced ovarian reserve. Furthermore, microRNAs, long non-coding RNAs, and alterations in DNA methylation play important roles in the epigenetic regulation of the disease. Cytokines associated with oxidative stress, inflammation, and autoimmunity, as well as exosomal molecules, have also emerged as potential biomarkers. The integration of proteomic, metabolomic, and transcriptomic approaches may facilitate the identification of molecular subtypes of POI and contribute to the development of personalized therapeutic strategies. However, large-scale and standardized studies are required before these biomarkers can be incorporated into routine clinical practice.

Keywords: Premature ovarian insufficiency, biomarker, microRNA, epigenetics, ovarian reserve

1. GİRİŞ

Prematür over yetmezliği (POY), 40 yaşından önce over fonksiyonlarının azalmasıyla karakterize heterojen bir klinik durumdur. Tanı; en az dört ay süren düzensiz menstrual döngü veya amenore ile serum folikül uyarıcı hormon düzeyinin 25 IU/L'nin üzerinde olması temelinde konulmaktadır [1]. POY'nin küresel prevalansının yaklaşık %3,7 olduğu bildirilmiştir [2].

POY; infertilite, östrojen eksikliği, kemik mineral yoğunluğunda azalma ve kardiyovasküler risk artışıyla ilişkilidir [1]. Etiyolojide kromozomal anomaliler, genetik varyantlar, otoimmün süreçler, enfeksiyonlar, çevresel faktörler ve tıbbi tedaviler rol oynamakla birlikte olguların önemli bir bölümü idiyopatiktir [1,3].

FSH ve anti-Müllerian hormon gibi geleneksel göstergeler over rezervinin değerlendirilmesinde kullanılsa da erken tanı ve hastalık ilerleyişinin öngörülmesinde sınırlılıklara sahiptir [1,4]. Bu nedenle genetik varyantlar, mikroRNA'lar, uzun kodlamayan RNA'lar, DNA metilasyonu, oksidatif stres ve inflamasyonla ilişkili moleküller yeni biyobelirteç adayları olarak araştırılmaktadır [3,5].

2. PATOFİZYOLOJİK MEKANİZMALAR

Prematür over yetmezliğinin temelinde primordial folikül havuzunun erken tükenmesi veya mevcut foliküllerin işlevlerini kaybetmesi bulunmaktadır. Folikülogenez, DNA onarımı ve granüloza hücre fonksiyonlarında görev alan genlerdeki bozukluklar, foliküler atreziyi hızlandırarak over rezervinin azalmasına neden olabilir [3].

Mitokondriyal işlev bozukluğu ve artan reaktif oksijen türleri, oosit ve granüloza hücrelerinde oksidatif hasar ile apoptozu artırmaktadır [6]. Ayrıca inflamatuvar sitokinler ve otoimmün mekanizmalar over dokusundaki hücresel hasara katkıda bulunabilir [1,6].

Son çalışmalar, ferroptozis gibi düzenlenmiş hücre ölümü mekanizmalarının da granüloza hücre kaybında rol oynayabileceğini göstermektedir [7]. Genetik, epigenetik ve çevresel faktörlerin etkileşimi POY'nin moleküler heterojenliğini oluşturmaktadır [3,5].

3. GÜNCEL MOLEKÜLER BİYOBELİRTEÇLER

3.1. Genetik biyobelirteçler

POY gelişiminde kromozomal anomaliler ve çok sayıda genetik varyant rol oynamaktadır. FMR1 premutasyonu ile NOBOX, BMP15, GDF9, FOXL2, NR5A1, STAG3, MCM8 ve MCM9 genlerindeki değişiklikler; folikül gelişimi, mayoz ve DNA onarım süreçlerinde bozulmayla ilişkilendirilmiştir [3,8,9]. Bununla birlikte, genetik değişikliklerin görülme sıklığının toplumlar arasında farklılık göstermesi klinik kullanımlarını sınırlandırmaktadır.

3.2. Epigenetik biyobelirteçler

DNA metilasyonu, histon modifikasyonları ve kodlamayan RNA'lar, over fonksiyonlarının düzenlenmesinde önemlidir [5]. POY hastalarında folikülogenez ve hücresel yaşlanmayla ilişkili genlerin metilasyon profillerinde farklılıklar saptanmış; bu değişikliklerin erken tanıda kullanılabileceği öne sürülmüştür [10].

3.3. Dolaşımdaki moleküler biyobelirteçler

MikroRNA'lar, uzun kodlamayan RNA'lar ve hücresiz mitokondriyal DNA, dolaşımdan ölçülebilen biyobelirteç adaylarıdır. POY hastalarında plazma hücresiz mitokondriyal DNA düzeylerinin artması, mitokondriyal hasarı yansıtan potansiyel bir gösterge olarak değerlendirilmiştir [11]. Ancak bu belirteçlerin klinik kullanımı için daha geniş hasta gruplarında doğrulanmaları gerekmektedir.

4. İNFLAMASYON VE OKSİDATİF STRES BİYOBELİRTEÇLERİ

Oksidatif stres, reaktif oksijen türlerinin artması ve antioksidan savunmanın azalması sonucunda oosit ve granüloza hücrelerinde hasara yol açmaktadır. Malondialdehit, süperoksit dismutaz, glutatyon peroksidaz ve katalaz düzeylerindeki değişiklikler POY için potansiyel biyobelirteçler olarak değerlendirilmektedir [6].

İnflamatuvar süreçte IL-6, IL-1β, TNF-α ve IL-17 gibi sitokinlerin foliküler hasar ve granüloza hücresi apoptozuna katkıda bulunabileceği bildirilmektedir [12]. Foliküler sıvıdaki IL-33 artışı ve çözünür ST2 azalması da POY gelişimiyle ilişkili yeni biyobelirteç adayları arasında gösterilmiştir [13].

Ancak bu belirteçlerin özgüllüklerinin düşük olması, klinik kullanımda hormonal ve moleküler göstergelerle birlikte değerlendirilmelerini gerektirmektedir [6,13].

5. Eksozomal Biyobelirteçler ve Omik Yaklaşımlar

Eksozomlar; mikroRNA, protein ve lipit taşıyan hücre dışı veziküllerdir. POY hastalarında üriner eksozomal miRNA profillerinin değiştiği ve özellikle miR-4516'nın potansiyel bir tanısal biyobelirteç olabileceği bildirilmiştir [14]. Bununla birlikte eksozomların izolasyonu ve analizinde standart yöntemlerin bulunmaması klinik kullanımı sınırlandırmaktadır.

Proteomik ve metabolomik çalışmalar, POY'de enerji metabolizması, inflamasyon ve amino asit metabolizmasıyla ilişkili değişiklikler bulunduğunu göstermektedir [15]. Transkriptomik analizlerde ise COX5A, UQCRFS1, LCK, RPS2 ve EIF5A gibi aday genlerin farklı ekspresyon gösterdiği belirlenmiştir [16]. Çoklu omik verilerin birlikte değerlendirilmesi, POY'nin erken tanısı ve moleküler sınıflandırılması açısından önem taşımaktadır.

6. Klinik Kullanım ve Sınırlılıklar

FSH, estradiol ve anti-Müllerian hormon günümüzde over fonksiyonlarının değerlendirilmesinde kullanılmakla birlikte, POY tanısında temel ölçüt menstrual düzensizlikle birlikte yüksek FSH düzeyidir [1]. Anti-Müllerian hormon ise tek başına birincil tanı testi olarak önerilmemektedir [1].

Genetik varyantlar, DNA metilasyon profilleri, mikroRNA'lar, hücresiz mitokondriyal DNA ve omik temelli moleküller erken tanı açısından umut vericidir [10,11,14-16]. Ancak hasta gruplarının küçük olması, farklı örnek ve analiz yöntemlerinin kullanılması ve eşik değerlerin belirlenmemesi klinik uygulamayı sınırlandırmaktadır.

Gelecekte hormonal, genetik ve epigenetik belirteçlerin birlikte değerlendirildiği biyobelirteç panellerinin geliştirilmesi, tanısal doğruluğu artırabilir ve hastaların kişiselleştirilmiş şekilde izlenmesine katkı sağlayabilir [3,15].

7. Sonuç

Prematür over yetmezliği, genetik, epigenetik, immünolojik ve çevresel faktörlerin etkileşimiyle gelişen heterojen bir hastalıktır. Güncel tanısal yaklaşım FSH başta olmak üzere hormonal değerlendirmelere dayansa da bu belirteçler erken dönemde hastalığın öngörülmesinde sınırlı kalmaktadır [1,4].

Genetik varyantlar, mikroRNA'lar, DNA metilasyonu, hücresiz mitokondriyal DNA, inflamasyon ve oksidatif stres göstergeleri POY için umut verici biyobelirteçlerdir [5,6,10,11]. Ayrıca proteomik, metabolomik ve transkriptomik yöntemlerin birlikte kullanılması, hastalığın moleküler özelliklerinin daha iyi anlaşılmasını sağlayabilir [15,16].

Bununla birlikte bu biyobelirteçlerin rutin klinik kullanıma aktarılabilmesi için geniş örneklemli, çok merkezli ve standardize edilmiş çalışmalara ihtiyaç vardır. Biyobelirteç panellerinin geliştirilmesi, POY'nin erken tanısına ve kişiselleştirilmiş hasta yönetimine katkıda bulunabilir.

Kaynaklar

Panay N, Anderson RA, Bennie A, et al. Evidence-based guideline: premature ovarian insufficiency. Hum Reprod Open. 2024;2024(4):hoae065. doi:10.1093/hropen/hoae065.
Golezar S, Ramezani Tehrani F, Khazaei S, Ebadi A, Keshavarz Z. The global prevalence of primary ovarian insufficiency and early menopause: a meta-analysis. Climacteric. 2019;22(4):403-411. doi:10.1080/13697137.2019.1574738.
Jiao X, Ke H, Qin Y, Chen ZJ. Molecular genetics of premature ovarian insufficiency. Trends Endocrinol Metab. 2018;29(11):795-807. doi:10.1016/j.tem.2018.07.002.
Jiao X, Meng T, Zhai Y, Zhao L, Luo W, Liu P, et al. Ovarian reserve markers in premature ovarian insufficiency: within different clinical stages and different etiologies. Front Endocrinol. 2021;12:601752. doi:10.3389/fendo.2021.601752.
Wang J, Sun X, Yang Z, Li S, Wang Y, Ren R, et al. Epigenetic regulation in premature ovarian failure: a literature review. Front Physiol. 2022;13:998424. doi:10.3389/fphys.2022.998424.
Shi YQ, Zhu XT, Zhang SN, Ma YF, Han YH, Jiang Y, et al. Premature ovarian insufficiency: a review on the role of oxidative stress and the application of antioxidants. Front Endocrinol. 2023;14:1172481. doi:10.3389/fendo.2023.1172481.
Chen H, Nie P, Li J, Wu Y, Yao B, Yang Y, et al. Cyclophosphamide induces ovarian granulosa cell ferroptosis via a mechanism associated with HO-1 and ROS-mediated mitochondrial dysfunction. J Ovarian Res. 2024;17(1):107. doi:10.1186/s13048-024-01434-z.
Laissue P, Christin-Maitre S, Touraine P, Kuttenn F, Ritvos O, Aittomaki K, et al. Mutations and sequence variants in GDF9 and BMP15 in patients with premature ovarian failure. Eur J Endocrinol. 2006;154(5):739-744. doi:10.1530/eje.1.02135.
Bouali N, Francou B, Bouligand J, Lakhal B, Malek I, Kammoun M, et al. NOBOX is a strong autosomal candidate gene in Tunisian patients with primary ovarian insufficiency. Clin Genet. 2016;89(5):608-613. doi:10.1111/cge.12750.
He X, Chang X, Zhuang S, Liu J, Wang Y, Qin Y, et al. Genome-wide DNA methylation profile and predictive biomarkers in premature ovarian insufficiency. J Genet Genomics. 2025;52(4):596-599. doi:10.1016/j.jgg.2024.10.004.
Zhou XY, Yang YZ, Zhang J, Zhang XF, Liu YD, Wang Z, et al. Elevated cell-free mitochondria DNA level of patients with premature ovarian insufficiency. BMC Pregnancy Childbirth. 2023;23(1):462. doi:10.1186/s12884-023-05769-1.
Nouri N, Aghebati-Maleki L, Soltani-Zangbar MS, Kamrani A, Mehdizadeh A, Danaii S, et al. Analysis of Th17 cell population and expression of microRNA and factors related to Th17 in patients with premature ovarian failure. J Reprod Immunol. 2024;165:104290. doi:10.1016/j.jri.2024.104290.
Tang M, Sun X, Li P, Deng W, Zhan X, Sun P, et al. IL-33 and soluble ST2 in follicular fluid are associated with premature ovarian insufficiency. Front Endocrinol. 2024;15:1463371. doi:10.3389/fendo.2024.1463371.
Umair Z, Baek MO, Song J, An S, Chon SJ, Yoon MS. MicroRNA-4516 in urinary exosomes as a biomarker of premature ovarian insufficiency. Cells. 2022;11(18):2797. doi:10.3390/cells11182797.
Liu Z, Zhou Q, He L, Liao Z, Cha Y, Zhao H, et al. Identification of energy metabolism anomalies and serum biomarkers in the progression of premature ovarian failure via extracellular vesicles' proteomic and metabolomic profiles. Reprod Biol Endocrinol. 2024;22(1):104. doi:10.1186/s12958-024-01277-9.
Yu Z, Li M, Peng W. Exploring biomarkers of premature ovarian insufficiency based on Oxford Nanopore transcriptional profile and machine learning. Sci Rep. 2023;13(1):11498. doi:10.1038/s41598-023-38754-x

YAŞLI STEMI HASTALARINDA MEKANİK KOMPLİKASYONLARIN YÖNETİM ZORLUKLARI: STENT TROMBOZUNDAN VENTRİKÜLER SEPTAL RÜPTÜRE

Uzm. Dr. Halil İbrahim TANRISEVEN[1], Prof. Dr. Eftal Murat BAKIRCI[2], Prof. Dr. Hüsnü DEĞİRMENCİ[3]

[1]Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Mengücek Gazi Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Kardiyoloji Kliniği, halilibrahimtanriseven@gmail.com, 0000-0002-6915-2876

[2]Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Mengücek Gazi Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Kardiyoloji Kliniği, eftalmuratbakirci@gmail.com, 0000-0002-5425-8758

[2]Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Mengücek Gazi Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Kardiyoloji Kliniği, husnudegirmenci@gmail.com, 0000-0003-0618-7227

Özet

Akut miyokard enfarktüsü sonrası gelişen akut stent trombozu ve ventriküler septal rüptür (VSR) gibi mekanik komplikasyonlar, özellikle ileri yaş grubundaki (oktojener) hastalarda son derece yüksek morbidite ve mortalite ile seyreden katastrofik olaylardır. Bu ardışık krizlerin yönetimi, hızlı tanısal değerlendirme ve titiz bir terapötik karar alma süreci gerektirir. Bu bildiride, akut stent trombozu geçiren, sonrasında VSR gelişen ve perkütan kapatma denemesi sırasında fatal kardiyak tamponad ile kaybedilen 83 yaşındaki oldukça kompleks bir kadın vaka sunulmaktadır. Acil servise akut göğüs ağrısı ve nefes darlığı ile başvuran 83 yaşındaki kadın hastaya inferior ST elevasyonlu miyokard enfarktüsü (STEMI) tanısı konuldu. Acil koroner anjiyografide sağ koroner arterin (RCA) total tıkalı olduğu saptandı; lezyon balon anjiyoplasti ve ilaç kaplı stent implantasyonu ile başarıyla tedavi edildi. İşlem sonrasında tekrarlayan göğüs ağrısı ve ST elevasyonu gelişmesi üzerine yapılan kontrol anjiyografisinde akut stent içi total oklüzyon saptandı. Lezyon tekrar geçilerek non-kompliyan balon iledilate edildi ve tirofiban infüzyonu başlandı. Koroner yoğun bakım ünitesi (KYBÜ) ve servis takiplerinin ardından hastada hemodinamik bozulma, tansiyon düşüklüğü gözlenmesi üzerine tekrar KYBÜ'ye alınan hastanın tansiyonu düşük doz noradrenalin ile regüle edildi; günlük EKO ve EKG takipleri yapıldı. 14 Nisan 2026 tarihinde tansiyonunda ani düşüş saptanan hastaya yapılan kontrol ekokardiyografide post-infarkt VSR tespit edildi. Acil kalp ve damar cerrahisi konsültasyonunun ardından, aşırı cerrahi risk nedeniyle hastaya perkütan VSR kapatma işlemi planlandı. Kateter laboratuvarında sağ juguler ven ile sağ femoral arter arasında arteriyovenöz yol oluşturuldu. Cihaz kateteri ile VSR üzerinden geçilmeye çalışıldığı sırada, nekrotik miyokard dokusunun ileri derecede kırılgan (frajil) olması nedeniyle ani kardiyak tamponad gelişti. Hastaya acil perikardiyosentez uygulandı ve kardiyak arrest gelişmesi üzerine 45 dakika CPR yapıldı; tepe atımı alınamayan hasta eksitus kabul edildi ve işlem başarısız olarak sonuçlandırıldı. Bu vaka, yaşlı STEMI hastalarında birden fazla mekanik komplikasyonun ölümcül seyrini gözler önüne sermektedir. Post-infarkt VSR tedavisinde perkütan kapatma yüksek riskli cerrahiye bir alternatif olsa da, enfarktüslü septal dokunun aşırı kırılganlığı kardiyak tamponad gibi katastrofik yapısal yetmezlikler açısından büyük bir risk oluşturmaktadır. Bu bulgular, kırılgan oktojener popülasyonda karşılaşılan zorlu klinik yönetimi ve riskleri açıkça vurgulamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Ventriküler Septal Rüptür, Akut Stent Trombozu, Perkütan Kapatma, Kardiyak Tamponad, Miyokard Enfarktüsünün Mekanik Komplikasyonları

MANAGEMENT CHALLENGES OF MECHANICAL COMPLICATIONS IN ELDERLY STEMI PATIENTS: FROM STENT THROMBOSIS TO VENTRICULAR SEPTAL RUPTURE

Spec. Dr. Halil İbrahim TANRISEVEN[1], Prof. Dr. Eftal Murat BAKIRCI[2], Prof. Dr. Hüsnü DEĞİRMENCİ[3]

[1]Department of Cardiology, Mengücek Gazi Training and Research Hospital, Erzincan Binali Yıldırım University, halilibrahimtanriseven@gmail.com, 0000-0002-6915-2876

[2]Department of Cardiology, Mengücek Gazi Training and Research Hospital, Erzincan Binali Yıldırım University, eftalmuratbakirci@gmail.com, 0000-0002-5425-8758

[3]Department of Cardiology, Mengücek Gazi Training and Research Hospital, Erzincan Binali Yıldırım University, husnudegirmenci@gmail.com, 0000-0003-0618-7227

Abstract

Post-myocardial infarction mechanical complications, such as acute stent thrombosis and ventricular septal rupture (VSR), represent catastrophic events associated with extremely high morbidity and mortality, particularly in octogenarians. Managing these sequential crises requires rapid diagnostic evaluation and meticulous therapeutic decision-making. We present a highly complex case of an 83-year-old female who experienced acute stent thrombosis followed by a fatal VSR and intraprocedural cardiac tamponade during attempted percutaneous closure. An 83-year-old female presented with acute chest pain and dyspnea, and was diagnosed with inferior ST-segment elevation myocardial infarction (STEMI). Emergent coronary angiography revealed a total occlusion of the right coronary artery (RCA), which was successfully treated with balloon angioplasty and drug-eluting stent implantation. Due to recurrent ST-segment elevation and chest pain, a control angiography demonstrated acute in-stent total occlusion. The lesion was re-wired, dilated with a non-compliant balloon, and a tirofiban infusion was initiated. Following stabilization in the coronary intensive care unit (CICU) and subsequent ward care, the patient experienced recurrent hemodynamic instability and was readmitted to the CICU, where blood pressure was regulated with low-dose noradrenaline alongside daily echocardiographic and electrocardiographic monitoring. On April 14, 2026, following a sudden drop in blood pressure, control echocardiography revealed a post-infarction VSR. After an emergency cardiovascular surgery consultation, percutaneous VSR closure was planned due to extreme surgical risk. In the catheterization laboratory, an arteriovenous loop was established between the right internal jugular vein and the right femoral artery. During attempts to cross the VSR with the device catheter, acute cardiac tamponade developed due to the extreme fragility of the necrotic myocardial tissue. Despite emergency pericardiocentesis and 45 minutes of advanced cardiopulmonary resuscitation following cardiac arrest, the patient could not be resuscitated and was pronounced exitus, with the procedure deemed unsuccessful. This case highlights the lethal trajectory of multiple mechanical complications in elderly STEMI patients. While percutaneous closure is considered an alternative to high-risk surgery for post-infarction VSR, the severe friability of infarcted septal tissue poses a profound risk of catastrophic structural failure, such as cardiac tamponade. These findings emphasize the formidable clinical challenges and inherent risks involved in managing complex mechanical sequelae in vulnerable octogenarian populations.

Keywords: Ventricular Septal Rupture, Acute Stent Thrombosis, Percutaneous Closure, Cardiac Tamponade, Mechanical Complications of Myocardial Infarction

1. KURAMSAL ÇERÇEVE

Çalışmamızın kavramsal çerçevesini, AME sonrası gelişen mekanik komplikasyonların patofizyolojisi, risk faktörleri ve bu süreçteki zamanlama stratejilerine dair klinik yaklaşımlar oluşturmaktadır.

1.1. Post-İnfarkt Ventriküler Septal Rüptürün Patofizyolojisi

Miyokard enfarktüsü sonrasındaki akut doku hasarı; inflamatuar faz, proliferatif faz ve matürasyon (olgunlaşma) fazı olmak üzere üç temel evrede incelenir. VSR, serbest duvar rüptürü ve papiller kas rüptürü gibi yapısal yetmezlikler sıklıkla infarktüs sonrası 3. ila 7. günler arasında ortaya çıkar. Bu dönem, iskemik hasarın ardından koagülasyon nekrozunun yoğunlaştığı ve inflamatuar yanıtın (nötrofil infiltrasyonu, matriks metalloproteinaz aktivasyonu) zirve yaptığı evredir. Artan enzimatik yıkım faaliyeti, nekrotik miyokard dokusunu olağanüstü derecede kırılgan (frajil) bir hale getirir; böylece sol ve sağ ventrikül arasında anormal bir geçişin (şant) oluşmasına yol açar. AME sonrası VSR gelişimi açısından ileri yaş (>60 yaş), hipertansiyon, kadın cinsiyet ve kardiyojenik şok temel risk faktörleri olarak kabul edilmektedir.

1.2. Tedavi Stratejileri ve Zamanlama İkilemi

Güncel kılavuzlar ve klinik fikir birlikleri, VSR onarımında altın standart tedavi olarak cerrahi müdahaleyi işaret etmektedir. Cerrahi operasyonda yama (patch) tutunmasının sağlanabilmesi ve re-rüptür riskinin azaltılabilmesi için skar dokusunun fibrotik matürasyonunu tamamlaması gerekir. Bu nedenle, hastanın hemodinamik durumu izin veriyorsa cerrahinin en az 7 gün, ideali 2-3 hafta ertelenmesi (gecikmeli cerrahi - delayed surgery) operatif sağkalımı anlamlı derecede yükseltmektedir. Ancak hastaların büyük kısmında ortaya çıkan ani kardiyojenik şok ve akut hemodinamik kollaps, bekleme süresine imkân tanımaz. Cerrahi şansı bulunmayan veya ekstrem riskli kabul edilen olgularda perkütan transkateter kapatma (PTCC) önemli bir alternatiftir. Ne var ki, miyokard dokusunun henüz olgunlaşmadığı ilk 14 günlük akut fazda uygulanan PTCC prosedürlerinde aşırı doku frajilitesi nedeniyle cihaz yerleştirilmesi sırasında miyokardın yırtılması, kardiyak tamponad ve cihaz embolizasyonu gibi ölümcül riskler son derece yüksektir.

2. YÖNTEM

Bu çalışma, Mengücek Gazi Eğitim ve Araştırma Hastanesi Kardiyoloji Kliniğine başvurarak takip ve tedavi edilen tek bir hastanın klinik seyrini inceleyen retrospektif bir olgu sunumu (case report) niteliğindedir. Çalışmada hastanın geliş şikayetleri, tıbbi öyküsü, elektrokardiyografik bulguları, koroner anjiyografi görüntüleri, ekokardiyografik ölçümleri ve girişimsel laboratuvar kayıtları sistematik olarak derlenmiş; tedavi sürecindeki klinik kararlar güncel literatür ışığında değerlendirilmiştir.

3. BULGULAR

Bilinen koroner arter hastalığı öyküsü bulunmayan 83 yaşındaki kadın hasta, acil servise yeni başlayan şiddetli göğüs ağrısı ve nefes darlığı şikayetleriyle getirilmiştir. Başvuru anında çekilen EKG'sinde inferior derivasyonlarda (II, III, aVF) ST segment elevasyonu saptanmış ve hasta inferior STEMI tanısıyla acil koroner anjiyografiye alınmıştır. Yapılan anjiyografik incelemede sol sistemin açık olduğu, ancak sağ koroner arterin (RCA) proksimalden total oklüde olduğu tespit edilmiştir. İlgili oklüzyon kılavuz tel ile geçilerek balon ile predilate edilmiş, ardından 2.5x24 mm DES implante edilip 2.5x18 mm balon ile post-dilatasyon uygulanarak TIMI 3 koroner akım başarıyla sağlanmıştır.

Klinik takibinin üçüncü gününde hastada iskemik göğüs ağrısının tekrarlaması ve EKG'de dinamik değişikliklerin izlenmesi üzerine acil kontrol anjiyografisi yapılmıştır. RCA'daki stent içerisinde akut total oklüzyon (tromboz) geliştiği saptanmıştır. Lezyon ivedilikle tekrar tel ile geçilmiş, NC balon ile dilate edilerek TIMI 1-2 akım sağlanmış ve tirofiban infüzyonu eklenmiştir. Bu aşamada yapılan TTE'de LVEF'nin %30'a gerilediği izlenmiştir.

Takipleri sırasında gelişen hemodinamik bozulma ve hipotansiyon nedeniyle hasta yeniden KYBÜ'ye alınarak noradrenalin infüzyonu ile desteklenmiştir. Yedi günlük yoğun bakım takibinin ardından (14 Nisan 2026), hastada ani hipotansiyon ve hemodinamik kollaps meydana gelmiş, yatak başı yapılan acil TTE'de yeni gelişen post-infarkt VSR tespit edilmiştir. Kalp ve damar cerrahisi konseyi; ileri yaş, art arda gelişen akut iskemik olaylar, belirgin kalp yetmezliği ve aktif şok tablosu nedeniyle açık kalp cerrahisinin tolere edilemeyecek kadar yüksek riskli olduğuna karar vermiştir.

3.1. Perkütan Girişim ve Komplikasyon Bulguları

Cerrahi şansı kalmayan hasta için hayat kurtarıcı bir alternatif olarak perkütan transkateter VSR kapatma işlemi planlanmıştır. Kateter laboratuvarında sağ internal juguler ven ve sağ femoral arter ponksiyonları yapılarak, iletici kateteri yönlendirecek güçlü bir kılavuz hat (rail) oluşturmak amacıyla arteriyovenöz (AV) loop kurulmuştur.

Ancak, kapatma cihazını taşıyacak olan kateterin VSR üzerinden geçirilmesi esnasındaki tel ve kateter manevraları sırasında, ilgili bölgedeki miyokard dokusunun ileri derecede nekrotik ve frajil olması sebebiyle akut septal yırtılmalar meydana gelmiştir. Zedelenen dokudan hızla gelişen kanama masif kardiyak tamponad tablosuna yol açmıştır. Acil perikardiyosentez yapılarak sıvı drene edilmeye çalışılmış fakat kardiyak arrest gelişen hasta, 45 dakika süren aralıksız CPR çabalarına yanıt vermeyerek eksitus olmuştur.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Sunulan bu olgu, akut iskemik miyokard hasarını takiben sekonder olarak gelişen akut stent trombozunun iskemi alanını genişleterek nekrozu nasıl derinleştirdiğini ve ardışık mekanik komplikasyonlar kaskadını nasıl tetiklediğini trajik bir şekilde göstermektedir. AME sonrası özellikle ilk 7 günlük süre, lökosit infiltrasyonu ve hücresel enzimatik yıkımın doruğa ulaştığı ve miyokardın yapısal olarak en savunmasız olduğu zaman dilimidir. Tedavi kılavuzları VSR onarımında altın standart olarak cerrahiyi önerse de, mortaliteyi düşürmek amacıyla skar dokusunun olgunlaşması için operasyonun 7-21 gün sonrasına ertelenmesini (delayed surgery) tavsiye etmektedir. Fakat ne yazık ki hastaların yarısından fazlasında ani şok ve hemodinamik çöküş yaşanması, bekleme süresine imkân tanımamaktadır. Hastamızda gelişen ani kollaps da bu bağlamda acil müdahaleyi zorunlu kılmıştır.

Açık kalp ameliyatı kontrendike olan ekstrem riskli popülasyonlarda perkütan VSR kapatma işlemi iyi bir alternatif gibi görünmektedir. Ancak ilk iki haftalık akut evrede gerçekleştirilen PTCC girişimleri büyük yapısal riskler barındırır. Nekrotik septal dokunun stabil bir kenarı olmaması ve doku frajilitesi, cihaz sisteminin yerleştirilmesi sırasında miyokardın yırtılmasına (rüptür defektinin genişlemesine) veya cihaz migrasyonuna yol açarak olgumuzda olduğu gibi ölümcül kardiyak tamponad ile sonuçlanabilir. Bu girişimlerde AV loop tekniği kılavuz teli stabilize etmek için rutin kullanılsa da, yarattığı mekanik gerilim zayıflamış miyokardı hızla parçalayabilmektedir.

Sonuç olarak, ileri yaşlı STEMI hastalarında mekanik komplikasyon kaskadının yönetimi son derece zorludur. Akut fazdaki nekrotik miyokardın hücresel düzeydeki zayıflığı, girişimsel işlemler sırasında katastrofik perikardiyal tamponad riskini beraberinde getirmektedir. Cerrahi veya girişimsel stratejiler kurgulanırken, hastanın hemodinamik instabilitesine rağmen doku olgunlaşma zaman çizelgesi dikkatle değerlendirilmeli, mekanik dolaşım destek (MDD) cihazlarının sağladığı köprüleme penceresi en uygun şekilde kullanılmalı ve müdahale kararı multidisipliner bir konsey ortamında titizlikle planlanmalıdır.

KAYNAKLAR

1. Alvarez, J. M. (2026). Post infarct ventricular septal rupture demands immediate treatment by an interventional cardiologist or cardiac surgeon: A call for decisive early action. *Heart, Lung and Circulation*, 35, 153-154.
2. Davila-Flores, D., Gutiérrez-Yllu, A., Baltodano-García, B., Junes-Gonzales, W., & Montesinos-Segura, R. (2026). Extremely late post-infarction ventricular septal rupture: A case report of successful surgical repair. *Archivos Peruanos de Cardiología y Cirugía Cardiovascular*, 7(2), 147-151.
3. Fernandez, J., Khan, N., Rubens, M., Majdpour, D., Azhar, M., Roy, M., Saxena, A., Chaparro, S., & Jimenez, J. (2026). Incidence and in-hospital mortality of ventricular septal rupture following acute myocardial infarction. *Catheterization and Cardiovascular Interventions*, 107, 1466-1475.
4. Goubran, D., Issa, H., Clarizia, N., Chan, V., & Ruel, M. (2025). Postmyocardial infarction ventricular septal rupture: Optimizing surgical timing and repair. *Current Opinion in Cardiology*, 40, 395-398.
5. Goyal, A., & Zeltser, R. (2024). Ventricular septal rupture. *StatPearls* [Internet]. National Center for Biotechnology Information. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK534873/
6. HMP Global Learning Network. (2024). Ventricular septal rupture after anterior wall myocardial infarction. *Clinical Images*. https://www.hmpgloballearningnetwork.com/site/jic/clinical-images/ventricular-septal-rupture-after-anterior-wall-myocardial-infarction
7. Mannion, J., Ahern, S., Powell, C., Doddakula, K., & O'Dowling, C. (2025). Postinfarction ventricular septal rupture with thin membrane preventing cardiopulmonary collapse. *JACC: Case Reports*, 30(34), 105529.
8. Pereverzeva, K. G. (2025). Mortality prediction in ventricular septal rupture at high altitude: A novel tool for resource-limited regions. *World Journal of Cardiology*, 17(10), 112428.
9. Yerekesh, B., Nurumova, Z., Assylbekova, A., Tuleutayev, R., Gebel, D., Sani, L., Altybayeva, S., & Turemuratova, A. (2025). Post-infarction left ventricular pseudoaneurysm with septal rupture: A case report. *Pan African Medical Journal*, 52(160).
10. Yu, A., Maslow, A., Sodha, N., Asher, S., Chen, T. H., Rudnick, D. A., Dhawan, R., Ural, K., & Rich, K. (2025). Evolving management of post-myocardial infarction ventricular septal or free wall rupture. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*, 39, 3589-3608.

YENİ TANI HİPERTANSİYONDA CRP/ALBÜMİN ORANI İLE SUBKLİNİK ATEROSKLEROZ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Uzm. Dr. Halil İbrahim Tanrıseven[1]/ Prof. Dr. Hüsnü Değirmenci[2] / Prof. Dr. Eftal Murat Bakırcı[3]

[1] Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Mengücek Gazi Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Kardiyoloji Kliniği, Erzincan, Türkiye, halilibrahimtanriseven@gmail.com, ORCID: 0000-0002-6915-2876

[2] Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Mengücek Gazi Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Kardiyoloji Kliniği, Erzincan, Türkiye, husnudegirmenci334@gmail.com, ORCID: 0000-0003-0618-7227

[3] Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Mengücek Gazi Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Kardiyoloji Kliniği, Erzincan, Türkiye, eftalka@yahoo.com, ORCID: 0000-0002-5425-8758

Özet

Amaç: Bu çalışmanın amacı, yeni tanı almış hipertansiyon hastalarında C-reaktif protein/albümin oranının (CAR) subklinik ateroskleroz ile olan ilişkisini değerlendirmektir.

Yöntemler: Prospektif ve gözlemsel nitelikteki bu çalışmaya, yeni tanı konmuş 200 hipertansiyon hastası dahil edilmiştir. Hastaların epikardiyal yağ dokusu kalınlığı (EATT) ekokardiyografi ile, karotis intima-media kalınlığı (CIMT) ise ultrasonografi kullanılarak ölçülmüştür. Katılımcılar, ölçülen medyan CIMT değerine (0,75 mm) göre iki gruba ayrılmıştır.

Bulgular: CIMT değeri medyanın üzerinde olan hastaların (n=120), medyanın altında olan gruba (n=80) kıyasla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek CAR ve EATT değerlerine sahip olduğu gözlemlenmiştir (her iki değer için $p<0,001$). CIMT ile CAR ($r=0,420$, $p<0,001$) ve EATT ($r=0,578$, $p<0,001$) arasında pozitif yönlü ve anlamlı bir korelasyon saptanmıştır. Çok değişkenli analiz sonuçları; CAR (OR=1,01, %95 GA: 1,00–1,03, $p=0,017$) ve EATT'nin (OR=2,60, %95 GA: 1,68–4,04, $p<0,001$) yüksek CIMT değerleri ile bağımsız olarak ilişkili olduğunu ortaya koymuştur.

Sonuç: Elde edilen bulgular, yeni tanı almış hipertansiyon hastalarında yüksek CAR değerlerinin subklinik ateroskleroz ile bağımsız bir şekilde ilişkili olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda CAR, erken kardiyovasküler riskin değerlendirilmesinde klinikte kolayca erişilebilecek, tamamlayıcı bir inflamatuvar belirteç olarak değerlendirilebilir.

Anahtar Kelimeler: Hipertansiyon, Subklinik ateroskleroz, C-reaktif protein/albümin oranı, Karotis intima-media kalınlığı, Epikardiyal yağ dokusu.

THE RELATİONSHİP BETWEEN C-REACTİVE PROTEİN/ALBUMİN RATİO AND SUBCLİNİCAL ATHEROSCLEROSİS İN NEWLY DİAGNOSED HYPERTENSİVE PATİENTS

Halil İbrahim Tanrıseven, MD, Spec.[1]/ Hüsnü Değirmenci, MD, Prof.[2]/ Eftal Murat Bakırcı, MD, Prof.[3]

[1] Department of Cardiology, Mengücek Gazi Training and Research Hospital, Erzincan Binali Yildirim University, Erzincan, Turkey, halilibrahimtanriseven@gmail.com, ORCID: 0000-0002-6915-2876

[2] Department of Cardiology, Mengücek Gazi Training and Research Hospital, Erzincan Binali Yildirim University, Erzincan, Turkey, husnudegirmenci334@gmail.com, ORCID: 0000-0003-0618-7227

[3] Department of Cardiology, Mengücek Gazi Training and Research Hospital, Erzincan Binali Yildirim University, Erzincan, Turkey, eftalka@yahoo.com, ORCID: 0000-0002-5425-8758

Abstract

Purpose: The purpose of this study is to evaluate the association between the C-reactive protein to albumin ratio (CAR) and subclinical atherosclerosis in newly diagnosed hypertensive patients.

Methods: This prospective observational study included 200 newly diagnosed hypertensive patients. The patients' epicardial adipose tissue thickness (EATT) was measured using echocardiography, and carotid intima-media thickness (CIMT) was measured using ultrasonography. The participants were divided into two groups based on the median CIMT value (0.75 mm).

Results: It was observed that patients with a CIMT value above the median (n=120) had statistically significantly higher CAR and EATT values compared to the group below the median (n=80) ($p<0.001$ for both). A significant positive correlation was found between CIMT and both CAR ($r=0.420$, $p<0.001$) and EATT ($r=0.578$, $p<0.001$). Multivariable analysis revealed that CAR (OR=1.01, 95% CI: 1.00–1.03, $p=0.017$) and EATT (OR=2.60, 95% CI: 1.68–4.04, $p<0.001$) were independently associated with higher CIMT values.

Conclusions: The findings indicate that in newly diagnosed hypertension, higher CAR values are independently associated with subclinical atherosclerosis. In this context, CAR may serve as an easily accessible, complementary inflammatory marker for early cardiovascular risk assessment in clinical practice.

Keywords: Hypertension, Subclinical atherosclerosis, C-reactive protein to albumin ratio, Carotid intima-media thickness, Epicardial adipose tissue.

SÜRDÜRÜLEBİLİR KENT YÖNETİMİNDE DOĞAL SERMAYE MUHASEBESİNİN ROLÜ: KAVRAMSAL BİR DEĞERLENDİRME

Doç. Dr. Uğur BELLİKLİ[1]

[1]Giresun Üniversitesi-Alucra Turan Bulutçu Meslek Yüksekokulu, Yönetim ve Organizasyon, ugur.bellikli@giresun.edu.tr, 0000-0002-4571-6200

Özet

Bu çalışmanın amacı, doğal sermaye muhasebesinin sürdürülebilir kent yönetimindeki rolünü kavramsal bir çerçevede değerlendirmek ve sürdürülebilir kent politikalarına sağlayabileceği katkıları ortaya koymaktır. Geleneksel ekonomik büyüme göstergelerinin doğal kaynakların tükenmesini ve ekosistem hizmetlerindeki değişimleri yeterince yansıtmaması, doğal sermayenin ekonomik karar alma süreçlerine dâhil edilmesini gerekli kılmaktadır. Bu kapsamda doğal sermaye muhasebesi; doğal varlıkların miktarını, durumunu ve ekonomik değerini sistematik olarak izleyerek sürdürülebilir kalkınma politikalarının geliştirilmesine katkı sağlayan önemli bir araç olarak değerlendirilmektedir. Çalışmada öncelikle doğal sermaye ve doğal sermaye muhasebesi kavramları açıklanmış, ardından sürdürülebilir kent yönetimindeki işlevi ele alınmıştır. Ayrıca doğal sermaye muhasebesinin yerel yönetim politikalarına etkin biçimde entegre edilmesine yönelik öneriler geliştirilmiştir. Çalışma sonucunda doğal sermaye muhasebesinin kent planlaması, iklim değişikliğine uyum, biyolojik çeşitliliğin korunması ve kaynakların etkin yönetimi açısından stratejik bir karar destek mekanizması olduğu değerlendirilmiştir. Bu doğrultuda doğal sermaye muhasebesinin sürdürülebilir kent politikalarının temel bileşenlerinden biri hâline getirilmesinin çevresel, ekonomik ve toplumsal sürdürülebilirliğe önemli katkılar sağlayacağı sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Doğal Sermaye Muhasebesi, Sürdürülebilir Kent Yönetimi, Doğal Sermaye, Sürdürülebilir Kalkınma, Kent Politikaları.

THE ROLE OF NATURAL CAPITAL ACCOUNTING IN SUSTAINABLE URBAN GOVERNANCE: A CONCEPTUAL FRAMEWORK

Assoc. Prof. Ugur BELLIKLI[1]

[1]Giresun University-Alucra Turan Bulutcu Vocational High School, Management and Organization, ugur.bellikli@giresun.edu.tr, 0000-0002-4571-6200

Abstract

This study aims to conceptually evaluate the role of natural capital accounting in sustainable urban governance and to examine its potential contributions to sustainable urban policies. Traditional economic growth indicators fail to adequately reflect the depletion of natural resources and changes in ecosystem services, highlighting the need to integrate natural capital into decision-making processes. In this context, natural capital accounting is considered an important tool for systematically measuring the quantity, condition, and economic value of natural assets while supporting the development of sustainable policies. The study first explains the concepts of natural capital and natural capital accounting and then discusses their significance for sustainable urban governance. Furthermore, policy recommendations are presented for integrating natural capital accounting into local government practices. The findings indicate that natural capital accounting serves as a strategic decision-support mechanism for urban planning, climate change adaptation, biodiversity conservation, and efficient resource management. Accordingly, the study concludes that incorporating natural capital accounting into sustainable urban policies will make significant contributions to environmental, economic, and social sustainability.

Keywords: Natural Capital Accounting, Sustainable Urban Governance, Natural Capital, Sustainable Development, Urban Policies.

GİRİŞ

Kentleşme, sanayileşme ve nüfus artışına bağlı olarak doğal kaynaklar üzerindeki baskının giderek artması, sürdürülebilir kalkınma anlayışının yeniden değerlendirilmesini zorunlu hâle getirmiştir. Özellikle son yıllarda iklim değişikliği, biyolojik çeşitlilik kaybı, ekosistem tahribatı ve doğal kaynakların hızla tükenmesi gibi küresel çevresel sorunlar, ekonomik büyümenin yalnızca üretim ve gelir artışı temelinde değerlendirilmesinin yetersiz olduğunu ortaya koymaktadır (Tıraş, 2012). Bu bağlamda doğal varlıkların korunması, ekosistem hizmetlerinin sürdürülebilir biçimde yönetilmesi ve çevresel değerlerin ekonomik karar alma süreçlerine dâhil edilmesi, sürdürülebilir kent yönetiminin temel öncelikleri arasında yer almaktadır (Tuğaç, 2018).

Geleneksel ekonomik göstergeler, özellikle Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYH), ekonomik faaliyetlerde meydana gelen artışı ölçmede önemli bir gösterge olmasına rağmen, doğal kaynakların tükenmesini, ekosistem hizmetlerindeki azalmayı ve çevresel bozulmanın uzun dönemli etkilerini dikkate almamaktadır (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2012). Bu durum, ekonomik büyümenin çevresel maliyetlerini görünmez hâle getirerek sürdürülebilir kalkınmanın doğru biçimde değerlendirilmesini güçleştirmektedir. Bu nedenle son yıllarda ekonomik performansın yalnızca üretilen sermaye üzerinden değil, doğal sermaye, beşerî sermaye ve sosyal sermaye gibi farklı sermaye bileşenlerini de kapsayacak şekilde değerlendirilmesine yönelik yeni yaklaşımlar önem kazanmıştır (Erdenee, 2014).

Bu çerçevede doğal sermaye muhasebesi, doğal kaynakların miktarını, kalitesini ve sağladığı ekosistem hizmetlerini sistematik olarak ölçen, izleyen ve ekonomik karar alma süreçlerine entegre eden önemli bir yönetim aracı olarak öne çıkmaktadır (Başoğlu Acet vd., 2025). Doğal sermaye muhasebesi sayesinde ormanlar, su kaynakları, tarım alanları, biyolojik çeşitlilik ve diğer ekosistem varlıkları yalnızca çevresel unsurlar olarak değil, aynı zamanda toplumsal refahın ve sürdürülebilir ekonomik kalkınmanın temel üretim faktörleri olarak değerlendirilmektedir (Sevim vd., 2018). Böylece ekonomik büyümenin çevresel maliyetleri görünür hâle gelirken, kamu politikalarının daha etkin ve uzun vadeli planlanmasına katkı sağlanmaktadır.

Özellikle kentler, doğal kaynak tüketiminin yoğunlaştığı, sera gazı emisyonlarının büyük bölümünün üretildiği ve nüfusun önemli bir kısmının yaşadığı mekânlar olması nedeniyle doğal sermaye muhasebesinin uygulanabileceği en kritik alanlardan biridir (Kılıç, 2022). Kent ekosistemlerinin korunması, yeşil altyapının geliştirilmesi, iklim değişikliğine uyum politikalarının güçlendirilmesi ve yaşam kalitesinin artırılması açısından doğal sermaye muhasebesi yerel yönetimlere önemli karar destek mekanizmaları sunmaktadır (Ekinci, 2025). Bu yaklaşım, yalnızca çevresel sürdürülebilirliği değil, aynı zamanda ekonomik verimlilik ve toplumsal refahın birlikte değerlendirilmesini mümkün kılmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, doğal sermaye muhasebesi yaklaşımını sürdürülebilir kent yönetimi perspektifinden kavramsal olarak incelemek ve doğal sermayenin kentlerin çevresel, ekonomik ve sosyal sürdürülebilirliğine sağlayabileceği katkıları değerlendirmektir. Bu kapsamda çalışmada öncelikle doğal sermaye ve doğal sermaye muhasebesi kavramları açıklanacak, ardından sürdürülebilir kent yönetimindeki rolü mevcut literatür çerçevesinde ele alınacak ve son olarak politika yapıcılara yönelik öneriler geliştirilecektir.

1. DOĞAL SERMAYE VE DOĞAL SERMAYE MUHASEBESİ KAVRAMI

Doğal sermaye kavramı, sürdürülebilir kalkınma literatüründe ekonomik faaliyetlerin temelini oluşturan doğal varlıkların stokunu ifade etmektedir. Ormanlar, su kaynakları, tarım alanları, mineraller, biyolojik çeşitlilik, hava kalitesi ve ekosistemler tarafından sunulan hizmetler doğal sermayenin temel bileşenleri arasında yer almaktadır (Çetin, 2005). Bu varlıklar yalnızca ekonomik üretim süreçlerinin girdilerini oluşturmakla kalmamakta; aynı zamanda yaşamın devamlılığı için gerekli olan temiz su, temiz hava, toprak verimliliği, karbon depolama, iklim düzenleme ve doğal afet risklerinin azaltılması gibi çok sayıda ekosistem hizmetini de sağlamaktadır (Gül, 2024). Dolayısıyla doğal sermaye, ekonomik büyümenin yanında toplumsal refahın ve çevresel sürdürülebilirliğin de temel belirleyicilerinden biri olarak kabul edilmektedir.

Geleneksel iktisadi yaklaşımlar uzun yıllar boyunca doğal kaynakları üretim sürecinin sınırsız girdileri olarak değerlendirmiş ve ekonomik büyümeyi büyük ölçüde fiziksel sermaye ile emek faktörleri üzerinden açıklamıştır. Ancak özellikle çevresel bozulmanın hız kazanması, biyolojik çeşitlilik kayıplarının artması ve iklim değişikliğinin ekonomik etkilerinin belirginleşmesi, doğal kaynakların tükenebilir niteliğini yeniden gündeme taşımıştır (Eroğlu & Canan, 2019). Bu gelişmeler doğrultusunda doğal sermayenin korunması ve gelecek nesillere aktarılması, sürdürülebilir kalkınmanın temel koşullarından biri olarak değerlendirilmeye başlanmıştır.

Bu yaklaşım doğrultusunda geliştirilen doğal sermaye muhasebesi, doğal varlıkların miktarını, durumunu ve zaman içerisindeki değişimini sistematik biçimde izlemeyi amaçlayan bir muhasebe yaklaşımıdır. Doğal sermaye muhasebesi, yalnızca doğal kaynakların fiziksel büyüklüklerini kayıt altına almakla sınırlı kalmamakta; aynı zamanda bu kaynakların ekonomik değerini ve topluma sağladığı ekosistem hizmetlerini de değerlendirmektedir (Kılıçaslan, 2026; Saygın Yücel, 2016). Böylece çevresel unsurların ekonomik karar alma süreçlerinde görünür hâle gelmesi sağlanmakta ve sürdürülebilir kalkınma politikalarının daha sağlıklı temeller üzerine inşa edilmesine katkıda bulunulmaktadır.

Doğal sermaye muhasebesinin uluslararası ölçekte kurumsal bir çerçeveye kavuşmasında Birleşmiş Milletler tarafından geliştirilen **Çevresel-Ekonomik Muhasebe Sistemi (System of Environmental-Economic Accounting-SEEA)** önemli bir dönüm noktası olmuştur. SEEA, çevresel verilerin ulusal hesap sistemleriyle bütünleştirilmesini sağlayan uluslararası kabul görmüş istatistiksel bir standart olarak ülkelerin doğal kaynaklarını düzenli biçimde ölçmesine ve ekonomik göstergelerle ilişkilendirmesine olanak tanımaktadır (Karahan ve Sakıcı, 2021). Bu sistem sayesinde doğal varlıkların stoklarında meydana gelen artış veya azalışlar yalnızca çevresel değişimler olarak değil, aynı zamanda ekonomik sürdürülebilirliği etkileyen unsurlar olarak değerlendirilebilmektedir (Doğan & Kılınçarslan, 2025).

Diğer taraftan doğal sermaye muhasebesi, sürdürülebilir kalkınmanın ölçülmesinde kullanılan **Kapsayıcı Zenginlik (Inclusive Wealth)** yaklaşımının da temel bileşenlerinden birini oluşturmaktadır. Kapsayıcı zenginlik yaklaşımı; üretilmiş sermaye, beşerî sermaye ve doğal sermayeyi birlikte değerlendirerek toplumların uzun dönemli refah düzeyini ölçmeyi amaçlamaktadır (Managi & Kumar 2018; Managi 2019; Managi vd., 2024). Bu bakış açısı, yalnızca ekonomik üretimde meydana gelen artışları esas alan geleneksel göstergelerin aksine, doğal sermayede yaşanan azalmaların gelecek kuşakların refahını olumsuz etkileyebileceğini ortaya koymaktadır. Bu nedenle sürdürülebilir kalkınmanın değerlendirilmesinde doğal sermayenin korunması, diğer sermaye türleri kadar önemli görülmektedir (Özgenç, 2013).

Son yıllarda doğal sermaye muhasebesinin kullanım alanı ulusal düzeyin ötesine geçerek bölgesel ve yerel yönetim uygulamalarına da yayılmıştır. Özellikle kentleşmenin hız kazandığı ülkelerde doğal kaynakların etkin yönetimi, yeşil altyapının korunması, ekosistem hizmetlerinin sürdürülmesi ve iklim değişikliğine uyum politikalarının geliştirilmesi açısından doğal sermaye muhasebesi önemli bir karar destek mekanizması hâline gelmiştir (Yakupoğlu, 2024). Böylece doğal varlıkların yalnızca çevresel bir unsur olarak değil; ekonomik kalkınmanın, toplumsal refahın ve yaşam kalitesinin ayrılmaz bir parçası olduğu anlayışı giderek daha fazla kabul görmektedir.

2. SÜRDÜRÜLEBİLİR KENT YÖNETİMİNDE DOĞAL SERMAYE MUHASEBESİNİN ROLÜ

Sürdürülebilir kent yönetimi, ekonomik büyüme, çevresel koruma ve toplumsal refah arasında uzun dönemli bir denge kurulmasını amaçlayan bütüncül bir yönetim anlayışını ifade etmektedir. Günümüzde kentler; nüfus yoğunluğu, sanayi faaliyetleri, enerji tüketimi ve ulaşım sistemleri nedeniyle doğal kaynaklar üzerinde önemli bir baskı oluşturmakta, aynı zamanda sera gazı emisyonlarının ve çevresel bozulmanın önemli bir bölümüne kaynaklık etmektedir (Tosun, 2025). Bu durum, kentlerin yalnızca ekonomik üretim merkezleri olarak değil, aynı zamanda doğal sermayenin korunması ve sürdürülebilir kullanımının sağlanacağı yönetim alanları olarak değerlendirilmesini zorunlu hâle getirmektedir. Bu bağlamda doğal sermaye muhasebesi, kentlerin sahip olduğu

doğal varlıkların sistematik biçimde belirlenmesine, izlenmesine ve yönetim süreçlerine entegre edilmesine olanak sağlayan önemli bir karar destek aracı olarak öne çıkmaktadır (Acar Yurdusever, 2019).

Kent ekosistemleri; yeşil alanlar, kent ormanları, sulak alanlar, akarsular, kıyı alanları, tarım arazileri ve biyolojik çeşitlilik gibi çok sayıda doğal sermaye unsurunu bünyesinde barındırmaktadır. Bu varlıklar yalnızca çevresel dengeyi korumakla kalmayıp hava kalitesinin iyileştirilmesi, karbonun tutulması, taşkın risklerinin azaltılması, sıcaklık adası etkisinin sınırlandırılması, rekreasyon olanaklarının geliştirilmesi ve toplum sağlığının desteklenmesi gibi çok yönlü ekosistem hizmetleri sunmaktadır (Coşkun Hepcan, 2022). Ancak hızlı kentleşme, plansız arazi kullanımı ve doğal alanların yapılaşmaya açılması sonucunda bu hizmetlerin önemli bir bölümü zaman içerisinde zayıflamakta veya tamamen ortadan kalkmaktadır. Doğal sermaye muhasebesi ise söz konusu kayıpların yalnızca fiziksel olarak değil, ekonomik ve sosyal etkileriyle birlikte değerlendirilmesine imkân tanımaktadır (Zeytin, 2015).

Bu yaklaşımın en önemli katkılarından biri, doğal sermayenin belediyelerin stratejik planlama süreçlerine ve yatırım kararlarına dâhil edilmesini sağlamasıdır. Geleneksel kent yönetimi uygulamalarında yatırım kararları çoğunlukla maliyet, nüfus artışı ve ekonomik getiri gibi göstergeler dikkate alınarak alınırken, doğal sermaye muhasebesi bu değerlendirme sürecine ekosistem hizmetlerini de dâhil etmektedir (Ozan, 2022). Böylece yeni yerleşim alanlarının planlanması, ulaşım yatırımlarının yönlendirilmesi, yeşil altyapının geliştirilmesi ve iklim değişikliğine uyum politikalarının oluşturulması sırasında doğal varlıkların korunmasına yönelik daha dengeli kararlar alınabilmektedir (Sezik & Dokuyucu, 2025).

Doğal sermaye muhasebesi aynı zamanda kentlerin iklim değişikliğine karşı dirençliliğinin artırılmasına da önemli katkılar sağlamaktadır. Son yıllarda sıcak hava dalgalarının artması, ani yağışlar, kuraklık ve taşkın olaylarının daha sık görülmesi, doğal ekosistemlerin kentlerin iklim uyum kapasitesindeki belirleyici rolünü ortaya koymuştur. Özellikle kent ormanları, yeşil koridorlar, geçirgen yüzeyler ve sulak alanlar gibi doğal sermaye unsurları, iklim kaynaklı risklerin azaltılmasında düşük maliyetli ve uzun dönemli çözümler sunmaktadır (Tuğaç, 2024). Bu nedenle doğal sermaye muhasebesi yalnızca mevcut doğal varlıkların kayıt altına alınmasını değil, aynı zamanda bu varlıkların iklim politikalarının ayrılmaz bir bileşeni olarak değerlendirilmesini de mümkün kılmaktadır.

Bunun yanında doğal sermaye muhasebesi, sürdürülebilir kent yönetiminde hesap verebilirlik ve şeffaflık ilkelerinin güçlendirilmesine katkıda bulunmaktadır. Doğal varlıklarda meydana gelen değişimlerin düzenli olarak ölçülmesi ve raporlanması, yerel yönetimlerin çevresel performanslarının izlenmesine olanak sağlamakta; kamuoyunun, yatırımcıların ve politika yapıcıların karar alma süreçlerinde daha güvenilir bilgiye erişimini kolaylaştırmaktadır (Kardeş Selimoğlu & Yazıcı, 2023). Böylece çevresel etkilerin yalnızca nitel değerlendirmelerle değil, ölçülebilir göstergeler aracılığıyla izlenmesi mümkün hâle gelmektedir.

Uluslararası uygulamalar incelendiğinde doğal sermaye muhasebesinin özellikle sürdürülebilir kalkınma hedefleri, döngüsel ekonomi politikaları ve yeşil dönüşüm stratejileriyle giderek daha fazla bütünleştiği görülmektedir. Birleşmiş Milletler tarafından geliştirilen Çevresel-Ekonomik Muhasebe Sistemi (SEEA) ile birlikte birçok ülke ve yerel yönetim doğal varlıklarını düzenli olarak raporlamaya başlamış; bu veriler arazi kullanım planlaması, iklim değişikliğine uyum stratejileri ve çevresel yatırım kararlarında kullanılmaya başlanmıştır (Yamaguchi vd., 2023). Bu gelişmeler, doğal sermaye muhasebesinin yalnızca çevresel bir raporlama sistemi olmadığını; aynı zamanda sürdürülebilir kent yönetiminin kurumsal kapasitesini güçlendiren stratejik bir yönetim aracı olduğunu göstermektedir.

Sonuç olarak doğal sermaye muhasebesi, sürdürülebilir kent yönetiminin çevresel, ekonomik ve sosyal boyutlarını bütünleştiren yenilikçi bir yaklaşım sunmaktadır. Doğal varlıkların sistematik biçimde ölçülmesi ve karar alma süreçlerine entegre edilmesi, kentlerin uzun dönemli sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmasını kolaylaştırırken doğal kaynakların korunmasına, yaşam kalitesinin artırılmasına ve gelecek nesillerin refahının

güvence altına alınmasına da önemli katkılar sağlamaktadır. Bu nedenle doğal sermaye muhasebesinin yerel yönetim politikalarının ayrılmaz bir bileşeni hâline getirilmesi, sürdürülebilir kentlerin inşasında temel önceliklerden biri olarak değerlendirilmelidir.

3. SÜRDÜRÜLEBİLİR KENT YÖNETİMİNDE DOĞAL SERMAYE MUHASEBESİNİN YAYGINLAŞTIRILMASINA YÖNELİK POLİTİKA YAKLAŞIMLARI

Doğal sermaye muhasebesinin sürdürülebilir kent politikalarına etkin biçimde entegre edilebilmesi, yalnızca çevresel hedeflerin gerçekleştirilmesine değil, aynı zamanda ekonomik kalkınma ile toplumsal refah arasında daha dengeli bir ilişkinin kurulmasına da katkı sağlayacaktır. Ancak bu yaklaşımın başarılı bir şekilde uygulanabilmesi; kurumsal kapasitenin güçlendirilmesini, güvenilir veri altyapısının oluşturulmasını ve doğal sermayenin kamu politikalarının ayrılmaz bir bileşeni hâline getirilmesini gerektirmektedir (Repetto, 1992; Başoğlu, 2024). Bu doğrultuda, doğal sermaye muhasebesinin yerel yönetim uygulamalarında daha etkin kullanılabilmesi için bütüncül politika yaklaşımlarının geliştirilmesi önem taşımaktadır.

İlk olarak, yerel yönetimlerin doğal sermaye muhasebesini stratejik planlama süreçlerine sistematik biçimde dâhil etmeleri gerekmektedir. Belediyelerin hazırladığı stratejik planlar, performans programları ve yatırım öncelikleri belirlenirken yalnızca ekonomik göstergelerin değil; yeşil alan miktarı, ekosistem hizmetleri, biyolojik çeşitlilik, karbon yutak kapasitesi ve su kaynaklarının durumu gibi doğal sermaye göstergelerinin de dikkate alınması karar alma süreçlerinin daha sürdürülebilir bir yapıya kavuşmasını sağlayacaktır (Sezer & Kırnapçı, 2018). Böylece kentlerin uzun dönemli gelişim hedefleri belirlenirken çevresel değerlerin korunması ekonomik büyüme hedefleriyle birlikte değerlendirilebilecektir.

İkinci olarak, doğal sermaye muhasebesinin sağlıklı biçimde uygulanabilmesi için kapsamlı ve güncel veri altyapısının oluşturulması gerekmektedir. Bu kapsamda coğrafi bilgi sistemleri, uzaktan algılama teknolojileri, çevresel izleme sistemleri ve dijital veri tabanlarının etkin kullanımı büyük önem taşımaktadır. Doğal varlıklara ilişkin fiziksel ve ekonomik verilerin düzenli olarak güncellenmesi, hem yerel yönetimlerin karar alma süreçlerini güçlendirecek hem de doğal sermayede meydana gelen değişimlerin zaman içerisinde izlenmesine olanak sağlayacaktır. Ayrıca uluslararası kabul gören **Çevresel-Ekonomik Muhasebe Sistemi (SEEA)** ile uyumlu veri üretim süreçlerinin benimsenmesi, ulusal ve uluslararası karşılaştırmaların yapılabilmesini de kolaylaştıracaktır (Repetto, 1992; Costanza & Daly 1992; Islam vd.. 2019).

Bir diğer önemli politika alanı ise doğal sermayenin korunmasına yönelik finansman mekanizmalarının güçlendirilmesidir. Günümüzde birçok kent, çevresel yatırımların finansmanında bütçe kısıtlarıyla karşı karşıya kalmaktadır. Bu nedenle yeşil bütçeleme uygulamaları, yeşil tahviller, iklim finansmanı, doğa temelli çözümler ve kamu-özel sektör iş birlikleri gibi alternatif finansman araçlarının daha etkin kullanılması önem taşımaktadır (Şentürk Ulucak, 2024). Bu tür mekanizmalar yalnızca doğal sermayenin korunmasını desteklemekle kalmayacak, aynı zamanda kentlerin iklim değişikliğine uyum kapasitesini artırarak uzun vadeli ekonomik faydalar sağlayacaktır.

Doğal sermaye muhasebesinin başarılı bir şekilde uygulanabilmesi, güçlü kurumsal koordinasyonu da gerekli kılmaktadır. Çevre, şehircilik, ulaşım, altyapı, tarım ve afet yönetimi gibi farklı politika alanlarında faaliyet gösteren kurumlar arasında veri paylaşımının artırılması ve ortak planlama anlayışının geliştirilmesi, doğal sermayenin bütüncül biçimde yönetilmesine katkı sağlayacaktır. Bunun yanında üniversiteler, araştırma merkezleri, sivil toplum kuruluşları ve özel sektör temsilcilerinin karar alma süreçlerine katılımının teşvik edilmesi, bilimsel bilgi ile uygulama arasındaki ilişkinin güçlendirilmesine yardımcı olacaktır.

Son olarak, doğal sermaye muhasebesinin sürdürülebilir kent yönetiminde kalıcı bir politika aracına dönüşebilmesi için toplumsal farkındalığın artırılması büyük önem taşımaktadır. Yerel halkın doğal varlıkların korunmasına yönelik bilinç düzeyinin yükseltilmesi, çevresel karar alma süreçlerine katılımın teşvik edilmesi ve ekosistem hizmetlerinin toplumsal refaha katkısının görünür hâle getirilmesi, doğal sermayenin korunmasına

yönelik politikaların benimsenmesini kolaylaştıracaktır. Bu kapsamda eğitim programları, katılımcı planlama süreçleri ve şeffaf çevresel raporlama uygulamaları doğal sermaye muhasebesinin kurumsallaşmasına önemli katkılar sağlayacaktır.

Sonuç olarak doğal sermaye muhasebesinin sürdürülebilir kent politikalarına entegrasyonu, çevresel koruma ile ekonomik kalkınmayı birbirini dışlayan hedefler olmaktan çıkararak bütünleşik bir yönetim anlayışının geliştirilmesine olanak tanımaktadır. Yerel yönetimlerin kurumsal kapasitelerinin güçlendirilmesi, uluslararası standartlarla uyumlu muhasebe sistemlerinin benimsenmesi, yenilikçi finansman araçlarının yaygınlaştırılması ve katılımcı yönetişim mekanizmalarının geliştirilmesi, doğal sermaye muhasebesinin uygulama başarısını artıracak temel politika öncelikleri olarak değerlendirilebilir. Bu yaklaşım, yalnızca bugünün kentlerinin değil, gelecek kuşakların yaşam kalitesini de güvence altına alacak sürdürülebilir bir kent yönetimi anlayışının oluşturulmasına katkı sağlayacaktır.

4. SONUÇ

Doğal sermaye, ekonomik kalkınmanın sürekliliğini sağlayan temel üretim faktörlerinden biri olmasının yanı sıra ekosistemlerin devamlılığı, toplumsal refahın artırılması ve çevresel sürdürülebilirliğin sağlanması açısından da stratejik bir öneme sahiptir. Ancak geleneksel ekonomik büyüme göstergelerinin doğal kaynaklarda meydana gelen azalışı ve ekosistem hizmetlerindeki kayıpları yeterince dikkate almaması, sürdürülebilir kalkınmanın doğru biçimde değerlendirilmesini güçleştirmektedir. Bu durum, doğal varlıkların sistematik olarak ölçülmesini ve ekonomik karar alma süreçlerine entegre edilmesini sağlayan doğal sermaye muhasebesi yaklaşımını giderek daha önemli hâle getirmektedir.

Bu çalışmada doğal sermaye ve doğal sermaye muhasebesi kavramları sürdürülebilir kent yönetimi perspektifinde ele alınmış, doğal sermaye muhasebesinin kentlerin çevresel, ekonomik ve sosyal sürdürülebilirliğine sağlayabileceği katkılar kavramsal olarak değerlendirilmiştir. İnceleme sonucunda doğal sermaye muhasebesinin yalnızca doğal varlıkların envanterini oluşturan teknik bir muhasebe sistemi olmadığı; aynı zamanda kent planlaması, iklim değişikliğine uyum, biyolojik çeşitliliğin korunması, yeşil altyapının geliştirilmesi ve kamu kaynaklarının daha etkin kullanılmasına katkı sağlayan stratejik bir yönetim aracı olduğu ortaya konulmuştur.

Çalışmada ayrıca doğal sermaye muhasebesinin sürdürülebilir kent politikalarına etkin biçimde entegre edilebilmesi için kurumsal kapasitenin geliştirilmesi, güvenilir veri altyapısının oluşturulması, uluslararası muhasebe standartlarının benimsenmesi, yenilikçi finansman mekanizmalarının yaygınlaştırılması ve katılımcı yönetişim anlayışının güçlendirilmesi gerektiği vurgulanmıştır. Bu politika alanlarında atılacak adımlar, yerel yönetimlerin doğal varlıkları yalnızca korunması gereken çevresel değerler olarak değil, uzun dönemli kalkınmanın temel sermaye unsurlarından biri olarak değerlendirmelerine katkı sağlayacaktır.

Son yıllarda iklim değişikliği, biyolojik çeşitlilik kaybı ve doğal kaynaklar üzerindeki baskının artması, sürdürülebilir kent yönetiminde bütüncül yaklaşımların benimsenmesini zorunlu hâle getirmiştir. Bu kapsamda doğal sermaye muhasebesinin, sürdürülebilir kalkınma hedefleri ve kapsayıcı zenginlik yaklaşımıyla birlikte değerlendirilmesi, çevresel maliyetlerin görünür hâle gelmesini sağlayarak kamu politikalarının daha bilimsel ve uzun vadeli bir bakış açısıyla şekillendirilmesine olanak tanıyacaktır. Böylece ekonomik büyüme ile doğal kaynakların korunması arasında denge kurulabilecek ve kentlerin iklim değişikliğine karşı dirençlerinin artırılması mümkün olabilecektir.

Sonuç olarak doğal sermaye muhasebesi, sürdürülebilir kent yönetiminin çevresel, ekonomik ve sosyal boyutlarını bütünleştiren yenilikçi bir yaklaşım sunmaktadır. Yerel yönetimlerin karar alma süreçlerinde doğal sermaye göstergelerinin daha etkin kullanılması, kentlerin doğal varlıklarının korunmasına, yaşam kalitesinin yükseltilmesine ve gelecek kuşaklara daha yaşanabilir kentlerin bırakılmasına önemli katkılar sağlayacaktır. Bu doğrultuda doğal sermaye muhasebesinin yerel yönetim uygulamalarında yaygınlaştırılması ve sürdürülebilir kent

politikalarının temel bileşenlerinden biri hâline getirilmesi hem akademik çalışmalar hem de kamu politikaları açısından öncelikli araştırma ve uygulama alanlarından biri olarak değerlendirilmektedir.

KAYNAKLAR

Acar Yurdusever, K. (2019). *Yenilenebilir Enerji İşletmelerinde İnsan Kaynakları Muhasebesi Üzerine Bir Araştırma,* Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Basoglu Acet, D., Yavuz, G. C., & Yildirak, K. (2025). Doğal Sermaye ve Ekosistem Hizmetleri: Kavramsal Temeller ve Mekansal Modelleme Araçları ile Küresel ve Türkiye Uygulamaları. *İstatistik Araştırma Dergisi*, *15*(1), 17-40. https://izlik.org/JA46FZ26RF

Başoğlu, B. (2024). *Sürdürülebilir Kalkınma Perspektifinden Yeşil Finans,* Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Costanza R. & Daly H.E. (1992). Natural capital and sustainable development. *Conservation Biology, 6*(1), 37–46. https://www.jstor.org/stable/2385849

Coşkun Hepcan, Ç. (2022). Doğa Temelli Çözümler ve Kentsel Dirençlilik. *Çevre Şehir ve İklim Dergisi*, *1*(2), 19-40. https://izlik.org/JA82RT49PE

Çetin, M. (2005). Doğal Sermaye (Kritik Doğal Sermaye) ve Sürdürülebilir Kalkınma. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, *10*(1), 313-328. https://izlik.org/JA96MA62CP

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2012). *Çevresel göstergeler 2012*. https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/editordosya/Cevresel_Gostergeler2012-TR(1).pdf

Doğan, M., & Kılınçarslan, G. (2025). Sürdürülebilirliğin Çok Boyutlu Yapısı: İklim, Emisyon Yönetimi, Döngüsel Ekonomi, Biyoçeşitlilik, Kaynak Verimliliği ve Ekosistem Güvenliğine Bütüncül Bir Bakış. *Uluslararası Muhasebe Ve Finans Araştırmaları Dergisi*, *7*(2), 214-237. https://izlik.org/JA38DR88WJ

Ekinci, E. (2025). İklim Değişikliği Ve Yerel Yönetimler: Kentsel Uyum Ve Azaltım. *Giresun Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Dergisi*, *11*(1), 15-36. https://doi.org/10.46849/guiibd.1661524

Erdenee, T. (2014). *Sürdürülebilir kalkınma, sermaye yatırımları ve çevre hareketleri etkileşiminde Moğolistan örneği,* Yayımlanmamış Yüksek lisans tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Eroğlu, N., & Canan, A. (2019). Geleneksel Ekolojik İktisat Yaklaşımları. *Uluslararası Ekonomi Siyaset İnsan ve Toplum Bilimleri Dergisi*, *2*(1), 11-26. https://izlik.org/JA64YC89NP

Gül, A. (2024). Karbon fiyatlama yaklaşımları ve yeşil alan ilişkisi. K. İnce (Ed.), *Kentsel yeşil alanların sürdürülebilir yönetimi* (ss. 200–234). IKSAD Publications.

Islam M., Yamaguchi R., Sugiawan Y. & Managi S. (2019). Valuing natural capital and ecosystem services: a literature review. *Sustainable Science 14*(1):159–17.

Karahan, M. & Sakıcı, Ş. (2021). Sürdürülebilir Çevreden Deneysel Ekosistem Muhasebesine: Birleşmiş Milletler ve Avrupa Birliği Perspektifinden İlerleme Süreci, Maliye *Dergisi, Temmuz-Aralık*(181), 187-205.

Kardeş Selimoğlu, S., & Yazıcı, R. (2023). Türkiye'de Kamuda Sürdürülebilirlik İçin Devlet Muhasebe Standartlarının Rolü. *Muhasebe ve Denetime Bakış*, *23*(69), 27-44. https://doi.org/10.55322/mdbakis.1172205

Kılıç, T. (2022). *Çevre muhasebesi kapsamında karbon ayak izi ölçümü: İzmir ili otobüs taşımacılığında karbon salınımının hesaplanması*, Yayımlanmamış Yüksek lisans tezi, İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Kılıçaslan, İ. (2026). Geleneksel Muhasebeden Yeşil Muhasebeye Geçiş: Teorik Bir Yaklaşım. *Uluslararası Sosyal Bilimlerde Yeni Ufuklar Dergisi, 3(1),* 36–45. https://jossci.com/index.php/jossci/article/view/56

Managi S (ed) (2019) *Wealth, inclusive growth and sustainability.* Routledge, New York.

Managi S, Chen S, Kumar P, Dasgupta P (2024) Sustainable matrix beyond GDP: investment for inclusive growth. Humanit Soc Sci Commun 11:185

Managi S, Kumar P (eds) (2018) *Inclusive Wealth Report 2018.* Taylor & Francis.

Ozan, M.S. (2022). *Stratejik Yönetim Kapsamında En İyi Değer (Best Value) Yaklaşımı: Türkiye'de Yerel Yönetimlere Uygulanabilirliği,* Yayımlanmamış Doktora Tezi, İnönü Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Özgenç, N. (2013). *Sürdürülebilirlik ve yoksulluk ilişkisi*. Aile Sosyal Politikalar Uzmanlık Tezi, T.C. Başbakanlık Aile ve Sosyal Araştırmalar Genel Müdürlüğü.

Repetto R. (1992). Accounting for environmental assets. *Scientific American 266*(6), 94–101 https://www.jstor.org/stable/24939104

Saygın Yücel, T. (2016). Sürdürülebilirlik ve Kurumsal Sürdürülebilirlik Kavramının İncelenmesi ve Muhasebe İle İlişkisi: Teorik Bir Araştırma. *Kesit Akademi Dergisi*, *5*, 158-181. https://izlik.org/JA68MD39SK

Sevim, U., Serçemeli, M., & Arslantürk Çöllü, D. (2018). *Yeşil finans ve muhasebe: Teori ve uygulama*. Gazi Kitabevi.

Sezer, Ö., & Kırnapçı, A. (2018). Belediyelerde Stratejik Planlamanın Bir Unsuru Olarak Performans Denetimi: Zonguldak Belediyesi Stratejik Planları Üzerine Bir Değerlendirme. *Ekonomi Maliye İşletme Dergisi*, *1*(2), 54-78. https://izlik.org/JA97GY52HH

Sezik, M., & Dokuyucu, E. (2025). İklim Değişikliği ve Türkiye'de Kentlerin İklim Değişikliği Politikalarına Uyum Sorunları. *Kent Akademisi*, *18*(1), 540-562. https://doi.org/10.35674/kent.1481943

Şentürk Ulucak, Z. (2024). Sürdürülebilir Kalkınma Perspektifinde Yeşil Bütçeleme ve Vergi Politikaları. *JOEEP: Journal of Emerging Economies and Policy*, *9*(2), 478-493. https://izlik.org/JA85UF39UG

Tıraş, H.H. (2012). Sürdürülebilir Kalkınma ve Çevre: Teorik Bir İnceleme. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, *2*(2), 57-73. https://izlik.org/JA88AP78KK

Tosun, A. (2025). Göç, Sürdürülebilirlik, Sürdürülebilir İnsani Kalkınma ve Kentlileşme Bağlamında Kent. *Paradigma: İktisadi Ve İdari Araştırmalar Dergisi*, *14*(2), 1-14. https://izlik.org/JA96YS58NC

Tuğaç, Ç. (2018). Uluslararası Sürdürülebilir Kent Ölçütleri Bağlamında Türkiye İçin Bir Değerlendirme. *Kent Akademisi*, *11*(4), 703-740. https://izlik.org/JA46CA95RY

Yakupoğlu, L. (2024). Türkiye'de mahalli idarelerde sürdürülebilirlik muhasebesi ve raporlaması. Filiz Yüksel (Ed.), *Türkiye'de Sürdürülebilirlik Muhasebesi, Raporlaması ve Denetimi* (ss. 158–181). Ekin Yayınevi.

Yamaguchi R, Islam M. & Managi S (2023) Natural capital and wealth accounting for sustainability assessment: a global perspective. *International Review Environment Resources Economy 16*(3–4), 431–465.

Zeytin, M. (2015). *Belediyelerde Muhasebe Açısından Çevresel Faaliyetlerin Denetimi ve Raporlanması,* Yayımlanmamış Doktora Tezi, Sakarya Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.

YAPAY ZEKÂ ÇAĞINDA MUHASEBE MESLEK MENSUPLARININ YETKİNLİK DÖNÜŞÜMÜ: GELECEĞİN MESLEK MENSUBUNA KAVRAMSAL BİR BAKIŞ

Doç. Dr. Uğur BELLİKLİ[1]

[1]Giresun Üniversitesi-Alucra Turan Bulutçu Meslek Yüksekokulu, Yönetim ve Organizasyon, ugur.bellikli@giresun.edu.tr, 0000-0002-4571-6200

Özet

Yapay zekâ teknolojilerinde yaşanan gelişmeler, muhasebe mesleğinin işleyişini ve muhasebe meslek mensuplarından beklenen yetkinlikleri önemli ölçüde dönüştürmektedir. Rutin muhasebe işlemlerinin yapay zekâ araçları ile daha da kolaylaşmasıyla birlikte meslek mensuplarının rolü, finansal bilgiyi kaydeden uygulayıcı kimliğinden, veriyi analiz eden, yorumlayan ve stratejik karar süreçlerine katkı sağlayan danışman kimliğine doğru evrilmektedir. Bu çalışmanın amacı, yapay zekâ teknolojilerinin muhasebe meslek mensuplarının yetkinlikleri üzerindeki etkisini kavramsal bir bakış açısıyla değerlendirmek ve dijital dönüşüm sürecinde öne çıkan temel yetkinlik alanlarını ortaya koymaktır. Çalışma, literatür taramasına dayalı kavramsal bir araştırma niteliği taşımaktadır. Bu kapsamda yapay zekânın muhasebe mesleğinde oluşturduğu dijital dönüşüm incelenmiş; teknik, analitik ve stratejik, sosyal ve iletişim, etik ve mesleki yetkinlikler ile sürekli öğrenme ve uyum yeteneği boyutları değerlendirilmiştir. Çalışmanın özgün katkısını oluşturan Muhasebe Meslek Mensupları İçin Yapay Zekâ Yetkinlik Dönüşüm Modeli (YZ-YDM) ile söz konusu yetkinlikler bütüncül bir çerçevede ele alınmış ve yapay zekâ çağında muhasebe meslek mensuplarının sahip olması gereken temel yetkinlik alanları sistematik bir yapıda açıklanmıştır. Çalışma sonucunda, yapay zekânın muhasebe mesleğinin alternatifi değil, mesleğin dönüşümünü hızlandıran bir teknoloji olduğu; geleceğin başarılı muhasebe meslek mensuplarının ise teknik bilgi ile birlikte analitik düşünme, etik muhakeme, etkili iletişim ve sürekli öğrenme yetkinliklerini bütünleştirebilen meslek mensupları olacağı değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yapay zekâ, muhasebe meslek mensupları, dijital dönüşüm, mesleki yetkinlikler, yetkinlik dönüşüm modeli.

COMPETENCY TRANSFORMATION OF ACCOUNTING PROFESSIONALS IN THE AGE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE: A CONCEPTUAL PERSPECTIVE ON THE FUTURE ACCOUNTİNG PROFESSIONAL

Assoc. Prof. Ugur BELLIKLI[1]

[1]Giresun University-Alucra Turan Bulutcu Vocational High School, Management and Organization, ugur.bellikli@giresun.edu.tr, 0000-0002-4571-6200

Abstract

Advances in artificial intelligence (AI) technologies are significantly transforming the accounting profession and the competencies expected of accounting professionals. As routine accounting tasks become increasingly facilitated through AI-powered tools, the role of accounting professionals is evolving from that of practitioners primarily responsible for recording financial information to strategic advisors who analyze, interpret, and utilize financial data to support decision-making processes. The aim of this study is to conceptually examine the impact of artificial intelligence technologies on the competencies of accounting professionals and to identify the key competencies required in the digital transformation era. The study adopts a conceptual research approach based on a comprehensive review of the relevant literature. Within this context, the digital transformation driven by artificial intelligence in the accounting profession is examined through the dimensions of technical, analytical and strategic, social and communication, ethical and professional competencies, as well as lifelong learning and adaptability. As the original contribution of the study, the Artificial Intelligence Competency Transformation Model for Accounting Professionals (AI-CTM) is proposed to provide a holistic framework for understanding the competencies required in the AI era. The model systematically explains the essential competency areas that accounting professionals should develop to adapt successfully to technological change. The findings suggest that artificial intelligence should not be regarded as a substitute for the accounting profession but rather as a transformative technology that accelerates its evolution. Accordingly, successful accounting professionals of the future will be those who integrate technical expertise with analytical thinking, ethical judgment, effective communication, and a commitment to continuous learning.

Keywords: Artificial intelligence, accounting professionals, digital transformation, professional competencies, competency transformation model.

GİRİŞ

Dijital dönüşümün hız kazanmasıyla birlikte yapay zekâ teknolojileri, işletmelerin çalışma şekillerini önemli ölçüde etkilemiş ve bu dönüşümden en fazla etkilenen meslek alanlarından biri de işletmeyle yakın ilgisi nedeniyle muhasebe mesleği olmuştur. Makine öğrenmesi, doğal dil işleme ve büyük veri analitiği gibi yapay zekâ uygulamaları; finansal verilerin işlenmesi, belge yönetimi, denetim süreçleri, vergi uygulamaları ve finansal raporlama gibi geleneksel muhasebe faaliyetlerinin daha hızlı, doğru ve etkin bir şekilde yürütülmesine olanak sağlamaktadır (Yakut, 2026). Özellikle tekrarlayan ve kural temelli işlemlerin büyük ölçüde otomatikleştirilebilmesi, muhasebe meslek mensuplarının üstlendiği rollerin yeniden tanımlanmasını zorunlu hâle getirmektedir.

Muhasebe mesleğinde yaşanan bu dönüşüm, yalnızca kullanılan teknolojilerin değişmesiyle sınırlı kalmamakta; aynı zamanda meslek mensuplarından beklenen bilgi, beceri ve yetkinliklerin de farklılaşmasına neden olmaktadır. Geleneksel muhasebe anlayışında teknik muhasebe bilgisi, mevzuata hâkimiyet ve kayıt süreçlerini doğru yönetebilme temel yeterlilikler olarak kabul edilirken, günümüzde bunlara ek olarak dijital teknolojileri etkin kullanabilme, veri analitiği yapabilme, yapay zekâ destekli sistemlerden elde edilen çıktıları yorumlayabilme ve bu çıktıları stratejik karar alma süreçlerine dönüştürebilme gibi yetkinlikler giderek daha fazla önem kazanmaktadır (Abdioğlu & Daştan, 2024). Dolayısıyla muhasebe meslek mensuplarının yalnızca işlemleri gerçekleştiren profesyoneller olmaktan çıkarak, işletmelere katma değer sağlayan stratejik iş ortaklarına dönüşmeleri beklenmektedir.

Bununla birlikte yapay zekânın muhasebe süreçlerine entegrasyonu, teknik yetkinliklerin ötesinde etik, mesleki sorumluluk ve sürekli öğrenme gibi alanlarda da yeni gereklilikleri beraberinde getirmektedir. Yapay zekâ sistemlerinin ürettiği bilgilerin doğruluğunun değerlendirilmesi, veri güvenliğinin sağlanması, kişisel ve kurumsal verilerin korunması ile yapay zekâ kullanımında ortaya çıkabilecek etik sorunların yönetilmesi, geleceğin muhasebe meslek mensuplarının temel sorumlulukları arasında yer almaktadır (Bellikli, 2024). Bu nedenle yapay zekâ çağında başarılı bir muhasebe meslek mensubu olabilmek, yalnızca teknolojiyi kullanabilmekten değil, aynı zamanda teknolojiyi doğru yorumlayabilme, eleştirel değerlendirebilme ve mesleki etik ilkeler doğrultusunda yönetebilme becerisinden de geçmektedir (Kottara vd. 2026).

Bu gelişmeler, muhasebe meslek mensuplarının sahip olması gereken yetkinliklerin yeniden ele alınmasını gerekli kılmaktadır. Literatürde yapay zekânın muhasebe uygulamalarına etkisini inceleyen çalışmaların sayısı giderek artmasına rağmen (Akın & Tanç, 2025; Karayiğit Kiriktir, 2026; Erturan, 2025; Gökbulut Kazan, 2025) bu teknolojilerin muhasebe meslek mensuplarının gelecekte sahip olması gereken yetkinlikleri bütüncül bir bakış açısıyla değerlendiren kavramsal çalışmaların sınırlı olduğu görülmektedir. Bu durum, teknolojik dönüşümün mesleki yetkinlikler üzerindeki etkilerinin sistematik bir çerçevede incelenmesini önemli hâle getirmektedir.

Bu çalışmanın amacı, yapay zekâ teknolojilerinin muhasebe meslek mensuplarının sahip olması gereken yetkinlikler üzerindeki etkisini kavramsal bir bakış açısıyla değerlendirmek ve dijital dönüşüm sürecinde öne çıkması beklenen teknik, analitik, sosyal ve etik yetkinlik alanlarını ortaya koymaktır. Bu kapsamda öncelikle yapay zekânın muhasebe mesleğinde oluşturduğu dönüşüm ele alınmakta, ardından söz konusu dönüşümün meslek mensuplarının yetkinlikleri üzerindeki etkileri tartışılmaktadır. Son bölümde ise yapay zekâ çağında muhasebe meslek mensuplarının geliştirmesi gereken temel yetkinlik alanlarını bütüncül bir yaklaşımla açıklayan kavramsal bir "Yetkinlik Dönüşüm Modeli" önerilmektedir.

Çalışma, literatür taramasına dayalı kavramsal bir araştırma niteliği taşımaktadır. Bu doğrultuda yapay zekâ, dijital dönüşüm, muhasebe mesleği ve mesleki yetkinlikler konularında ulusal ve uluslararası literatürde yer alan çalışmalar incelenmiş; elde edilen bulgular karşılaştırmalı olarak değerlendirilerek muhasebe meslek mensuplarının gelecekte ihtiyaç duyacağı yetkinlik alanları bütüncül bir bakış açısıyla ele alınmıştır. Çalışmanın, yapay zekâ çağında muhasebe mesleğinin değişen yapısına ilişkin farkındalık oluşturmasının yanı sıra meslek

mensuplarına, eğitim kurumlarına ve meslek örgütlerine yol gösterici bir kavramsal çerçeve sunması beklenmektedir.

1. YAPAY ZEKÂ VE MUHASEBE MESLEĞİNDE DİJİTAL DÖNÜŞÜM

Dijital teknolojilerde yaşanan hızlı değişimler, işletmelerin bilgi üretme, işleme ve karar alma süreçlerini önemli ölçüde etkilemektedir. Bu etkinin merkezinde yer alan yapay zekâ, büyük veri analitiği, makine öğrenmesi, doğal dil işleme ve otomasyon teknolojileri sayesinde yalnızca üretim ve hizmet sektörlerini değil, bilgi yoğun meslekleri de yeniden şekillendirmektedir. Finans, hukuk, sağlık ve muhasebe gibi uzmanlık gerektiren alanlarda yapay zekâ uygulamalarının yaygınlaşması, geleneksel iş süreçlerinin yeniden tasarlanmasına ve insan emeğinin daha çok analiz, yorumlama ve karar verme süreçlerine yönlendirilmesine olanak sağlamaktadır (Akbaş & Altunışık, 2025; Kagermann vd., 2013). Böylece yapay zekâ, rutin işlemleri otomatikleştirmenin ötesine geçerek işletmelerin rekabet avantajı elde etmelerinde stratejik bir unsur hâline gelmektedir.

Muhasebe mesleği de bu teknolojik dönüşümden en fazla etkilenen meslek alanlarından biridir. Uzun yıllar boyunca yoğun emek gerektiren veri girişi, belge kontrolü ve kayıt işlemleri gibi faaliyetler günümüzde yapay zekâ destekli muhasebe yazılımları sayesinde büyük ölçüde otomatik olarak gerçekleştirilebilmektedir. Dijitalleşen muhasebe süreçleri, işlem hızını artırırken hata oranlarını azaltmakta, aynı zamanda muhasebe bilgilerinin daha güvenilir ve zamanında üretilmesini mümkün kılmaktadır. Bu gelişmeler, muhasebe fonksiyonunun yalnızca finansal bilgiyi kaydeden, sınıflandıran ve özetleyen bir yapı olmaktan çıkarak işletme yönetimine değer katan stratejik bir bilgi merkezine dönüşmesini desteklemektedir (Ülker & Eker, 2024; Bygren, 2016).

Yapay zekânın muhasebe alanındaki en yaygın kullanım alanlarından biri kayıt süreçlerinin otomasyonudur. Elektronik belge sistemleri, optik karakter tanıma teknolojileri ve makine öğrenmesi algoritmaları sayesinde faturalar, banka hareketleri ve diğer finansal belgeler otomatik olarak okunabilmekte, sınıflandırılabilmekte ve uygun muhasebe hesaplarına kaydedilebilmektedir (Bacak & Köse, 2025; Holmes & Douglass, 2022). Bu sayede veri girişinde insan kaynaklı hatalar azaltılırken işlem süreleri önemli ölçüde kısalmakta ve muhasebe personelinin daha fazla katma değer üreten faaliyetlere odaklanmasına imkân tanınmaktadır.

Belge işleme süreçlerinde de yapay zekâ teknolojileri önemli kolaylıklar sağlamaktadır. Geleneksel yöntemlerde manuel olarak kontrol edilen faturalar, irsaliyeler, sözleşmeler ve diğer finansal dokümanlar, yapay zekâ destekli sistemler aracılığıyla içeriklerine göre analiz edilmekte, eksik veya tutarsız bilgiler otomatik olarak tespit edilebilmekte ve ilgili iş akışlarına yönlendirilebilmektedir (Özçetin, 2025). Bu durum, belge yönetiminde hız ve doğruluğu artırırken işletmelerin dijital arşivleme ve bilgi yönetimi süreçlerini de daha etkin hâle getirmektedir.

Denetim faaliyetleri yapay zekânın önemli katkı sağladığı alanlardan bir diğeri olarak öne çıkmaktadır. Geleneksel denetim yaklaşımında örnekleme yöntemleri yaygın olarak kullanılırken, yapay zekâ destekli denetim araçları çok büyük hacimdeki finansal verileri kısa sürede analiz edebilmekte, olağan dışı işlemleri belirleyebilmekte ve olası hata veya usulsüzlüklere ilişkin risk göstergelerini ortaya çıkarabilmektedir (Sevin, 2024; Genaro-Moya vd., 2025). Böylece denetim süreçlerinin etkinliği artarken, denetçilerin daha çok risk değerlendirmesi, mesleki muhakeme ve bulguların yorumlanmasına odaklanmaları mümkün hâle gelmektedir (Özdemir & Yelboğa, 2025).

Vergi uygulamaları yapay zekâ tabanlı sistemlerin giderek daha fazla kullanıldığı alanlardan bir diğeridir. Vergi mevzuatındaki değişikliklerin izlenmesi, beyanname hazırlama süreçlerinin otomatikleştirilmesi, vergi hesaplamalarının doğrulanması ve olası vergi risklerinin önceden belirlenmesi gibi işlemler yapay zekâ uygulamaları sayesinde daha hızlı ve güvenilir şekilde gerçekleştirilebilmektedir (Kaplan Dönmez, 2025; Belahouaoui & Attak, 2024). Bu gelişmeler hem mükelleflerin uyum maliyetlerini azaltmakta hem de vergi uygulamalarında hata riskinin azaltılmasına katkı sağlamaktadır.

Finansal raporlama süreçleri de dijital dönüşümün önemli ölçüde etkilediği alanlar arasındadır. Yapay zekâ destekli sistemler, farklı kaynaklardan elde edilen finansal verileri eş zamanlı olarak analiz ederek raporların hazırlanmasını hızlandırmakta, veri tutarlılığını kontrol etmekte ve karar vericilere daha anlamlı finansal bilgiler sunmaktadır. Bunun yanında, finansal raporların yalnızca geçmiş dönem performansını yansıtan belgeler olmaktan çıkarak geleceğe yönelik öngörüleri destekleyen dinamik karar araçlarına dönüşmesinde de yapay zekâ önemli bir rol üstlenmektedir (Kantarcı & Uzay, 2025; Kokina & Davenport, 2017).

Yapay zekânın muhasebe alanındaki en önemli etkilerinden biri de karar destek sistemlerinin gelişmesine sağladığı katkıdır. Yapay zekâ destekli analiz araçları, büyük miktardaki finansal veriyi anlamlı bilgilere dönüştürerek yöneticilerin stratejik karar alma süreçlerini desteklemektedir. Muhasebe meslek mensupları ise bu süreçte yalnızca finansal bilgiyi hazırlayan kişiler olmaktan çıkarak, üretilen bilgiyi yorumlayan, alternatif senaryoları değerlendiren ve işletme yönetimine danışmanlık sağlayan kişiler hâline gelmektedir (Abdioğlu ve Daştan, 2024; Boritz & Stratopoulos, 2023). Bu dönüşüm, muhasebe mesleğinin geleceğinde teknik işlemlerden ziyade analitik düşünme, yorumlama ve stratejik karar desteği sunma fonksiyonlarının daha fazla önem kazanacağını göstermektedir.

Sonuç olarak yapay zekâ, muhasebe mesleğinde yalnızca teknolojik araçların değişmesini ifade eden bir yenilik değil, aynı zamanda iş süreçlerini, mesleki rolleri ve değer üretme biçimlerini yeniden şekillendiren kapsamlı bir dijital dönüşüm sürecini ifade etmektedir. Bu dönüşüm, muhasebe meslek mensuplarının görev tanımlarını yeniden biçimlendirirken, gelecekte başarılı olabilmeleri için sahip olmaları gereken yetkinliklerin de değişmesini gerektirmektedir. Dolayısıyla yapay zekânın muhasebe mesleğine etkisi yalnızca otomasyon perspektifinden değil, aynı zamanda mesleki yetkinliklerin dönüşümü açısından da değerlendirmek gerekir.

2. YAPAY ZEKÂNIN MUHASEBE MESLEK MENSUPLARININ YETKİNLİKLERİNE ETKİSİ

Yapay zekâ teknolojilerinin muhasebe mesleğinde yaygınlaşması, yalnızca iş süreçlerini dönüştürmekle kalmayıp, aynı zamanda muhasebe meslek mensuplarından beklenen yetkinlikleri de yeniden şekillendirmektedir. Geçmişte teknik muhasebe bilgisi ve mevzuata hâkimiyet mesleki yeterliliğin temel göstergeleri olarak kabul edilirken, dijital dönüşüm süreciyle birlikte günümüzde teknoloji odaklı bilgi ve beceriler de mesleki yetkinliğin ayrılmaz bir parçası hâline gelmiştir. Artık muhasebe meslek mensuplarının yalnızca finansal bilgiyi doğru şekilde kaydedebilen kişiler olmaları yeterli görülmemekte; aynı zamanda dijital teknolojileri etkin kullanabilen, yapay zekâ destekli sistemlerden elde edilen çıktıları yorumlayabilen, veri odaklı düşünebilen ve değişen teknolojilere uyum sağlayabilen bireyler olmaları beklenmektedir. Bu çerçevede yapay zekânın muhasebe meslek mensupları üzerindeki etkisi teknik, analitik, sosyal ve etik boyutlarda değerlendirilebilecek çok yönlü bir yetkinlik dönüşümünü beraberinde getirmektedir.

2.1. Teknik Yetkinlikler

Yapay zekâ teknolojilerinin muhasebe süreçlerine entegrasyonu, muhasebe meslek mensuplarından beklenen teknik yetkinliklerin kapsamını önemli ölçüde genişletmektedir. Geleneksel olarak muhasebe bilgisi ve mevzuata hâkimiyet teknik yeterliliğin temel unsurları olarak kabul edilirken, günümüzde bu yeterliliklere dijital okuryazarlık, veri analitiği, bütünleşik bilgi sistemlerini etkin kullanabilme ve yapay zekâ destekli uygulamalardan yararlanabilme becerileri de eklenmektedir. Bu doğrultuda teknik yetkinlik, yalnızca teknolojiyi kullanabilme değil, aynı zamanda teknolojiyi mesleki süreçlere doğru şekilde entegre edebilme kapasitesini ifade etmektedir.

Muhasebe meslek mensuplarının dijital okuryazarlık düzeylerinin gelişmesi, elektronik belge yönetimi, bulut tabanlı muhasebe yazılımları ve ERP sistemleri gibi dijital platformlardan etkin şekilde yararlanabilmeleri açısından önem taşımaktadır. Bunun yanında, yapay zekâ destekli sistemlerin ürettiği büyük miktardaki finansal verileri analiz edebilme ve anlamlı bilgilere dönüştürebilme becerisi de teknik yetkinliklerin ayrılmaz bir parçası hâline gelmektedir. Günümüzde yapay zekâ araçlarının muhasebe uygulamalarında kullanılmaya başlanması, bu

teknolojilerden elde edilen çıktıları değerlendirebilen ve doğruluğunu mesleki muhakeme ile analiz edebilen meslek mensuplarına olan ihtiyacı artırmaktadır. Bu nedenle geleceğin muhasebe meslek mensuplarının yalnızca muhasebe bilgisine sahip olmaları değil, dijital teknolojileri etkin, eleştirel ve bilinçli şekilde kullanabilmeleri de mesleki başarının temel belirleyicilerinden biri olacaktır (Katkat Özçelik vd., 2025; Odoh vd., 2018).

2.2. Analitik ve Stratejik Yetkinlikler

Yapay zekâ teknolojilerinin muhasebe süreçlerinde yaygın olarak kullanılmaya başlanması, muhasebe meslek mensuplarının yalnızca finansal bilgiyi üreten değil, aynı zamanda bu bilgiyi analiz eden ve stratejik kararlara dönüştüren kişiler olmalarını gerektirmektedir. Bu dönüşüm, finansal analiz, karar verme, problem çözme ve risk değerlendirme gibi analitik yetkinliklerin önemini artırmaktadır. Dolayısıyla muhasebe meslek mensuplarının rekabet avantajı, rutin işlemleri gerçekleştirme becerisinden ziyade verileri anlamlandırma ve yönetsel karar süreçlerine katkı sunma kapasiteleriyle ölçülecektir.

Finansal analiz yetkinliği, yapay zekâ destekli sistemler tarafından üretilen büyük hacimli verilerin işletme hedefleri doğrultusunda yorumlanmasını ifade etmektedir. Bunun yanında, alternatif çözüm önerileri geliştirebilme, olası riskleri önceden değerlendirebilme ve değişen ekonomik koşullara uygun stratejik kararlar alınmasına katkı sağlayabilme becerileri de geleceğin muhasebe meslek mensupları açısından önemli yetkinlikler arasında yer almaktadır (Allahverdi vd., 2021). Yapay zekâ veriyi hızlı ve doğru biçimde işleyebilse de, elde edilen sonuçların işletmenin sektörel yapısı, stratejik hedefleri ve çevresel koşulları dikkate alınarak değerlendirilmesi hâlen insan muhakemesini gerekli kılmaktadır. Bu nedenle analitik düşünme ve stratejik bakış açısı, yapay zekâ çağında muhasebe meslek mensuplarının işletmelere sağlayacağı katma değerin temel belirleyicilerinden biri olacaktır (Serçemeli, 2018).

2.3. Sosyal ve İletişim Yetkinlikleri

Yapay zekâ teknolojilerinin rutin muhasebe işlemlerini büyük ölçüde otomatikleştirmesi, danışmanlık, etkili iletişim, takım çalışması ve liderlik gibi sosyal yetkinliklerin önemini artırmaktadır. Günümüzde muhasebe meslek mensuplarından yalnızca doğru finansal bilgi üretmeleri değil, aynı zamanda bu bilgiyi farklı paydaşlara anlaşılır biçimde aktarabilmeleri ve işletme yönetimine değer katan öneriler sunabilmeleri beklenmektedir.

Danışmanlık rolünün güçlenmesiyle birlikte muhasebe meslek mensuplarının müşteri ihtiyaçlarını doğru analiz edebilmesi, güvene dayalı iletişim kurabilmesi ve farklı disiplinlerden ekiplerle iş birliği içinde çalışabilmesi kritik bir yetkinlik hâline gelmektedir. Ayrıca dijital dönüşüm süreçlerinin yönetilmesinde değişime öncülük edebilen, ekipleri yönlendirebilen ve yenilikçi çözümleri destekleyen liderlik becerileri de önem kazanmaktadır. Yapay zekâ veri üretebilir ve analiz süreçlerini destekleyebilir; ancak güven inşa etme, ikna etme, empati kurma ve etkili iletişim gibi insana özgü yetkinlikler, geleceğin muhasebe meslek mensuplarını farklılaştıran temel unsurlar olmaya devam edecektir.

2.4. Etik ve Mesleki Yetkinlikler

Yapay zekâ teknolojilerinin muhasebe süreçlerinde yaygınlaşması, teknik ve analitik yetkinliklerin yanı sıra etik ve mesleki yetkinliklerin de önemini artırmaktadır. Muhasebe meslek mensupları, yapay zekâ destekli sistemlerden elde edilen bilgilerin doğruluğunu değerlendirme, veri güvenliğini sağlama ve mesleki etik ilkeler doğrultusunda hareket etme sorumluluğunu taşımaya devam etmektedir. Bu nedenle yapay zekâ, mesleki muhakemenin yerine geçen bir unsur olarak değil, etik ilkeler çerçevesinde yönetilmesi gereken bir karar destek aracı olarak değerlendirilmelidir.

Dijitalleşmeyle birlikte finansal ve kişisel verilerin korunması, yapay zekâ uygulamalarında şeffaflığın sağlanması ve algoritmalar tarafından üretilen sonuçların sorgulanabilir olması, muhasebe meslek mensuplarının temel etik sorumluluklarını daha da artırmıştır (Bellikli, 2024). Bunun yanında, yapay zekâ tarafından oluşturulan analiz ve önerilerin eleştirel bir bakış açısıyla değerlendirilmesi, olası hata ve yanlışlıkların fark edilmesi ve nihai

kararların mesleki muhakeme doğrultusunda verilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda etik değerlere bağlılık, hesap verebilirlik ve şeffaflık ilkeleri, yapay zekâ çağında muhasebe meslek mensuplarının güvenilirliğini ve mesleki itibarını koruyan temel yetkinlikler arasında yer almaktadır.

2.5. Sürekli Öğrenme ve Uyum Yetkinliği

Yapay zekâ teknolojilerinin sürekli gelişmesi ve muhasebe uygulamalarında hızla yaygınlaşması, muhasebe meslek mensuplarının bilgi ve becerilerini düzenli olarak güncellemelerini zorunlu hâle getirmektedir. Bu nedenle yaşam boyu öğrenme anlayışı, yeni teknolojilere uyum sağlayabilme ve mesleki gelişimi sürdürebilme, geleceğin muhasebe meslek mensupları için temel yetkinlikler arasında yer almaktadır. Mesleki bilgi birikiminin korunmasının yanı sıra dijital dönüşümün gerektirdiği yeni uygulamaları takip edebilme ve bunları çalışma süreçlerine entegre edebilme becerisi, değişen iş ortamında rekabet avantajı sağlayan önemli unsurlardan biridir.

Sürekli öğrenme kültürünü benimseyen muhasebe meslek mensupları, yapay zekâ destekli uygulamaları daha etkin kullanabilmekte, değişen mevzuat ve teknolojik gelişmelere daha hızlı uyum sağlayabilmekte ve işletmelere daha nitelikli danışmanlık hizmeti sunabilmektedir. Bu doğrultuda meslek örgütleri, üniversiteler ve sürekli mesleki eğitim programlarının dijital yetkinlikleri destekleyen eğitim içeriklerini yaygınlaştırması büyük önem taşımaktadır. Sonuç olarak yapay zekâ çağında mesleki başarının sürdürülebilirliği, yalnızca mevcut bilgi ve becerilere değil, öğrenmeye açıklık ve değişime uyum sağlayabilme kapasitesine de bağlıdır (Marşap vd., 2023).

3. YAPAY ZEKÂ ÇAĞINDA MUHASEBE MESLEK MENSUPLARI İÇİN YETKİNLİK DÖNÜŞÜM MODELİ

Bu çalışmada ele alınan değerlendirmeler doğrultusunda, yapay zekâ teknolojilerinin muhasebe meslek mensupları üzerinde oluşturduğu dönüşümü bütüncül bir bakış açısıyla açıklayabilmek amacıyla Muhasebe Meslek Mensupları İçin Yapay Zekâ Yetkinlik Dönüşüm Modeli (YZ-YDM) önerilmektedir. Model, yapay zekâ kullanımının yalnızca teknik becerilerin geliştirilmesini gerektiren bir süreç olmadığını; aynı zamanda analitik düşünme, etik farkındalık ve sürekli öğrenme kültürüyle desteklenen çok boyutlu bir yetkinlik dönüşümünü ifade ettiğini varsaymaktadır. Bu model Şekil 1'de gösterilmiştir.

Şekil 1. Muhasebe Meslek Mensupları İçin Yapay Zekâ Yetkinlik Dönüşüm Modeli

Kaynak: Yazar tarafından verilen bilgiler doğrultusunda yapay zekâ aracı ile üretilmiştir.

Önerilen modele göre dönüşümün başlangıç noktası, yapay zekâ destekli muhasebe ekosistemidir. Bu ekosistem, muhasebe meslek mensuplarının öncelikle dijital teknolojileri etkin kullanabilmelerini sağlayacak teknik yetkinlikleri geliştirmelerini zorunlu kılmaktadır. Ancak teknik yeterlilik tek başına mesleki değer üretmek için yeterli değildir. Yapay zekâ sistemlerinden elde edilen bilgilerin analiz edilmesi, yorumlanması ve yönetsel karar süreçlerine katkı sağlayacak çıktılara dönüştürülmesi analitik ve stratejik yetkinlikleri ön plana çıkarmaktadır.

Modelin etik ve mesleki yetkinlikler katmanı, yapay zekâ destekli sistemlerden elde edilen sonuçların güvenilirliğinin değerlendirilmesi, veri güvenliğinin korunması, mesleki muhakemenin sürdürülmesi ve şeffaflık ilkelerine bağlı kalınması, teknolojik dönüşümün sürdürülebilirliği açısından kritik önem taşımaktadır. Bu nedenle etik ilkeler, modelde diğer tüm yetkinlik alanlarını yönlendiren temel bir denge unsuru olarak ele alınabilir.

Modelin bir diğer katmanında ise sürekli öğrenme ve uyum yeteneği yer almaktadır. Yapay zekâ teknolojilerinin sürekli gelişen yapısı dikkate alındığında, teknik, analitik ve etik yetkinliklerin korunabilmesi ancak yaşam boyu öğrenme anlayışının benimsenmesiyle mümkün olabilecektir. Sürekli öğrenme, modelde diğer tüm yetkinlik alanlarının gelişimini destekleyen ve dönüşümün sürekliliğini sağlayan dinamik bir unsur olarak değerlendirilmektedir.

Sonuç olarak önerilen YZ-YDM, muhasebe meslek mensuplarının gelecekte sahip olması gereken yetkinlikleri birbirinden bağımsız beceriler olarak değil, birbirini tamamlayan ve sürekli etkileşim içinde bulunan bütünleşik bir yapı olarak ele almaktadır. Bu yönüyle model, yapay zekâ çağında muhasebe mesleğinin yalnızca dijitalleşen süreçlerini değil, aynı zamanda meslek mensuplarının değişen rollerini ve değer üretme biçimlerini açıklayan kavramsal bir çerçeve sunmaktadır.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapay zekâ teknolojilerindeki hızlı gelişim, muhasebe mesleğinde yalnızca kullanılan araçları değil, meslek mensuplarından beklenen değer üretme biçiminlerini de dönüştürmektedir. Bu dönüşüm, muhasebe meslek mensuplarının rutin işlemleri gerçekleştiren uygulayıcılar olmaktan ziyade, finansal bilgiyi analiz eden, yorumlayan, stratejik karar süreçlerine katkı sunan ve etik sorumluluk bilinciyle hareket eden kişiler olarak hareket etmelerini gerekli kılmaktadır. Bu bağlamda, gelecekte muhasebe meslek mensuplarını farklılaştıracak unsurun yalnızca teknik muhasebe bilgisi değil, teknoloji ile insan muhakemesini bütünleştirebilen çok boyutlu yetkinlikler olacağı değerlendirilmektedir.

Bu çalışmada önerilen **Muhasebe Meslek Mensupları İçin Yapay Zekâ Yetkinlik Dönüşüm Modeli (YZ-YDM)**, yapay zekâ çağında ihtiyaç duyulan yetkinlikleri bütüncül bir bakış açısıyla ele alarak teknik, analitik, etik ve sürekli öğrenme boyutlarını birbirini tamamlayan bir yapı içerisinde değerlendirmektedir. Model, teknolojik gelişmeler karşısında insan unsurunun önemini koruduğunu; aksine teknolojinin etkin ve güvenilir kullanılabilmesi için nitelikli insan kaynağına olan ihtiyacın daha da arttığını ortaya koymaktadır. Bu yönüyle önerilen modelin, muhasebe meslek mensuplarının yetkinliklerinin geliştirilmesine yönelik eğitim programlarına, meslek örgütlerinin sürekli eğitim faaliyetlerine ve gelecekte yapılacak akademik çalışmalara kavramsal bir çerçeve sunabileceği düşünülmektedir.

Sonuç olarak yapay zekâ, muhasebe mesleğinin alternatifi değil, dönüşümünü hızlandıran güçlü bir teknolojik araçtır. Ancak bu dönüşümün başarısı, teknolojinin gelişim hızından çok, muhasebe meslek mensuplarının değişime uyum sağlama ve kendilerini sürekli geliştirme kapasitesine bağlı olacaktır. Geleceğin başarılı muhasebe meslek mensubu; yapay zekâyı kullanan değil, onu anlayan, sorgulayan, yöneten ve ürettiği bilgiyi etik ilkeler doğrultusunda işletmeler için değere dönüştürebilen kimseler olacaktır.

KAYNAKLAR

Abdioğlu, H., & Daştan, A. (2024). Finansal Bilginin Niteliksel Özellikleri ve Mesleki Yetkinlikler Kapsamında Muhasebe Mesleği ve Yapay Zekâ Etkileşimi. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, *104*, 1-26. https://doi.org/10.25095/mufad.1485462

Akbaş, M., & Altunışık, R. (2025). Dijital Dönüşümün Meslekler Üzerindeki Etkileri: Geleceğin Meslekleri ve Gerekli Yetkinlikler. *Yönetim Bilimleri Dergisi*, *23*(55), 82-113. https://doi.org/10.35408/comuybd.1462900

Akın, S., & Tanç, A. (2025). Muhasebe Eğitiminde Sürdürülebilirlik ve Yapay Zekâ Üzerine Yapılan Çalışmaların Bibliyometrik Analizi. *Marmara Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Dergisi*, *Türkiye Muhasebe Eğitim Sempozyumu Özel Sayısı*, 65-82. https://doi.org/10.14780/muiibd.1760570

Allahverdi, M., Alagöz, M., & Alagöz, A. (2021). Muhasebe Mesleğinin Değişen Doğasında Yetkinlik Kavramı. *Muhasebe ve Denetime Bakış*, *21*(63), 139-158. https://izlik.org/JA38RE86HG

Bacak, S., & Köse, Ö. (2025). Yapay Zekâ Tabanlı Muhasebe Yazılımlarının Etkinliği ve Güvenliği. *Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, *7*(2), 25-41. https://doi.org/10.46482/ebyuiibfdergi.1765018

Belahouaoui, R. ve Attak, E.H. (2024). Digital Taxation, Artificial Intelligence and Tax Administration 3.0: Improving Tax Compliance Behavior-A Systematic Literature Review Using Textometry (2016-2023). *Accounting Research Journal, 37(2),* 172-191.

Bellikli, U. (2024). Muhasebede Yapay Zekâ Kullanım Etiği. Muhasebe Enstitüsü Dergisi, 0(71), 1-11. https://doi.org/10.26650/MED.1490433

Boritz, J. E. & Stratopoulos, T. C. (2023). AI and the accounting profession: views from ındustry and academia. *Journal of Information Systems, 37(3),* 1–9.

Bygren, K., (2016). *The Digitalization Impact On Accounting Firms Business Models,* Master Of Science Thesis, KTH Industrial Engineering and Management, Stockholm.

Erturan, İ. E. (2025). Dijitalleşmenin Muhasebeye Yansımaları: Bibliyometrik Analiz Yoluyla Bir Literatür Haritası. *Denetişim*, *33*, 160-177. https://doi.org/10.58348/denetisim.1697450

Genaro-Moya, D., López-Hernández, A. M., & Godz, M. (2025). Artificial intelligence and public sector auditing: Challenges and opportunities for supreme audit institutions. *World, 6(2),* 78.

Gökbulut Kazan, H. (2025). Yapay Zekânın Muhasebe Mesleğinde Kullanımına İlişkin Destekleyici ve Dışlayıcı Yaklaşım: Aydın İli Mali Müşavirlerinin Kaygıları Perspektifinden Bir İnceleme. *Muhasebe ve Denetime Bakış*, *25*(75), 193-219. https://doi.org/10.55322/mdbakis.1637723

Holmes, A. F., & Douglass, A. (2022). Artificial intelligence: Reshaping the accounting profession and disruptions in accounting education. *Journal of Emerging Technologies in Accounting, 19(1),* 53-68. https://doi.org/10.1111/1911-3838.12240

Kagermann, H., Wahlster, W. ve Helbig, J. (2013). *Securing The Future Of German Manufacturing İndustry Recommendations For İmplementing* The Strategic İnitiative INDUSTRIE 4.0, Final Report Of The Industrie 4.0 Working Group.

Kantarcı, N., & Uzay, Ş. (2025). Yapay Zekâ, Blok Zinciri ve Diğer Yeni Teknolojilerin Hileli Finansal Raporlamanın Tespitine Etkisi: Nitel Bir Analiz. *Muhasebe Ve Finansman Dergisi*, *107*, 1-28. https://doi.org/10.25095/mufad.1685967

Kaplan Dönmez, N. F. (2025). Vergi Denetiminde Yapay Zekânın Rolü ve Uygulama Alanları. *JOEEP: Journal of Emerging Economies and Policy*, *10*(2), 300-325. https://izlik.org/JA23DB84SF

Karayiğit Kiriktir, T. (2026). Muhasebe Alanında Yapay Zekâ ve Otomasyon: Bibliyometrik Bir Analiz. *Muhasebe ve Denetime Bakış*, *25*(77), 107-128. https://doi.org/10.55322/mdbakis.1695727

Katkat Özçelik, M., Öztürk, Z., & Alibaş, T. (2025). Muhasebe Meslek Mensuplarının Dijitalleşme ve Yapay Zekâ Teknolojisini Algılama ve Uygulama Düzeylerinin Araştırılması. *Muhasebe ve Denetime Bakış*, *25*(76), 133-156. https://doi.org/10.55322/mdbakis.1659307

Kokina, J. & Davenport, T. H. (2017). The emergence of artificial intelligence: How automation is changing auditing. *Journal of Emerging Technologies in Accounting, 14(1),* 115–122.

Kottara, C., Kavalieraki-Foka, D. & Asonitou, S. (2026). Artificial intelligence and the redefinition of the accounting profession, *Journal of Accounting, Business and Finance Research, 22(1),* 40-47.

Marşap, B., Demirel, B.L. & Altınay, A. (2023). Geleceğin İşleri ve Meslekleri Perspektifinden Muhasebe Eğitiminin Değerlendirilmesi. *Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi Dergisi*, *58*(4), 3397-3415. https://doi.org/10.15659/3.sektor-sosyal-ekonomi.23.12.2303

Odoh, L. C., Silas, C. E., Ugwuanyi, U. B., & Chukwuani, N. V. (2018). Effect of artificial intelligence on the performance of accounting operations among accounting firms in South East Nigeria. *Asian Journal of Economics, Business and Accounting, 7(2),* 1–11.

Özçetin, N. (2025). Yapay Zekâ Destekli Adli Muhasebe Uygulamaları: Kavramsal Bir Çerçeve. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, *34*(Uygarlığın Dönüşümü: Yapay Zekâ), 192-214. https://doi.org/10.35379/cusosbil.1687013

Özdemir, H., & Yelboğa, A. (2025). Yapay Zekâ Destekli Denetimin Kamu Harcamalarındaki Rolü: Sayıştay Örneği. *Sayıştay Dergisi*, *36*(139), 771-802. https://doi.org/10.52836/sayistay.1793520

Serçemeli, M. (2018). Muhasebe ve Denetim Mesleklerinin Dijital Dönüşümünde Yapay Zekâ, *Electronic Turkish Studies, 13(30),* 369-386, https://doi.org/10.7827/TurkishStudies.14373

Sevin, A. (2024). Yapay zekâ destekli denetim: Potansiyeller ve engeller. A. Alaybeyoğlu (Ed.), *Bilgisayar bilimlerinde ve mühendisliğinde öncü ve yenilikçi çalışmalar* (ss. 6–26). All Sciences Academy.

Ülker, Y., & Eker, S. (2024). Dijitalleşme Uygulamalarının Muhasebe Bilgi Sistemi Üzerine Etkilerinin Değerlendirilmesi. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, *9*(18), 320-345. https://doi.org/10.54831/vanyyuiibfd.1581204

Yakut, M. Ş. (2026). Yapay Zekâ Destekli Sistemler ve Muhasebe Uygulamaları İlişkisi. *Uluslararası Yönetim Akademisi Dergisi*, *9*(2). https://doi.org/10.33712/mana.1850509

DİJİTAL DÖNÜŞÜMDE YENİ BİR YAKLAŞIM OLARAK STİL SENTEZ MODELİ: KURAMSAL ÇERÇEVE VE YÖNETSEL PERSPEKTİF

Dr. Öğr. Üyesi, İbrahim FIRAT

Batman Üniversitesi, İşletme, ibrahim.firat@batman.edu.tr, 0000-0001-6102-7176

Özet

Dijital dönüşüm, çağdaş iş dünyasında işletmelerin sürdürülebilir rekabet üstünlüğü elde etmesi, operasyonel verimliliği artırması ve pazar varlığını koruması adına stratejik bir zorunluluk haline gelmiştir. Ancak uluslararası literatürde kabul gören mevcut dijital olgunluk modelleri genellikle devasa bütçelere ve gelişmiş bilgi teknolojileri altyapılarına sahip çok uluslu şirketler odağında geliştirilmektedir. Ayrıca, yaygın olarak kullanılan değerlendirme ölçekleri sıklıkla çalışanların öznel algılarına ve sübjektif beyanlarına dayanmaktadır. Bu durum, hem küresel hem de ulusal ekonominin omurgasını oluşturan KOBİ'ler ile mikro işletmeler açısından uygulanabilir, esnek, düşük maliyetli ve somut iş fonksiyonlarını nesnel metriklerle ölçen bir dönüşüm yol haritasının eksikliğini doğurmaktadır.

Kavramsal ve analitik bir yaklaşımla kurgulanan bu araştırmada; dijital dönüşümün tarihsel gelişimi ve olgunluk modelleri incelendikten sonra, dönüşümün stratejik yönetim, örgütsel değişim, çalışan uyumu, liderlik ve örgütsel yetkinliklerle olan etkileşimi bütünsel bir çerçevede değerlendirilmektedir. Bu doğrultuda çalışma, küresel ölçekte kabul görmüş Vial, Westerman ve Deloitte gibi makro çerçeveler ile ulusal ampirik yazını sentezleyen özgün bir yaklaşım sunmaktadır. Araştırma kapsamında; Strateji, Teknoloji, İnsan ve Liderlik boyutlarını entegre bir yapıda bir araya getiren "STİL Sentez Modeli" önerilmiştir. Model, işletmelerin dijitalleşme süreçlerini sadece teknik bir donanım aktarımı olarak değil; stratejik hizalama, beşeri değişim yönetimi ve vizyoner liderlik katmanlarıyla birlikte ele alan yönetsel bir çerçeve çizmektedir.

Elde edilen kuramsal ve sentez dayanaklı bulgular; vizyoner dijital liderlik ve doğru konumlandırılmış bir dijital iş stratejisinin, kısıtlı kaynaklarla dahi operasyonel süreçleri optimize ettiğini ve müşteri deneyimini sistemli biçimde geliştirebildiğini göstermektedir. Sonuç olarak bu araştırma, gelişmekte olan pazarlardaki KOBİ'ler ve karar vericiler için nesnel esaslara dayanan, ölçeklenebilir ve uygulanabilir bir yönetim rehberi oluşturmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Dijital Dönüşüm, Dijital Olgunluk, STİL Modeli, Kavramsal Sentez, Dijital Liderlik

STIL SYNTHESIZED MODEL AS A NEW APRROACH TO DIGITAL TRANSFORMATION: THEORETICAL FRAMEWORK AND MANAGERIAL PERSPECTIVE

Asst. Prof. Dr., İbrahim FIRAT

Batman University, Business Administration, ibrahim.firat@batman.edu.tr, 0000-0001-6102-7176

Abstract

Digital transformation has become a strategic imperative for businesses in the contemporary corporate world to achieve a sustainable competitive advantage, enhance operational efficiency, and maintain market presence. However, existing digital maturity models widely accepted in international literature are predominantly tailored for multinational enterprises possessing massive budgets and advanced information technology infrastructures. Furthermore, commonly utilized assessment scales frequently rely on employees' subjective perceptions and self-declarations. This situation generates a distinct lack of a flexible, low-cost, and actionable transformation roadmap that evaluates concrete business functions through objective metrics for SMEs and micro-enterprises, which constitute the backbone of both global and national economies.

Framed with a conceptual and analytical approach, this research first examines the historical evolution of digital transformation and digital maturity models, and subsequently evaluates the multifaceted interaction of transformation with strategic management, organizational change, employee adaptation, leadership, and organizational competencies within a holistic framework. Accordingly, the study offers an original approach synthesizing globally recognized macro frameworks such as Vial, Westerman, and Deloitte with national empirical literature. Within the scope of the research, the "STIL Synthesized Model", which integrates Strategy, Technology, Human, and Leadership dimensions into a unified structure, is proposed. The model delineates a managerial framework that addresses digitalization processes not merely as a technical hardware transfer, but alongside essential layers of strategic alignment, human change management, and visionary leadership.

The theoretical and synthesis-driven findings demonstrate that visionary digital leadership and a properly aligned digital business strategy systematically optimize operational processes and improve customer experience, even under limited resource constraints. Consequently, this research establishes an objective-based, scalable, and practical management guide for SMEs and decision-makers in emerging markets.

Keywords: Digital Transformation, Digital Maturity, STIL Model, Conceptual Synthesis, Digital Leadership.

GİRİŞ

Küreselleşmenin hız kazanması, teknolojik yenilikler ve yakın dönemde yaşanan pandemi gibi makro-çevresel şoklar, günümüz iş dünyasını köklü ve geri dönülemez bir yeniden yapılanma sürecine sürüklemiştir (Tunçer, 2011; Şardağ Karabulut, 2022). Geleneksel pazarlama taktikleri, hantal operasyonel yöntemler ve statik yönetim modelleri; hızla dijitalleşen tüketici beklentileri ve pazarların 'überizasyonu' karşısında etkisiz kalmaktadır (Furr ve Shipilov, 2019). Bu dinamik ortamda dijital dönüşüm, yalnızca teknik bir yazılım güncellemesi değil; örgütün stratejisini, yapısını, kültürünü ve nihai değer yaratma mekanizmalarını kökten değiştiren stratejik bir örgütsel değişim süreci olarak ele alınmalıdır (Vial, 2019).

1. KURAMSAL ÇERÇEVE

2.1. Dijital Dönüşüm

Dijital dönüşüm konusunun kuramsal açıdan doğru kavranabilmesi için literatürde sıklıkla karıştırılan üç temel kavramın net bir şekilde ayrıştırılması gerekmektedir (Savic, 2019):

Sayısallaştırma (Digitization): Analog veya fiziksel verilerin bilgisayar sistemlerince işlenebilir dijital formatlara aktarılması teknik sürecidir (Pakdemirli, 2019).

Dijitalleşme (Digitalization): Mevcut iş süreçlerinin ve operasyonel akışların dijital araçlar yardımıyla otomatikleştirilmesi ve iyileştirilmesidir (Westerman vd., 2011).

Dijital Dönüşüm (Digital Transformation): Teknolojinin işletmenin tüm fonksiyonlarına, çalışma modellerine, örgütsel yapısına ve kültürüne entegre edilerek radikal değer yaratılmasıdır (Vial, 2019; Klein, 2020).

2.2. Dijital Dönüşümün Tarihsel Evrimi ve Endüstri 4.0

Tarihsel evrim incelendiğinde sürecin üç temel evreden geçtiği görülmektedir (Riedl vd., 2017). 1970'lerde kişisel bilgisayarların kullanımıyla başlayan ilk evre otomasyon odaklıyken; 1990'larda internetin yaygınlaşmasıyla başlayan ikinci evre anlık bilgi paylaşımını küresel hale getirmiştir (Pakdemirli, 2019). Günümüzü şekillendiren Endüstri 4.0 evresinde ise Moore Kanunu'nun tetiklediği mikro işlemci devrimi; yapay zekâ, büyük veri, nesnelerin interneti, bulut bilişim ve siber-fiziksel sistemleri doğurarak teknolojiyi doğrudan stratejinin kalbine yerleştirmiştir (Hazarhun ve Yılmaz, 2020; Yetmen, 2021).

2.3. Küresel Olgunluk Modelleri ve Dijital Liderlik

Literatürdeki öncü olgunluk modelleri, dijital yetkinliklerin örgütsel performans üzerindeki etkisini farklı açılardan ele almaktadır. Westerman vd. (2014) tarafından geliştirilen Dijital Olgunluk Matrisi, teknolojik kapasite ile liderlik vizyonunu harmanlayan 'Dijital Ustalar'ın sektör rakiplerine kıyasla ortalama %26 daha yüksek kârlılık sergilediğini kanıtlamıştır. Vial (2019) ise 282 akademik çalışmayı sentezleyerek, dönüşümün başarısında algılama, yakalama ve dönüştürme boyutlarından oluşan dinamik yeteneklerin kritik rolünü vurgulamıştır (Teece vd., 1997). Ayrıca Forrester DMM 4.0, Deloitte & TM Forum DMM ve Schallmo & Williams (2018) modelleri de olgunluk değerlendirmesinde strateji, kültür ve süreç uyumuna dikkat çekmektedir.

2. YÖNTEM

3.1. Araştırma Deseni

Bu çalışma, nicel veya nitel bir ampirik saha araştırmasından ziyade; alanyazındaki kuramsal modeller ile ampirik bulguların bütünsel biçimde sentezlendiği bir sistematik literatür sentezi ve kavramsal model geliştirme çalışmasıdır.

3.2. İnceleme Kapsamı

Çalışmanın inceleme kapsamını; küresel olgunluk çerçeveleri, uluslararası ampirik çalışmalar ile Türkiye'de gerçekleştirilen ampirik ve kavramsal araştırmalar oluşturmaktadır.

3.3. Sentez ve Analiz Yaklaşımı

Elde edilen alanyazın verileri, tematik ve karşılaştırmalı analiz teknikleriyle tasnif edilmiştir. Farklı disiplinlerden gelen bulgular ve olgunluk boyutları ortak temalar altında gruplandırılarak karşılaştırma matrisleri aracılığıyla incelenmiştir.

3.4. Araştırma Çıktısı

Çalışmanın temel çıktısı; literatürdeki yöntemsel ve kavramsal boşlukları kapatmak amacıyla kurgulanan, KOBİ'ler ve kaynak kısıtı altındaki işletmeler için pratik, bütünsel ve ampirik sınamaya açık STİL (Strateji–Teknoloji–İnsan–Liderlik) Sentez Modeli'dir.

3. LİTERATÜR SENTEZİ VE ARAŞTIRMA BOŞLUKLARI

Mevcut literatürün derinlemesine analizi iki temel kuramsal ve metodolojik boşluğu görünür kılmaktadır:

KOBİ ve Ölçek Uyumsuzluğu: Küresel olgunluk modellerinin büyük bir kısmı devasa bütçelere sahip çok uluslu holdingler odağında tasarlanmıştır (Ayyıldız ve Demir, 2022). Bu durum, gelişmekte olan ekonomilerin bel kemiği olan KOBİ'lerin kısıtlı kaynaklarına uygun, esnek ve düşük maliyetli yol haritalarına erişimini zorlaştırmaktadır.
Öznel Ölçüm Bağımlılığı: Mevcut dijital hazırlık ölçeklerinin çoğunluğu çalışan ve yöneticilerin sübjektif anket algılarına dayanmakta; somut departman verilerini ve iş fonksiyonlarını ölçmekte yetersiz kalmaktadır (Şener vd., 2022; Ayyıldız ve Demir, 2022).
Türkiye alanyazınında Şener vd. (2022) tarafından geliştirilen 5 boyutlu 'Dijital Olgunluk İndeksi' ile Ayyıldız ve Demir'in (2022) nesnel ölçüm araçlarına yönelik çağrısı, literatürdeki yöntemsel gelişim ihtiyacını açıkça teyit etmektedir. Ayrıca literatürde teknoloji, strateji, insan ve liderlik boyutlarının parçalanmış bir yapıda ele alınması, bütünleşik ve anlaşılır bir yönetsel çerçevenin geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır.

4. ÖNERİLEN MODEL: STİL

Belirlenen araştırma boşluklarından hareketle; literatürde tekrar eden temel boyutları sadeleştiren ancak aralarındaki karşılıklı bağı koruyan bütünleşik Strateji–Teknoloji–İnsan–Liderlik (STİL) Sentez Modeli önerilmektedir. STİL Modeli, yeni kavramsal değişkenler üretmek yerine, dağınık alanyazını dört temel bütünleştirici eksen etrafında sınıflandıran kavramsal bir çerçevedir.

STİL Modelinin temel varsayımı, dönüşüm başarısının bu dört boyuttan birinin tek başına varlığıyla değil, bileşenlerin karşılıklı tamamlayıcılığı ve etkileşimiyle sağlanacağıdır:

Strateji (S): Dijital iş stratejisinin oluşturulmasını, değer yaratma hedeflerini ve iş modeli dönüşümünü ifade eder. Teknolojinin hangi amaçla ve hangi örgütsel çıktıyı üretmek üzere kullanılacağını belirler (Kane vd., 2015; Kumru ve Kasımoğlu, 2022).
Teknoloji (T): Dijital altyapı, veri analitiği, yapay zekâ, otomasyon ve bulut çözümlerini kapsar. Teknoloji nihai amaç değil, stratejik hedefleri gerçekleştiren bir araç konumundadır (Gill ve VanBoskirk, 2016; Schatsky ve Gurumurthy, 2019).
İnsan (İ): Çalışanların dijital yetkinliklerini, değişim direncini, ADKAR değişim modeline uyumunu, örgütsel değişim sinizminin önlenmesini ve esnek dijital kültürü kapsar (Hiatt, 2006; Şardağ Karabulut, 2022; Ayar ve Yıldız, 2023).
Liderlik (L): Strateji, teknoloji ve insan bileşenlerini koordine eden yönetsel kapasitedir. Vizyon oluşturma, kaynak tahsisi ve örgütsel öğrenmeyi destekleyerek diğer üç boyutun entegrasyonunu sağlar (Westerman vd., 2014; Aksoy, 2024).

Tablo 1. STİL Modelinin Boyutları ve Literatürdeki Dayanakları

Boyut	Temel Kapsam ve Yönetsel İşlev	Alanyazın Dayanakları
Strateji (S)	Dijital iş stratejisi, değer yaratma, iş modeli dönüşümü ve hedeflerle uyumlaştırma.	Westerman vd. (2014), Kane vd. (2015), Kumru ve Kasımoğlu (2022), Klein (2020)
Teknoloji (T)	Dijital altyapı, veri analitiği, bulut bilişim, otomasyon ve yazılım araçları.	Gill ve VanBoskirk (2016), Schatsky ve Gurumurthy (2019), Şener vd. (2022)
İnsan (İ)	Dijital yetkinlik, adaptasyon, değişim yönetimi, tekno-stres ve dijital kültür.	Hiatt (2006), Hemerling vd. (2018), Şardağ Karabulut (2022), Ayar ve Yıldız (2023)
Liderlik (L)	Dijital vizyon, yönetsel orkestrasyon, kaynak tahsisi, koordinasyon v öğrenme	Westerman vd. (2014), Aksoy (2024), Büyükbeşe vd. (2022), Özmen vd. (2020)

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE YÖNETİMSEL ÖNERİLER

Bu çalışma, işletmelerde dijital dönüşümün yalnızca teknoloji yatırımlarına indirgenemeyeceğini; stratejik yönelim, örgütsel değişim, insan kaynağı ve liderlik kapasitesinin karşılıklı etkileşimine dayanan çok boyutlu bir yönetim süreci olduğunu ortaya koymaktadır. Küresel ve ulusal literatürün senteziyle geliştirilen STİL Modeli, parçalanmış haldeki dönüşüm bileşenlerini Strateji, Teknoloji, İnsan ve Liderlik üst temaları altında bütünleştirmektedir.

Çalışmanın pratik ve yönetimsel doğurguları şu şekilde özetlenebilir:

Yöneticilere Öneriler: KOBİ yöneticileri yüksek maliyetli ve karmaşık olgunluk modelleri yerine, işletmelerinin ölçeğine ve stratejik amaçlarına yanıt veren esnek ve ölçeklenebilir dijital çözümlerden işe başlamalıdır.
Liderlik Yaklaşımı: Liderler yalnızca bütçe onaylayan pasif aktörler değil; strateji, teknoloji ve insan arasındaki uyumu orkestre eden aktif dönüşüm yöneticileri olarak hareket etmelidir.
Kuramsal Katkı ve Gelecek Yönelimler: STİL Modeli, literatürdeki dağınık mekanizmaları yalın bir yapıda birleştiren kavramsal bir öneridir. Gelecek araştırmalarda modelin ampirik ölçek geliştirme çalışmalarıyla desteklenmesi ve farklı sektor/işletme büyüklüklerinde nicel olarak sınanması önerilmektedir.

KAYNAKLAR

Aksoy, C. (2024). İşletmelerin dijital dönüşümü ve dijital liderlik yaklaşımı. *Kalite ve Strateji Yönetimi Dergisi, 4*(1), 1–29. https://doi.org/10.56682/ksydergi.1364569

Ayar, M., & Yıldız, D. (2023). Örgütsel değişim sinizminin kurumların dijital dönüşümüne etkisi: İdari personel üzerine bir araştırma. *İktisadi İdari ve Siyasal Araştırmalar Dergisi, 8*(21), 421–442. https://doi.org/10.25204/iktisad.1225672

Ayyıldız, M. E., & Demir, A. O. (2022). Dijital dönüşüm olgunluk seviyesinin ölçülmesine yönelik modellerin incelenmesi. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Girişimcilik Dergisi*, 6(12), 61-80. https://doi.org/10.55830/tje.1165670

Bonnet, D., & Westerman, G. (2021). The new elements of digital transformation. *MIT Sloan Management Review, 62*(2), 82–89. https://sloanreview.mit.edu/article/the-new-elements-of-digital-transformation/

Büyükbeşe, T., Dikbaş, T., Klein, M., & Batuk Ünlü, S. (2022). A study on digital leadership scale (DLS) development. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 19*(2), 740–760. https://doi.org/10.33437/ksusbd.1135540

Deloitte Digital, & TM Forum. (2017). *Digital Maturity Model (DMM): A blueprint for digital transformation*. Deloitte Insights & TM Forum. https://www.tmforum.org/wp-content/uploads/2017/05/DMM-WP-2017-Web.pdf

Furr, N., & Shipilov, A. (2019). Digital doesn't have to be disruptive: The best results can come from adaptation rather than reinvention. *Harvard Business Review, 97*(4), 94–103.

Gill, M., & VanBoskirk, S. (2016). *The digital maturity model 4.0: Benchmarks: Digital business transformation playbook*. Forrester Research. https://www.forrester.com/report/The-Digital-Maturity-Model-40/RES131801

Hazarhun, E., & Yılmaz, Ö. D. (2020). Restoranlarda dijital dönüşüm: Touch restoran örneği. *Gastroia: Journal of Gastronomy and Travel Research, 4*(3), 384–399. https://doi.org/10.32958/gastoria.803143

Hemerling, J., Kilmann, J., Danoesastro, M., Stutts, L., & Ahern, C. (2018). *It's not a digital transformation without a digital culture*. Boston Consulting Group. https://www.bcg.com/publications/2018/not-digital-transformation-without-digital-culture

Hiatt, J. M. (2006). *ADKAR: A model for change in business, government and our community*. Prosci Research.

Kane, G. C., Palmer, D., Phillips, A. N., Kiron, D., & Buckley, N. (2015). *Strategy, not technology, drives digital transformation*. MIT Sloan Management Review & Deloitte University Press. https://sloanreview.mit.edu/projects/strategy-drives-digital-transformation/

Klein, M. (2020). İşletmelerde dijital dönüşüm ve etmenleri. *Journal of Business in The Digital Age*, *3*(1), 24-35. https://doi.org/10.46238/jobda.729499

Kumru, S., & Kasımoğlu, M. (2022). İşletmelerde dijital dönüşümün stratejik yönetimi: Bir alan araştırması. *Bilgi Ekonomisi ve Yönetimi Dergisi*, 17(2), 139-159. https://doi.org/10.54860/beyder.1163107

Pakdemirli, B. (2019). Dijital dönüşüm ve ekonomik büyüme. *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (32), 665–694. https://doi.org/10.14520/adyusbd.571201

Özmen, Ö. N., Eriş, E. D., & Süral Özer, P. (2020). Dijital liderlik çalışmalarına bir bakış. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 25*(1), 57–69.

Savic, D. (2019). From digitization, through digitalization, to digital transformation. *Online Searcher, 43*(1), 36–39.

Schallmo, D. R. A., & Williams, C. A. (2018). *Digital transformation now!: Guiding the successful digitalization of your business model*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-72844-5

Schatsky, D., & Gurumurthy, R. (2019). *Pivoting to digital maturity: Seven capabilities central to digital transformation*. Deloitte Insights. https://www.deloitte.com/us/en/insights/topics/digital-transformation/digital-maturity-pivot-model.html

Şardağ Karabulut, M. (2022). İşletmelerde değişim yönetimi, değişime uyum sağlama ve dijital dönüşüm. İçinde Ş. Karabulut (Ed.), *Bilimsel gelişmeler ışığında yönetim ve strateji araştırmaları* (ss. 13–22). Ekin Yayınevi.

Şener, U., Gökalp, E., & Eren, E. (2022). Dijital olgunluk indeksi: Organizasyonların dijital dönüşüm yolculuğunda verimliliği artırmak için bir kantitatif yöntem. *Verimlilik Dergisi*, 17-29. https://doi.org/10.51551/verimlilik.1002353

Teece, D. J., Pisano, G., & Shuen, A. (1997). Dynamic capabilities and strategic management. *Strategic Management Journal, 18*(7), 509–533. https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0266(199708)18:7%3C509::AID-SMJ882%3E3.0.CO;2-Z

Tunçer, P. (2011). Örgütsel değişim ve liderlik. *Sayıştay Dergisi*, (80), 57–84. https://izlik.org/JA49JA72UJ

TÜBİTAK BİLGEM YTE (2017). Tübitak Dijital Olgunluk Modeli, https://bilgem.tubitak.gov.tr/wp-content/uploads/sites/8/IsletimBakimRehberi-dijital-V2.pdf

Vial, G. (2019). Understanding digital transformation: A review and a research agenda. *The Journal of Strategic Information Systems*, 28(2), 118-144. https://doi.org/10.1016/j.jsis.2019.01.003

Westerman, G., Calmejane, C., Bonnet, D., Ferraris, P., & McAfee, A. (2011). *Digital transformation: A roadmap for billion-dollar organizations*. MIT Center for Digital Business & Capgemini Consulting. https://www.academia.edu/attachments/59266680/download_file

Westerman, G., Bonnet, D., & McAfee, A. (2014). *Leading digital: Turning technology into business transformation*. Harvard Business Review Press.

Yetmen, G. (2021). Lüks moda giyim markalarının dijital dönüşümü. *IBAD Sosyal Bilimler Dergisi*, (10), 161–187. https://doi.org/10.21733/ibad.847841

BİR KAMU HİZMETİ OLARAK KADASTRO: TÜRKİYE'DEKİ HUKUKİ VE KURUMSAL YAPININ KAMU HİZMETİ İLKELERİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Dr. Öğr. Üyesi Mesut KOÇ

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Gölhisar Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu, mesutkoc@mehmetakif.edu.tr, 0000-0002-0231-747X

Özet

Kadastro, taşınmazların geometrik ve hukuki durumlarının belirlenmesi, mülkiyet haklarının güvence altına alınması ve tapu sicilinin oluşturulması bakımından Türkiye'deki taşınmaz mülkiyet sisteminin temel unsurlarından biridir. Bununla birlikte kadastro hizmetinin günümüzdeki işlevi, taşınmaz sınırlarının belirlenmesi ve hak sahiplerinin sicile kaydedilmesiyle sınırlı değildir. Kadastro verilerinin güncel tutulması, mekânsal bilgi sistemlerine güvenilir veri sağlanması, kamu kurumları arasında bilgi paylaşımının geliştirilmesi ve bu verilerin planlama, vergilendirme, kamulaştırma, afet yönetimi ve çevrenin korunması gibi farklı kamu hizmetlerinde kullanılabilmesi, hizmetin kapsamını önemli ölçüde genişletmiştir. Bu çalışma, Türkiye'deki kadastro hizmetlerinin hukuki ve kurumsal yapısını kamu hizmetinin süreklilik, eşitlik ve değişkenlik/uyarlanma ilkeleri açısından değerlendirmeyi amaçlamaktadır.

Araştırma, nitel araştırma yaklaşımı çerçevesinde doküman analizi yöntemiyle yürütülmüştür. Bu kapsamda başta 3402 sayılı Kadastro Kanunu olmak üzere, 5304 sayılı Kanun'la gerçekleştirilen değişiklikler, Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğünün teşkilat ve görevlerine ilişkin hükümler ile kadastro hizmetinin yürütülmesini etkileyen temel düzenlemeler incelenmiştir. İncelemede, hizmetin ülke genelinde kesintisiz ve sürdürülebilir biçimde yürütülmesi süreklilik ilkesi; kişilerin hizmetten ayrım gözetilmeksizin yararlanabilmesi ve mülkiyet hakkının güvence altına alınması eşitlik ilkesi; teknolojik gelişmelere, güncel veri gereksinimine ve değişen toplumsal ihtiyaçlara cevap verebilmesi ise değişkenlik ve uyarlanma ilkesi kapsamında ele alınmıştır.

Çalışmanın bulguları, Türkiye'de kadastro hizmetinin mülkiyetin belirlenmesi ve hukuki güvenliğin sağlanması yönündeki geleneksel işlevlerini koruduğunu, ancak aynı zamanda sayısallaştırma, verilerin güncellenmesi ve mekânsal bilgi üretimi doğrultusunda çok amaçlı bir yapıya dönüştüğünü göstermektedir. Bununla birlikte hizmetin sürekliliğinin sağlanması, bölgesel uygulama farklılıklarının azaltılması, güncelliğini yitiren kadastro verilerinin yenilenmesi ve teknolojik altyapının ülke genelinde dengeli biçimde geliştirilmesi önem taşımaktadır. Sonuç olarak kadastro, yalnızca teknik ve hukuki bir tespit faaliyeti değil; toplumsal ihtiyaçlara uyarlanması gereken sürekli, eşit ve dinamik bir kamu hizmetidir. Çalışma, kadastroyu kamu hizmeti yaklaşımıyla ele alarak arazi yönetimi ve idare hukuku literatürü arasındaki ilişkinin geliştirilmesine katkı sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kadastro, Kamu Hizmeti, Arazi Yönetimi, Mülkiyet, Tapu Sicili

CADASTRE AS A PUBLIC SERVICE: AN EVALUATION OF TÜRKİYE'S LEGAL AND INSTITUTIONAL FRAMEWORK IN TERMS OF PUBLIC SERVICE PRINCIPLES

Assist Prof. Mesut Koç

Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Gölhisar School of Applied Sciences, mesutkoc@mehmetakif.edu.tr, 0000-0002-0231-747X

Abstract

Cadastre is one of the fundamental components of Türkiye's property system, as it determines the geometric and legal status of immovable properties, secures property rights, and provides the basis for establishing the land registry. Today, however, the function of cadastral services is no longer limited to identifying property boundaries and registering right holders. The need to keep cadastral data up to date, provide reliable data for spatial information systems, improve information sharing among public institutions, and enable the use of such data in various public services—including spatial planning, taxation, expropriation, disaster management, and environmental protection—has significantly expanded the scope of cadastral services. This study aims to evaluate the legal and institutional framework of cadastral services in Türkiye in light of the public service principles of continuity, equality, and adaptability.

The study employs document analysis within the framework of a qualitative research approach. In this context, it examines Law No. 3402 on Cadastre, the amendments introduced by Law No. 5304, the provisions governing the organizational structure and duties of the General Directorate of Land Registry and Cadastre, and other principal regulations affecting the provision of cadastral services. The uninterrupted and sustainable delivery of these services throughout the country is considered within the scope of the principle of continuity. Equal access to cadastral services without discrimination and the protection of property rights are evaluated in relation to the principle of equality. The capacity of cadastral services to respond to technological developments, the need for up-to-date data, and changing social and administrative requirements are assessed within the framework of the principle of adaptability.

The findings indicate that cadastral services in Türkiye continue to perform their traditional functions of determining property rights and ensuring legal certainty while simultaneously evolving into a multipurpose structure through digitalization, data updating, and spatial information production. Nevertheless, ensuring service continuity, reducing regional disparities in implementation, renewing outdated cadastral data, and developing technological infrastructure in a balanced manner throughout the country remain important priorities. In conclusion, cadastre should be understood not merely as a technical and legal determination process but also as a continuous, equitable, and dynamic public service that must adapt to changing societal needs. By addressing cadastre from a public service perspective, this study contributes to strengthening the relationship between the fields of land administration and administrative law.

Keywords: Cadastre, Public Service, Land Administration, Property Rights, Land Registry

1. INTRODUCTION

The determination, recording, and reliable maintenance of the boundaries of real estate ownership are of fundamental importance for the functioning of the property system. The cadastre forms the basis for establishing the land registry by determining the geometric and legal status of real estate and enables the spatial definition of property rights. Therefore, the cadastre is an activity that produces legal and administrative results in addition to technical measurement and mapping activities.

The functions attributed to cadastral systems have expanded considerably beyond the traditional task of identifying and recording property rights. Cadastre 2014 anticipated this transformation by emphasizing the development of cadastral systems towards more comprehensive and flexible structures capable of responding to changing societal and technological needs (Kaufmann & Steudler, 1998). Similarly, contemporary land administration approaches consider cadastre as a fundamental information infrastructure supporting a wide range of land-related decisions and public functions rather than merely a system for recording rights in land (Williamson et al., 2010). From this perspective, the cadastral function cannot be regarded as completed once the initial cadastral survey has been carried out. The continued reliability and usability of cadastral information depend on its regular maintenance, updating, and adaptation to changing legal, administrative, and technological requirements. This evolving character of cadastre also provides a basis for examining it not only as a technical and legal system, but as a continuing public service.

This transformation is also reflected in the legal and institutional development of the cadastral system in Türkiye. As a result of the amendment made to the objective article of the Cadastre Law No. 3402 by Law No. 5304 in 2005, the function of "forming the infrastructure of the spatial information system" was added to the objectives of the cadastre (Cadastre Law No.3402, 1987). Similarly, the institutional regulations regarding the General Directorate of Land Registry and Cadastre (TKGM) include duties for following the changes, renewing and updating the land registry plans, and establishing the spatial information system infrastructure alongside the execution of the country's cadastre, revealing the continuous and adaptable nature of the cadastral service (Law No. 3402, 1987).

Cadastre is commonly discussed in relation to its technical, legal, and land management functions. Evaluating the cadastre within the framework of public service, which is one of the fundamental concepts of public administration, offers a different examination opportunity. The fact that public services are aimed at meeting the common needs of society and are carried out depending on certain basic principles makes it possible to discuss the place of cadastral activities within this approach. In particular, the principles of continuity and regularity, equality, and variability/adaptation provide a conceptual framework that can be used to evaluate the nature of the cadastral service and its transformation over time (Atasayan, 2011; Bağrıaçık, 2018).

The purpose of this study is to evaluate the legal and institutional structure of the cadastral service in Türkiye in terms of the continuity, equality, and variability/adaptation principles of public service.

In this context, the study focuses on two main questions: How can cadastral activities in Türkiye be positioned within the public service approach? How can the current legal and institutional structure of the cadastral service be evaluated in terms of the basic principles of public service?

The study is based on document analysis within the framework of a qualitative research approach. In the examination, first, the concept of public service and the basic principles on which the study is based were explained through the relevant literature; then, the main regulations determining the legal and institutional structure of the cadastral service in Türkiye were examined. Following the framework obtained, the cadastral service was evaluated in terms of continuity, equality, and variability/adaptation principles. The study focuses on the nature of the cadastral service within public administration and its relationship with public service principles, rather than measuring the technical performance of the cadastral system.

2. THE CONCEPT OF PUPLIC SERVICE AND ITS BASIC PRINCIPLES

Public service is one of the fundamental concepts of administrative law and public administration. The change in the duties and responsibilities of the state over time has caused a change in the scope of public service and made it difficult to make a single universally agreed-upon definition of the concept. However, public service is generally associated with activities carried out by the state or other public legal entities, or under their supervision and control, to meet the common needs of society. In its narrow and technical sense, public service refers to continuous and regular activities carried out by public legal entities or under their supervision and control to meet the common needs of society (Atasayan, 2011).

There are some common principles that must be followed in the execution of public services. Although there are different classifications in the doctrine, continuity and regularity, equality and impartiality, variability and adaptation, and gratuitousness are shown among the classical principles of public service (Atasayan, 2011; Bağrıaçık, 2018). These principles constitute the basic criteria in evaluating under what conditions and how public services should be carried out. For this study, the principles of continuity and regularity, equality, and variability/adaptation, which can be directly associated with the cadastral service, are emphasized.

2.1. CONTINUITY AND REGULARITY

Continuity means that as long as the social need met by the public service continues, the service must be maintained as required by its nature. This principle does not require all public services to be provided uninterruptedly at all hours of the day. How and how often the service will be provided varies depending on the nature of the service and the need it aims to meet. The main thing is that the service is carried out in a regularity and continuity that can meet the social needs expected from it (Atasayan, 2011).

The principle of continuity requires not only the initiation of the public service but also its continuation in a way that can maintain its function. In this respect, preserving the up-to-dateness of the information, infrastructure, or records on which the service is based may become an element of continuity depending on the nature of the service. This situation is important for the cadastre. It is not sufficient to determine the information regarding the real estates only during the initial cadastre; reflecting subsequent changes to the system and keeping the records up to date is one of the basic conditions for the cadastral information to maintain its function.

2.2. EQUALITY

The principle of equality expresses the application of the same principles to people in the same legal situation in terms of benefiting from public services. The foundation of this principle is that arbitrary distinctions cannot be made in the provision of public services and that those in similar situations can benefit from the service under the same conditions (Atasayan, 2011; Deli, 2015).

Equality does not mean that exactly the same service is provided to everyone in all cases. Objective differences arising from the nature of the service or the legal status of those benefiting from the service may necessitate different applications. The important thing is that the differentiation is based on an objective and legally acceptable reason. In terms of the cadastral service, this principle can be evaluated in terms of applying common legal and technical principles in determining real estate and related rights, determining the conditions for benefiting from the service objectively, and not creating arbitrary differences in access to the service.

2.3. VARIABILITY AND ADAPTATION

The adaptation of public services to changes in the needs of society and the conditions under which the service is carried out is explained by the principle of variability or adaptation. Maintaining public services without changing the methods and tools used in a certain period may reduce the effectiveness of the service in the face of technological, economic, and social developments. Deli states that public services need to be adapted to the

requirements of the time to be provided efficiently, effectively, according to certain standards, regularly, and equally (Deli, 2015). Bağrıaçık associates the principle of variability with the administration's adaptation to technological, sociological, political, and economic developments during the execution of the public service (Bağrıaçık, 2018). Therefore, the adaptation principle shows that public service is not a static activity and that the tools, methods, and, when necessary, the scope of the service can change according to changing needs.

This principle is particularly important in terms of evaluating the cadastral service. Developments in surveying and mapping technologies, the digitization of cadastral information, the widespread use of spatial information systems, and the provision of public services in an electronic environment have made it necessary for the cadastral service not to be limited to traditional methods. The amendment made to the objective article of the Cadastre Law in Türkiye in 2005 and the information systems developed subsequently constitute legal and institutional examples of this transformation.

3. LEGAL AND INSTITUTIONAL STRUCTURE OF CADASTRE SERVICES IN TÜRKİYE

The fundamental legal basis of the cadastral service in Türkiye is the Cadastre Law No. 3402. Article 1 of the Law was amended by Law No. 5304 in 2005. According to the current regulation, the purpose of the cadastre is to establish the land registry foreseen by the Turkish Civil Code by determining the boundaries of real estate on the land and map and determining their legal status, as well as to form the infrastructure of the spatial information system (Cadastre Law No.3402, 1987).

This amendment is important for the development of the cadastral service. While the traditional functions for determining real estate boundaries and legal situations have been preserved, the function of creating the spatial information system infrastructure has been added. Thus, it is accepted at the legal level that cadastral data is not only data that serves to create the land registry but is also a component of a broader spatial information infrastructure.

The institutional responsibility of the cadastral service has been given to the General Directorate of Land Registry and Cadastre (TKGM). The duties of the General Directorate include conducting the country's cadastre, following up on the changes that occur, ensuring the renewal and updating of the title deed plans, and carrying out control and audit services related to them (Presidential Decree No. 4, 2018). These duties show that the cadastral service does not consist solely of the initial establishment phase. Following up on the changes that emerge after the completion of the cadastre and keeping the existing data up to date is also part of the institutional responsibility.

The duties of TKGM also cover the spatial information dimension of the cadastral service. In the relevant regulation, the General Directorate is given the responsibility of creating the spatial information system infrastructure, ensuring that real and legal persons and public institutions and organizations benefit from the data, and carrying out duties assigned in the field of geographic information systems (Presidential Decree No. 4, 2018). In the institution's 2024–2028 Strategic Plan, it is seen that there are 24 regional directorates and 81 cadastre directorates within the central and provincial organization (General Directorate of Land Registry and Cadastre [SP TKGM], 2025). This organization shows that the cadastral service is carried out as an institutionalized public service throughout the country.

One of the main tools of the technological transformation of the cadastral service is the Land Registry and Cadastre Information System (TAKBİS). TKGM defines TAKBİS as a strategic e-government project aimed at planning and managing land registry and cadastre services in a healthier, faster, more reliable, and more effective way using information technologies. The system also aims to transform land registry and cadastre information into a multi-purpose land information system and to use it integrated with other institutions and organizations (General Directorate of Land Registry and Cadastre [TAKBİS TKGM], 2025).

The Spatial Real Estate System (MEGSİS), on the other hand, was developed to collect numerical cadastral data located in cadastre directorates in a central system, match it with land registry information, and share it with public institutions, organizations, and municipalities that need it. The system also foresees offering certain data to citizens via e-Government General Directorate of Land Registry and Cadastre (General Directorate of Land Registry and Cadastre MEGSİS TKGM, 2025). When TAKBİS and MEGSİS are evaluated together, it is seen that the technological transformation of the cadastral service is not just about transferring transactions to the computer environment; it also covers the centralized management, updating, and sharing of data with different users.

4. EVALUATION OF THE CADASTRE SERVICE IN TERMS OF PUBLIC SERVICE PRINCIPLES

The legal and institutional structure in Türkiye allows the evaluation of the cadastral service in terms of the fundamental principles of public service. Keeping cadastral information up to date, executing the service across the country according to common legal principles, and the change in service delivery and data management depending on technological developments reveal the counterparts of the continuity, equality, and adaptation principles in the cadastral field.

4. 1. CADASTRE IN TERMS OF CONTINUITY AND REGULARITY

Continuity in public service means continuing the service as required by its nature (Atasayan, 2011). In terms of cadastre, this principle must be evaluated beyond the completion of the initial cadastral works. The fact that changes can occur in the geometric and legal states of real estate over time necessitates that cadastral information also reflects these changes. The fact that the duties of TKGM include following the changes, renewing, and updating the title deed plans alongside making the country's cadastre supports this approach (Presidential Decree No. 4, 2018). Therefore, the completion of the initial establishment cadastre does not mean the completion of the cadastral service. Initial establishment works can be finalized within a certain period; however, preserving the up-to-dateness and reliability of cadastral information requires continuous public activity.

Systems such as TAKBİS and MEGSİS strengthen the information management dimension of this continuity. Among the aims of TAKBİS are the updating of land registry records and maps, keeping the information up to date electronically, and providing accurate, reliable, and fast data to relevant institutions (General Directorate of Land Registry and Cadastre [TAKBİS TKGM], 2025). MEGSİS, on the other hand, enables numerical data from different cadastre directorates to be managed in a central system (General Directorate of Land Registry and Cadastre [MEGSİS TKGM], 2025).

In this context, continuity in the cadastral service should be evaluated not only as the continuation of cadastral transactions but also as the ability to sustain the up-to-dateness and usability of the produced cadastral information.

4. 2. CADASTRE IN TERMS OF EQUALITY

Equality in public services requires that those in the same legal situation benefit from the service within the framework of the same principles (Atasayan, 2011). For the cadastral service, this principle can primarily be associated with the application of common legal and technical rules in the determination of real estates and related rights.

The organization of the cadastral service within a central administrative structure across the country is important in this regard. The fact that TKGM is organized at the national level with 81 cadastre directorates (General Directorate of Land Registry and Cadastre [SP TKGM], 2025) allows the service to be carried out within the same institutional structure. Besides this, among the aims of TAKBİS is the execution of land registry and cadastre services in a standard and electronic manner (General Directorate of Land Registry and Cadastre [TAKBİS TKGM], 2025). Standardization can be associated with the principle of equality as it contributes to the application

of common rules in transactions of the same nature. The development of digital services also affects the access dimension of equality. Presenting some cadastral information to citizens via e-Government under MEGSİS and sharing it with relevant institutions via electronic services reduces the dependency on physical applications to cadastre directorates to access information (General Directorate of Land Registry and Cadastre [MEGSİS TKGM], 2025).

However, equality does not mean opening all cadastral and ownership information to everyone without limits. Reasons such as the legal nature of the data, protection of personal data, and information security may require access to be regulated at different levels. Therefore, equality in terms of the cadastral service should be understood as those in the same situation being able to benefit from the service under objective, legally determined, and non-arbitrary conditions.

4. 3. CADASTRE IN TERMS OF VARIABILITY AND ADAPTATION

The principle of variability and adaptation is the most distinct among the three principles in explaining the development of the cadastral service in Türkiye. This principle expresses the adaptation of public services to technological, social, and economic developments (Deli, 2015, Bağrıaçık, 2018).

One of the clearest legal indicators of the adaptation of the cadastral service in Türkiye is the amendment made to the objective article of the Cadastre Law No. 3402 in 2005. While the traditional functions of determining real estate boundaries and legal statuses are preserved, forming the infrastructure of the spatial information system has also been included among the objectives of the service (Cadastre Law No.3402, 1987). This amendment indicates that the functions expected from the cadastre have expanded in line with changing information and land management needs.

TAKBİS constitutes one of the technological and administrative dimensions of this adaptation. With the system, it was aimed to execute land registry and cadastre transactions in a standard and electronic manner, keep data up to date, and provide reliable data to other institutions (General Directorate of Land Registry and Cadastre [TAKBİS TKGM], 2025). MEGSİS, on the other hand, changed the data management structure of the service towards collecting cadastral data produced in different periods and environments in a central system, associating it with land registry data, and sharing it electronically (General Directorate of Land Registry and Cadastre [MEGSİS TKGM], 2025).

These developments show that the adaptation in the cadastral service is two-way. The first direction is technological adaptation. The digitization of cadastral information, its management in central information systems, and its electronic sharing have changed the tools and delivery methods of the service. The second direction is functional adaptation. The use of cadastral data not only as an information source for establishing the land registry but also as the infrastructure for spatial information systems and broader land management applications shows the change in the functional scope of the service.

For this reason, the transformation of the cadastral service in Türkiye in recent years can be considered a concrete example of the principle of variability and adaptation of public service. However, technological transformation should not be seen as an end in itself. In terms of public service, the function of technology becomes meaningful to the extent that it improves the up-to-dateness, reliability, accessibility, and capacity to respond to changing needs of the service.

5. CONCLUSION

Cadastre is a public activity that undertakes a fundamental function in the establishment and maintenance of the property system by determining the boundaries and legal situations of real estates. However, technological developments, the increasing need for spatial information, and the change in land management understanding have made it necessary to evaluate the cadastral service beyond its traditional functions. This study evaluated the

cadastral service in Türkiye not in terms of its technical performance but in terms of the continuity, equality, and variability/ adaptation principles of public service.

As a result of the examination, it is seen that the cadastral service can be associated with three public service principles in different dimensions. In terms of continuity and regularity, the cadastre does not consist solely of initial establishment works. Monitoring changes in real estate, renewing and updating plans, and protecting the reliability of cadastral information reveal the ongoing nature of the service. For this reason, the completion of the initial establishment cadastre does not mean that the cadastral public service is completed.

In terms of the principle of equality, it is of fundamental importance that the cadastral service is carried out according to common legal and technical principles for those in the same legal situation. The provision of the cadastral service within an institutionalized structure across the country and the development of standardization in transactions through information systems are elements that can contribute to the application of the principle of equality. The development of electronic services reduces the physical boundaries of accessing cadastral information. However, equality does not mean opening all cadastral information to everyone limitlessly, but the application of objective and legally determined criteria in benefiting from the service.

In the study, it is evaluated that the most distinct relationship emerges in terms of the variability and adaptation principle. The addition of the establishment of a spatial information system infrastructure to the objective article of the Cadastre Law in 2005 is the legal indicator of this transformation. TAKBİS and MEGSİS, on the other hand, are among the institutional tools for the technological and administrative adaptation of the cadastral service.

In this framework, the cadastre in Türkiye should be evaluated as an ongoing public service that needs to be adapted to changing needs, rather than a completed technical project. Keeping the produced data up to date, carrying out the service with common standards across the country, and sustaining the technological transformation in line with changing needs are as important as establishing the cadastre in maintaining the nature of public service.

The main contribution of the study is to evaluate the technical and legal features of the cadastral service through the established public service principles of public administration, rather than re-explaining them. This approach allows establishing a limited but explanatory relationship between the fields of cadastre and public administration. In future research, this framework can be developed with empirical studies examining the experiences of those benefiting from cadastral services or research comparing the cadastral systems of different countries.

REFERENCES

Atasayan, M. G. (2011). Kamu hizmetlerinin süreklilik ve düzenlilik ilkesi [The Principle of Continuity and Regularity of Public Services]. Master's Thesis, Galatasaray University, Institute of Social Sciences.

Bağrıaçık, A. (2018). Kamu hizmetinin uyarlama ilkesi üzerine bir değerlendirme [An evaluation of the adaptation principle of public service]. Selçuk Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 26(3), 155–183. https://doi.org/10.15337/suhfd.390939.

Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi [Presidential Decree] No. 4. (2018). Presidential decree on the organization of institutions and organizations affiliated, related and associated with ministries and other institutions and organizations, Resmi Gazete, (No. 30479, July 15, 2018).

Deli, Ü. G. (2015). Türk idare hukukunda kamu hizmetinin uyarlanma ilkesi [The Principle of Adaptation of Public Service in Turkish Administrative Law]. Master's Thesis, Marmara University, Institute of Social Sciences.

General Directorate of Land Registry and Cadastre (SP TKGM), (2025). 2024–2028 Strategic Plan. Ankara.

General Directorate of Land Registry and Cadastre (TKGM), (2025). Land Registry and Cadastre Information System (TAKBİS). TKGM, Ankara.

General Directorate of Land Registry and Cadastre (MEGSİS TKGM), (2025). Spatial Real Estate System (MEGSİS). TKGM, Ankara.

Kadastro Kanunu [Cadastre Law] No. 3402. (1987). Resmî Gazete (No.19512, July 9, 1987).

Kaufmann, J., Steudler, D. (1998), Cadastre 2014: A Vision for a Future Cadastral System. FIG Commission 7, International Federation of Surveyors (FIG).

Williamson, I., Enemark, S., Wallace, J., Rajabifard, A. (2010) Land administration for sustainable development. ESRI Press.

TAPU KADASTRO BÖLÜMÜNE YENİ KAYIT YAPTIRAN ÖĞRENCİLERİN BÖLÜM TERCİHLERİ İLE KAMU İSTİHDAMINA YÖNELİK BEKLENTİ, BİLGİ VE KAYGILARI: GÖLHİSAR UYGULAMALI BİLİMLER YÜKSEKOKULU ÖRNEĞİ

Dr. Öğr. Üyesi Mesut KOÇ[1], Doç. Dr. Neslihan Ünal KARTAL[2], Dr. Öğr. Üyesi Süleyman GÖKOVA[3]

[1]Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Gölhisar Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu,

mesutkoc@mehmetakif.edu.tr, 0000-0002-0231-747X

[2]Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Gölhisar Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu,

nunal@mehmetakif.edu.tr, 0000-0002-3684-9984

[3]Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Gölhisar Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu,

sgokova@gmail.com, 0000-0001-9620-1760

Özet

Üniversite tercihi, öğrencilerin mesleki yönelimlerini ve gelecek beklentilerini şekillendiren önemli bir süreçtir. Program içeriği, mesleki yeterlilikler ve istihdam olanaklarına ilişkin yetersiz bilgi, gerçekçi olmayan kariyer beklentilerine ve gelecek kaygısına yol açabilmektedir. Bu araştırma, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Gölhisar Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu Tapu Kadastro Bölümüne yeni kayıt yaptıran öğrencilerin tercih nedenlerini, tercihlerinde etkili olan kişi ve faktörleri, alana ilişkin başlangıç bilgilerini ve kamu istihdamına yönelik beklenti ve kaygılarını incelemeyi amaçlamaktadır.

Birinci sınıf öğrencileriyle yürütülen araştırma, betimsel bir durum çalışması olarak tasarlanmıştır. Veriler, araştırmacıların hazırladığı anket formuyla toplanmıştır. Ankette öğrencilerin mezun oldukları lise türü ve alanı, bölümün tercih sırası, tercih öncesi araştırma durumları, kararlarını etkileyen kişi ve kaynaklar, mesleki görev ve çalışma alanlarına ilişkin bilgileri ile kamu istihdamına yönelik beklenti ve kaygıları ele alınmıştır. Veriler frekans, yüzde ve çapraz tablolarla değerlendirilmiştir.

Bulgular, öğrencilerin önemli bir bölümünün tercihinde aile yönlendirmesinin etkili olduğunu göstermektedir. Öğrencilerin lise türü veya alanı ile programın hukuki, teknik ve yönetsel içeriği arasında çoğunlukla doğrudan ilişki bulunmadığı belirlenmiştir. Öğrencilerin önemli bir kısmının tercih öncesinde tapu ve kadastro hizmetleri, bölüm dersleri, mezunların üstlenebileceği görevler ve özel sektör olanakları hakkında sınırlı bilgiye sahip olduğu; buna karşılık kamu kurumlarında çalışma ve atanma beklentisini önceledi̇ği görülmüştür. Mezuniyetlerine yaklaşık dört yıl bulunmasına rağmen öğrencilerin kamu personeli kontenjanları, KPSS ve atanamama olasılığı konusunda kaygı taşıdığı saptanmıştır. Bulgular, kamu istihdamı beklentilerinin eğitim içeriği ve mesleki çalışma alanlarına ilişkin bilgilerden daha erken şekillendiğine işaret etmektedir.

Sonuç olarak, adaylara tercih öncesinde program içeriği, mesleki yeterlilikler, kamu ve özel sektör olanakları ile kariyer seçenekleri hakkında erişilebilir ve gerçekçi bilgiler sunulması önerilmektedir. İlk sınıftan itibaren yürütülecek bölüm tanıtımı, meslek bilgilendirmesi ve kariyer planlama etkinlikleri, kamu istihdamının tek seçenek olarak algılanmasını önleyerek bilinçli ve çeşitlendirilmiş kariyer planlarını destekleyebilir.

Anahtar Kelimeler: Tapu Kadastro, üniversite tercihi, öğrenci beklentileri, kamu istihdamı, atanma kaygısı, kariyer planlama.

DEPARTMENT PREFERENCES AND EXPECTATIONS, KNOWLEDGE, AND CONCERNS REGARDING PUBLIC-SECTOR EMPLOYMENT AMONG NEWLY ENROLLED LAND REGISTRY AND CADASTRE STUDENTS: THE CASE OF GÖLHİSAR SCHOOL OF APPLIED SCIENCES

Dr. Öğr. Üyesi Mesut KOÇ[1], Doç. Dr. Neslihan Ünal KARTAL[2], Dr. Öğr. Üyesi Süleyman GÖKOVA[3]

[1]Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Gölhisar School of Applied Sciences

mesutkoc@mehmetakif.edu.tr, 0000-0002-0231-747X

[2]Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Gölhisar School of Applied Sciences

nunal@mehmetakif.edu.tr, 0000-0002-3684-9984

[3]Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Gölhisar School of Applied Sciences

sgokova@gmail.com, 0000-0001-9620-1760

Abstract

University is an important process shaping students' professional orientations and future expectations. Insufficient information about curricula, professional competencies, and employment opportunities may lead to unrealistic career expectations and anxiety. This study examines the reasons for choosing the Department of Land Registry and Cadastre at Burdur Mehmet Akif Ersoy University's Gölhisar School of Applied Sciences among newly enrolled students, the individuals and factors influencing their choices, their initial knowledge of the field, and their expectations and concerns regarding public-sector employment.

Designed as a descriptive case study involving first-year students, the research used a questionnaire developed by the researchers. It addressed students' high school types and fields, programme preference rankings, research before choosing the programme, influential individuals and information sources, knowledge of professional duties and employment areas, and public-sector employment expectations and concerns. Data were analysed using frequencies, percentages, and cross-tabulations.

Findings indicate that family guidance influenced many students' choices. Students' high school backgrounds were generally not directly related to the programme's legal, technical, and administrative content. A substantial number of them had limited prior knowledge of land registry and cadastre services, coursework, graduates' professional roles, and private-sector opportunities, while prioritising public-sector employment and appointment after graduation. Despite being approximately four years from graduation, students expressed concerns about public-sector recruitment quotas, the Public Personnel Selection Examination (KPSS), and the possibility of not securing an appointment. These findings suggest that public-sector employment expectations develop before an informed understanding of the curriculum and professional opportunities.

Prospective students should therefore receive accessible, realistic information about programme content, professional competencies, employment opportunities, and career options before making their choices. Departmental orientation, occupational guidance, and career planning activities from the first year may encourage informed, diversified career plans and prevent public-sector employment from being perceived as the sole option.

Keywords: Land Registry and Cadastre, university preference, student expectations, public-sector employment, appointment anxiety, career planning.

OKUL ÖNCESİ DÖNEMDE İFADE EDİCİ DİL BECERİLERİNİN SANAT TEMELLİ ETKİNLİKLERLE DESTEKLENMESİ

Dr. Cansu Uyar AYDIN[1]

[1]Namık Kemal İlkokulu, Okul Öncesi Eğitimi, cansuuyar87@hotmail.com,

ORCID: 0000-0003-3695-3666

Özet

Çocuğun bildiklerini, hissettiklerini ve düşüncelerini sözcüklerle aktarabilmesi, okul öncesi dönemde gelişen temel iletişim yeterliklerinden biridir. Ancak her çocuk bu beceriyi aynı hızda geliştirmemekte; bazı çocuklar sözcük seçme, cümle oluşturma, yaşantılarını anlatma ya da karşılıklı konuşmayı sürdürme konusunda daha fazla desteğe gereksinim duyabilmektedir. Bu çalışmada, ifade edici dil becerilerinin geliştirilmesinde sanat temelli etkinliklerin sunduğu olanakların alan yazın çerçevesinde ele alınması amaçlanmıştır. Çalışma, konuya ilişkin araştırma ve kuramsal çalışmaların incelendiği bir derleme niteliğindedir. Sanat temelli öğrenme ortamları, çocuğu yalnızca sözel yanıt vermeye yönelten yapılandırılmış durumların aksine; üretme, canlandırma, hareket etme, görselleştirme ve anlatma süreçlerini bir araya getirebilmektedir. Bir resmin öyküsünü oluşturma, kukla aracılığıyla konuşma, dramatik bir role girme, ritmik sözcük oyunlarına katılma veya üretilen bir sanat çalışmasını açıklama gibi deneyimler, çocukların dili anlamlı bir bağlam içerisinde kullanmalarına fırsat sunmaktadır. Bu tür uygulamaların sözcük kullanımını çeşitlendirme, anlatımı genişletme, cümle kurma ve iletişimi sürdürme becerilerini destekleme potansiyeli bulunmaktadır. Bu doğrultuda sanat temelli etkinliklerin, okul öncesi öğretmenlerinin ifade edici dili desteklemeye yönelik eğitim uygulamalarına bütünleştirilebilecek doğal ve çocuk odaklı bir öğrenme yolu olduğu değerlendirilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Okul öncesi eğitim, ifade edici dil, sanat temelli öğrenme, dil gelişimi, sanat eğitimi

SUPPORTING EXPRESSIVE LANGUAGE SKILLS THROUGH ART-BASED ACTIVITIES IN THE PRESCHOOL PERIOD

Dr. Cansu Uyar AYDIN[1]

[1]Namık Kemal Primary School, Preschool Education, cansuuyar87@hotmail.com,

ORCID: 0000-0003-3695-3666

Abstract

The ability to communicate knowledge, feelings, and thoughts through words is one of the fundamental communication competencies that develops during the preschool years. However, children do not acquire expressive language skills at the same pace, and some may need additional support in selecting words, constructing sentences, describing experiences, or maintaining conversations. This study aims to examine the opportunities provided by art-based activities for supporting expressive language skills in preschool children within the framework of the relevant literature. The study is designed as a review of research and theoretical work related to this topic. Rather than placing children only in structured situations that require verbal responses, art-based learning environments can combine creating, dramatizing, moving, visualizing, and narrating. Experiences such as constructing a story around a drawing, speaking through puppets, assuming a dramatic role, participating in rhythmic word activities, or explaining an artwork provide opportunities for children to use language within meaningful contexts. Such experiences may contribute to diversifying vocabulary use, expanding verbal expression, constructing sentences, and maintaining communication. From this perspective, art-based activities can be considered a natural and child-centered educational approach that may be integrated into preschool practices aimed at strengthening expressive language development.

Keywords: Preschool education, expressive language, art-based learning, language development, art education

KUR'ÂN-I KERÎM'İN DEĞER AKTARIMINDAKİ ROLÜ: KISA SÛRELER ÜZERİNDEN BİR DEĞERLENDİRME

Kazım ÇALAP

Bülent Ecevit Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Değerler Eğitimi

E-Posta adresi : Kazmcalap@gmail.com, ORCİD Numarası : 0009 0000 1521 3605

Öz

Bireyin kişilik ve karakter gelişiminde önemli bir yere sahip olan değerler, yalnızca nesilden nesile devam eden bilgi aktarımı yoluyla değil, bireyin anlam dünyasını şekillendiren ve davranışlarına yön veren eğitim-öğretim aracılığıyla kazanılmaktadır. Bu açıdan dini eğitim, bireyin inanç dünyasını oluşturmasının yanı sıra ahlâkî tutum ve davranışlar geliştirmesinde önemli bir görev üstlenmektedir. İslâm'ın en temel kaynağı olan Kur'ân-ı Kerîm, insanın kendisiyle, diğer insanlarla ve içinde yaşadığı toplumla kurduğu ilişki ve iletişime yönelik çok yönlü bir değer çerçevesi sunmaktadır.

Kur'ân-ı Kerîm'in özellikle kısa sûreleri, sınırlı sayıdaki âyetler içerisinde bile yoğun anlamlar barındırmaları, ibadet ritüellerinde sıklıkla tekrar edilmeleri ve çocukluk döneminden itibaren kolayca ezberlenip öğrenilmeleri eğitim açısından dikkat çekici bir özelliği üzerinde taşımaktadır. Bu durum, kısa sûrelerin yalnızca ezberlenen metinler olarak değil, bireyin değer dünyasının oluşmasına katkı sağlayabilecek metinler olarak ele alınmasını gerekli kılmaktadır. Zira bir sûrenin öğrenilmesi, içerdiği mesajların anlaşılması ve gündelik hayatla ilişkilendirilmesi, bilgi düzeyinin çok daha ötesine geçerek tutum ve davranışların şekillenmesine katkıda bulunmaktadır.

Bu çalışmamızda kısa sûrelerin değer aktarımında taşıdığı imkân üzerinde durulmakta; Kur'ân'da yer alan mesajların bireysel ve toplumsal hayat açısından taşıdığı anlam, değerler eğitimi perspektifinden değerlendirilmektedir. Bu çerçevede dinî bağlılık, sorumluluk, adalet, merhamet, sabır, şükür, paylaşma ve doğruluk gibi değerlerin bireyin karakter gelişimiyle ilişkisi ele alınmaktadır. Ayrıca değerlerin kalıcı hâle gelmesinde yalnızca metnin öğretilmesinin yeterli olmadığı, anlamlandırma, model olma, yaşantıya aktarma ve davranışa dönüştürme süreçlerinin de dikkate alınması gerektiğine işaret edilmektedir.

Çalışmanın temel yaklaşımı, Kur'ân-ı Kerîm'in değerler eğitimi bakımından değerlendirilmesinin, dinî bilgilerin aktarımını aşan daha bütüncül bir eğitim anlayışına katkı sunabileceği düşüncesine dayanmaktadır. Bu bağlamda kısa sûrelerin, uygun pedagojik yöntemlerle ele alındığında çocuk ve gençlerin hem mânevî dünyalarının hem de ahlâkî duyarlılıklarının gelişmesine katkı sağlayabilecek bir eğitim materyali olarak değerlendirilebileceği sonucuna ulaşılmaktadır. Böyle bir yaklaşım, Kur'ân'ın mesajlarının yalnızca öğrenilen ve tekrar edilen bilgiler olmaktan çıkarılarak bireyin günlük yaşamına yön veren değerlere dönüşmesine imkân sağlayabilir.

Anahtar Kelimeler: Kur'ân-ı Kerîm, kısa sûreler, değer aktarımı, değerler eğitimi, din eğitimi, ahlâkî gelişim.

THE ROLE OF THE HOLY QUR'AN IN THE TRANSMISSION OF VALUES: AN ASSESSMENT BASED ON SHORT SURAHS

Kazım ÇALAP

Bülent Ecevit University, Institute of Social Sciences, Values Education

E-mail Address: Kazmcalap@gmail.com/ORCID Number: 0009 0000 1521 3605

Abstract

Values, which play a significant role in the development of an individual's personality and character, are acquired not merely through the intergenerational transmission of knowledge, but also through education that shapes the individual's world of meaning and guides their behavior. In this regard, religious education undertakes a crucial task: alongside establishing the individual's realm of faith, it fosters the development of moral attitudes and behaviors. The Holy Qur'an—Islam's fundamental source—offers a multifaceted framework of values concerning the relationships and communication an individual establishes with themselves, with others, and with the society in which they live.

The short Surahs of the Holy Qur'an possess noteworthy educational characteristics: they contain profound meanings within a limited number of verses, are frequently recited during acts of worship, and are easily memorized and learned from childhood onwards. This necessitates viewing short Surahs not merely as texts to be memorized, but as texts capable of contributing to the formation of an individual's value system. Indeed, learning a Surah—understanding its message and relating it to daily life—transcends the level of mere information, actively contributing to the shaping of attitudes and behaviors. This study focuses on the potential of short Qur'anic chapters (*surahs*) for the transmission of values, evaluating the significance of the Qur'an's messages for individual and social life from the perspective of values education. Within this framework, the study examines the relationship between values—such as religious commitment, responsibility, justice, compassion, patience, gratitude, sharing, and truthfulness—and the development of an individual's character. It further highlights that merely teaching the text is insufficient for values to become internalized; rather, processes involving making sense of the material, serving as a role model, integrating it into lived experience, and translating it into behavior must also be taken into account.

The study is grounded in the premise that evaluating the Holy Qur'an through the lens of values education can contribute to a more holistic educational approach that transcends the simple transmission of religious knowledge. In this context, the study concludes that short chapters, when approached using appropriate pedagogical methods, can serve as valuable educational material that fosters the development of both the spiritual worlds and moral sensibilities of children and young people. Such an approach can transform the Qur'an's messages from mere information to be learned and repeated into values that guide an individual's daily life.

Keywords: Holy Qur'an, short chapters (*surahs*), transmission of values, values education, religious education, moral development.

ERGENLERDE MOTİVASYONEL DÜRTÜ VE MENTAL İYİ OLUŞ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ

Dr. Öğr. Üyesi, Mehmet Akif KAY1

1Batman Üniversitesi, Çocuk Gelişimi, mehmetakif.kay@batman.edu.tr, 0000-0002-7996-9310

Özet

Ergenlik dönemi, gerek fiziksel gerekse zihinsel gelişimin hızlı olduğu bir dönemdir. Ayrıca bu dönem, sosyal ve duygusal açıdan önemli gelişimsel değişimlerin yaşandığı bir süreci kapsamaktadır. Bu çalışmanın amacı, bir yürütücü işlev olarak değerlendirilen ve bireyi harekete geçiren motivasyonel dürtü ile bireyin psikolojik olarak kendini iyi hissetmesi ve olumlu işlevsellik göstermesiyle ilişkilendirilen mental iyi oluş arasındaki ilişkiyi incelemek ve motivasyonel dürtünün mental iyi oluşu yordama düzeyini belirlemektir. Bu çalışma nicel araştırma yöntemlerinden ilişkisel tarama modeliyle gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın çalışma grubunu, Batman il merkezindeki ortaöğretim kurumlarında eğitimine devam eden 13–18 yaş aralığındaki 672 ergen oluşturmaktadır. Katılımcıların 407'si (%60,6) kız 265'i (%39,4) ise erkektir. Verilerin toplanmasında Yürütücü İşlev Ölçeğinin alt testi olan Motivasyonel Dürtü boyutu ve Warwick-Edinburgh Mental İyi Oluş Ölçeğinden yararlanılmıştır. Verilerin analizinde SPSS 22 paket programı kullanılmıştır. Ergenlerin motivasyonel dürtü puan ortalaması 13,90 (SS=3,35), mental iyi oluş puan ortalaması ise 23,92 (SS=5,60) olarak belirlenmiştir. Pearson korelasyon analizi sonucunda motivasyonel dürtü ile mental iyi oluş arasında pozitif yönlü ve anlamlı bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Basit doğrusal regresyon analizi sonucunda motivasyonel dürtünün mental iyi oluşun pozitif yönde ve anlamlı bir yordayıcısı olduğu saptanmıştır. Regresyon modelinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu ve motivasyonel dürtünün mental iyi oluştaki varyansın %13,3'ünü açıkladığı belirlenmiştir. Araştırma bulgularına göre, ergenlerin motivasyonel dürtü düzeyleri ile mental iyi oluş düzeyleri arasında pozitif bir ilişki bulunmaktadır. Ayrıca elde edilen sonuçlar motivasyonel dürtünün mental iyi oluşun anlamlı bir yordayıcısı olduğunu göstermektedir. Gelecek araştırmalarda ölçümlerin farklı ergen örneklem grupları üzerinde incelenmesi ve değişkenlerin birbirleriyle ilişkisinin farklı değişkenlerle birlikte ele alınması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Ergenlik, motivasyonel dürtü, mental iyi oluş, yürütücü işlevler, psikolojik iyi oluş.

AN EXAMINATION OF THE RELATIONSHIP BETWEEN MOTIVATIONAL DRIVE AND MENTAL WELL-BEING AMONG ADOLESCENTS

Assist. Prof. Dr., Mehmet Akif KAY1

1Batman University, Child Development, mehmetakif.kay@batman.edu.tr, 0000-0002-7996-9310

Abstract

Adolescence is a period marked by rapid physical and mental development. It is also a time of significant social and emotional changes. The purpose of this study is to examine the relationship between motivational drive which is considered an executive function and prompts individuals to take action and mental well-being, which is associated with an individual's psychological sense of well-being and positive functioning, and to determine the extent to which motivational drive predicts mental well-being. This study was conducted using the correlational survey model, one of the quantitative research methods. The study sample consisted of 672 adolescents aged 13–18 who were enrolled in secondary schools in the city center of Batman. Of the participants, 407 (60.6%) were female and 265 (39.4%) were male. Data were collected using the Motivational Drive subscale of the Executive Function Scale and the Warwick-Edinburgh Mental Well-Being Scale. SPSS 22 software was used to analyze the data. The mean score for motivational drive among adolescents was 13.90 (SD=3.35), while the mean score for mental well-being was 23.92 (SD=5.60). A Pearson correlation analysis revealed a positive and significant relationship between motivational drive and mental well-being. The results of the simple linear regression analysis indicated that motivational drive is a positive and significant predictor of mental well-being. It was determined that the regression model was statistically significant and that motivational drive explained 13.3% of the variance in mental well-being. According to the research findings, there is a positive relationship between adolescents' levels of motivational drive and their levels of mental well-being. Furthermore, the results indicate that motivational drive is a significant predictor of mental well-being. It is recommended that future studies examine these measures across different samples of adolescents and analyze the relationships among the variables in conjunction with other variables.

Keywords: Adolescence, motivational drive, mental well-being, executive functions, psychological well-being.

İNGİLİZ TARİH ÖĞRETİMİ SİSTEMİNDE SEÇİLEBİLİR TARİH ÜNİTELERİ/MODÜLLERİ: SALT BRİTANYA TARİHİ VE SALT SAVAŞ TARİHİNİN ÇOK ÖTESİNDE

Prof. Dr. Yücel KABAPINAR

Marmara Üniversitesi, ykabapinar@marmara.edu.tr, ORCID No: 0000-0003-3456-0797

Özet

Tarih öğretimi, uzun yıllar boyunca siyasal gelişmeler, devletler, hükümdarlar, savaşlar ve diplomatik ilişkiler ekseninde şekillenen bir içerik anlayışıyla özdeşleştirilmiştir. Ancak günümüzde tarih eğitiminin kapsamı, yalnızca ulusal siyasal tarihin ya da savaş tarihinin aktarılmasının ötesine geçerek toplumsal, kültürel, ekonomik ve küresel tarih perspektiflerini de içine alan daha çoğulcu bir yapıya yönelmektedir. İngiliz tarih öğretimi sistemi bu dönüşümün dikkat çekici örneklerinden birini oluşturmaktadır. Özellikle Key Stage 2 ve Key Stage 3 düzeylerinde ulusal müfredatın genel çerçevesi korunmakla birlikte, okullara ve öğretmenlere (dolayısıyla öğrencilere de) belirli tarihsel dönemler, temalar, toplumlar ve araştırma alanları arasından seçim yapabilme esnekliği tanınmaktadır. Bu yapı içerisinde öğrenciler yalnızca Britanya'nın siyasal geçmişi, krallar, imparatorluklar ya da savaşlarla değil; göç, gündelik yaşam, çocukluk, kadınlar, toplumsal hareketler, suç ve ceza, kölelik, insan hakları, yerel tarih, Afrika ve Asya uygarlıkları, İslam dünyası, sömürgecilik ve sömürgecilik sonrası toplumlar gibi oldukça farklı tarihsel bağlamlarla karşılaşabilmektedir. Böylece tarih dersi, tek çizgili bir ulusal anlatının aktarım alanı olmaktan çıkarak farklı toplumları, deneyimleri ve tarihsel sorunları karşılaştırmalı biçimde incelemeye imkân veren daha geniş bir öğrenme alanına dönüşmektedir. Bu araştırmada, İngiltere'deki sistem tanıtıldıktan sonra, uygulamanın Türkiye'ye olası yansımaları tartışılacaktır.

Anahtar Kelimeler: İngiltere, seçilebilir tarih modülleri, mikro tarih

OPTIONAL HISTORY UNITS/MODULES IN THE BRITISH HISTORY CURRICULUM: WELL BEYOND THE HISTORY OF BRITAIN AND WAR ALONE

Prof. Dr. Yücel KABAPINAR

Marmara Üniversitesi, ykabapinar@marmara.edu.tr, ORCID No: 0000-0003-3456-0797

Abstract

For many years, the teaching of history has been synonymous with a conceptual framework centered on political developments, states, rulers, wars and diplomatic relations. Today, however, the scope of history education is moving beyond the mere transmission of national political history or military history towards a more pluralistic structure that also encompasses social, cultural, economic and global historical perspectives. The British history education system provides a notable example of this transformation. Whilst the general framework of the national curriculum is maintained, particularly at Key Stage 2 and Key Stage 3 levels, schools and teachers (and consequently pupils) are granted the flexibility to choose from specific historical periods, themes, societies and areas of inquiry. Within this framework, pupils are exposed not only to Britain's political past, kings, empires or wars, but also to a wide range of historical contexts such as migration, everyday life, childhood, women, social movements, crime and punishment, slavery, human rights, local history, African and Asian civilizations, the Islamic world, colonialism and post-colonial societies. Thus, the history lesson ceases to be a vehicle for a single, linear national narrative and becomes a broader field of learning that enables the comparative study of different societies, experiences and historical issues. In this study, following a presentation of the system in England, the possible implications of its implementation for Turkey will be discussed.

Keywords: England, elective history modules, micro history

GİRİŞ

Tarih öğretimi, bireylerin geçmişi anlamlandırmalarının yanı sıra yaşadıkları toplumun siyasal, sosyal, ekonomik ve kültürel dönüşümlerini kavramalarında önemli bir işleve sahiptir. Bununla birlikte tarih derslerinin içeriğinin ne olması gerektiği, hangi tarihsel olay ve olguların öğretime konu edileceği ve geçmişin hangi aktörlerinin tarih anlatısında görünür hâle getirileceği tarih eğitiminin temel tartışma alanlarından biri olmaya devam etmektedir. Geleneksel tarih öğretiminin uzun yıllar boyunca devletlerin kuruluş ve yıkılışları, hükümdarlar, siyasal gelişmeler, fetihler ve savaşlar merkezinde şekillenmesi (Kabapınar, 2003); gündelik yaşam, göç, kadınlar, çocuklar, farklı toplumsal gruplar, kültürel karşılaşmalar ve sıradan insanların tarihsel deneyimleri gibi alanların öğretim programlarında görece sınırlı temsil edilmesine yol açmıştır (Kabapınar, 2025). Günümüzde ise tarih eğitiminin yalnızca geçmişte "ne olduğunun" aktarılmasıyla sınırlı görülmediği; öğrencilerin değişim ve süreklilik, neden-sonuç, tarihsel önem, kanıt, yorum ve çoklu bakış açısı gibi tarihsel düşünme biçimleriyle karşılaştırılmasının önem kazandığı görülmektedir (Kabapınar, 1998).

İngiltere'de uygulanan tarih öğretim sistemi bu açıdan dikkate değer bir örnek oluşturmaktadır. İngiltere Ulusal Müfredatı'nda tarih, Key Stage 1, Key Stage 2 ve Key Stage 3 düzeylerinde ulusal müfredatın bir parçasıdır. Özellikle *Key Stage 2 (7–11 yaş) ve Key Stage 3 (11–14 yaş)* düzeylerinde (İnternet 1) öğrencilerden Britanya, yerel çevre ve dünya tarihine ilişkin kronolojik olarak yapılandırılmış bir bilgi ve anlayış geliştirmeleri; dönemler arasında bağlantılar kurmaları, değişim ve sürekliliği fark etmeleri, tarihsel açıdan geçerli sorular üzerinde çalışmaları ve farklı tarihsel kaynaklardan hareketle kanıta dayalı açıklamalar oluşturmaları beklenmektedir (Kabapınar, 1998). Ulusal müfredat, öğretimin genel çerçevesini ve belirli zorunlu çalışma alanlarını tanımlamakla birlikte, öğretmenlerin genel bakış sağlayan çalışmalar ile derinlemesine incelemeleri bir arada kullanmasını öngörmektedir (Kabapınar, 2018; Kabapınar, 2026).

İngiliz tarih öğretim sisteminin dikkat çekici özelliklerinden biri, ulusal düzeyde belirlenen genel çerçeve içerisinde okullara ve öğretmenlere içerik seçiminde görece geniş bir hareket alanının tanınmasıdır (Harris & Reynolds, 2018; Smith, Harris, & Burn, 2025). Burada "seçilebilir tarih ünitesi" kavramının doğru anlaşılması önem taşımaktadır. Key Stage 2 ve Key Stage 3 düzeylerinde söz konusu seçim, öğrencilerin bireysel olarak bir üniteyi diğerine tercih etmeleri anlamında bir "seçmeli ders" uygulamasından çok, ulusal müfredatın çizdiği genel çerçeve içerisinde okulun ve öğretmenin hangi tarihsel örnekleri, olayları, toplumları, temaları ve derinlemesine çalışmaları öğretime taşıyacağına karar verebilmesini ifade etmektedir (Department for Education [DfE], 2013; Ofsted, 2021, 2023). Nitekim DfE (2013), ulusal tarih öğretim programlarında köşeli parantez içerisinde verilen örnek içeriklerin ve "non-statutory" olarak belirtilen unsurların okullar açısından hukuken zorunlu olmadığını açıkça belirtmektedir. Benzer biçimde Ofsted (2023), Key Stage 2 ve Key Stage 3 düzeylerinde okulların, ulusal müfredatın geniş çerçevesi içerisinde öğrencilerin öğreneceği tarihsel içeriği seçme konusunda önemli ölçüde serbestliğe sahip olduğunu vurgulamaktadır. Bu durum, İngiltere'de tarih öğretmenlerini yalnızca belirlenmiş bir programın uygulayıcıları olmaktan çıkararak; içerik seçen, öğrenme sırasını yapılandıran ve kullanılacak kaynakları belirleyen birer "müfredat programı oluşturucusu" konumuna taşımaktadır (Smith et al., 2025).

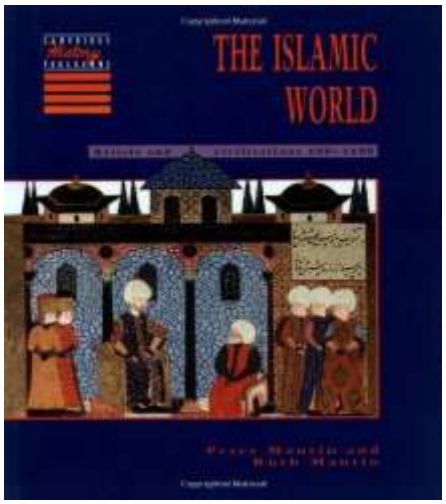
Bu esneklik, tarih öğretiminde konu çeşitliliğinin artırılmasına da olanak sağlamaktadır. İngiliz öğrencilerin karşılaştıkları tarihsel içerikler yalnızca Britanya'nın hükümdarları, savaşları ve siyasal gelişmeleri ile sınırlı değildir. Ulusal ve okul düzeyindeki programlarda yerel tarih, göç, kadınların değişen toplumsal rolleri, oy hakkı mücadeleleri, kölelik ve köleliğin kaldırılması, imparatorluk ve sömürgecilik, farklı toplum ve uygarlıklar, gündelik yaşam, din, ekonomi, toplumsal hareketler ve kültürel etkileşimler gibi temaların da tarihsel incelemenin konusu hâline geldiği görülmektedir. Örneğin, güncel KS3 öğretim kaynaklarında kadınların Britanya toplumundaki rollerinin Orta Çağ'dan günümüze nasıl değiştiğinin incelendiği tematik bir ünite bulunmaktadır. Bu ünitede Orta Çağ'da kadınların konumundan Sanayi Devrimi'ne, kadınların oy hakkı mücadelesinden savaş sonrası Britanya'daki toplumsal değişime uzanan uzun dönemli bir tarihsel sorgulama gerçekleştirilmektedir.

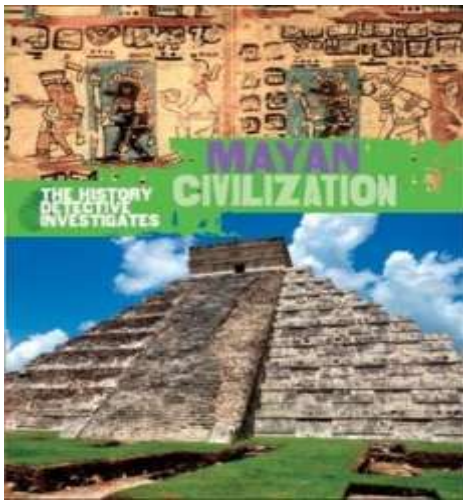
Benzer biçimde kadınların oy hakkı mücadelesi, "Britanya'da kadınların oy hakkını elde etmesi neden bu kadar uzun sürdü?" biçimindeki tarihsel bir problem üzerinden ele alınmaktadır.

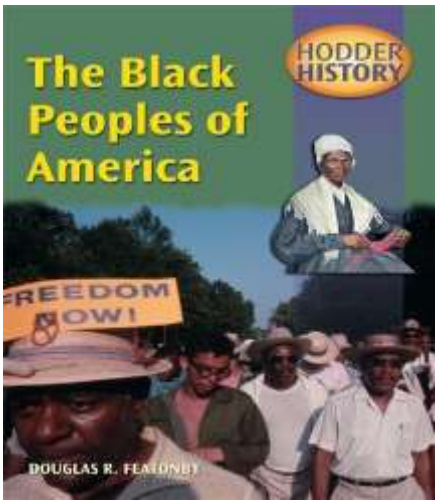
Dolayısıyla İngiliz tarih öğretim sistemindeki esneklik, yalnızca "hangi tarihsel dönemin öğretileceği" sorusuyla ilişkili değildir. Aynı zamanda "kimin tarihi, hangi tema üzerinden ve hangi tarihsel sorular aracılığıyla öğretilecektir?" sorularını da gündeme getirmektedir. Bu durum, tarih öğretiminin salt Britanya siyasi tarihi ve savaşlar ekseninde ilerleyen bir anlatının ötesine taşınmasına; sosyal tarih, kültürel tarih, yerel tarih ve dünya tarihinin farklı boyutlarının öğrencilerle buluşturulmasına olanak vermektedir. Bu çalışmada bu noktadan hareketle İngiltere'de özellikle Key Stage 2 ve Key Stage 3 düzeylerinde okul ve öğretmen tercihine açık olan tarih içeriklerinin niteliğinin incelenmesi; bu içeriklerin konu ve tema çeşitliliği açısından ortaya konulması ve İngiliz tarih öğretiminin geleneksel siyasi ve askerî tarih sınırlarının ne ölçüde ötesine geçtiğinin örnekler üzerinden tartışılması amaçlanmaktadır.

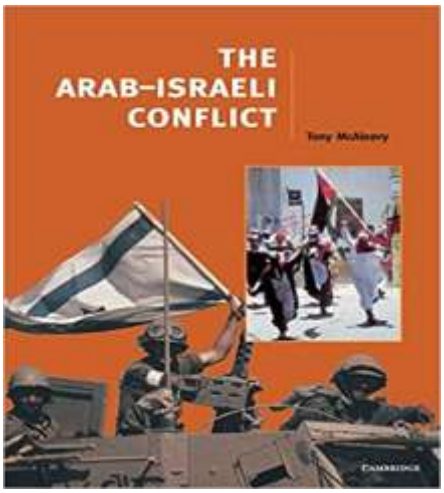
Bu temel bakış açısına bağlı olarak da bazı temel kavramlar karşımıza çıkmaktadır. Bunlar; *"Derinlikli Sorgulama/Derinlikli Çalışma" (Enquiry in Depth/World Depth Study)"*, *"Modern Dünya Tarihi Çalışmaları"*, *"Zaman İçinde Gelişim Çalışmaları (Study in Development)"* olmaktadır. *Derinlikli Sorgulama (Dünya):* Bu çalışmanın temel amacı, öğrencilerin farklı bir zaman ve mekandaki insanları anlamalarına yardımcı olmaktır. Geçmişin sınırlı ve açıkça tanımlanmış belirli bir periyodunun temel özelliklerinin ayrıntıları ile incelenmesini kapsamaktadır. Öğrencilerin geçmişteki olayların karmaşıklığını anlamalarını, farklı yaşayışları ve farklı inanış ve düşünüşleri duyumsayarak tarihsel olarak empati kurmalarını sağlamak diğer amaçlar arasındadır. Bu anlamda *Derinlikli Sorgulama*; tarihteki belirli kısa bir periyodu kapsamakta, o zaman dilimindeki sadece bir yeri/mekânı detaylı incelemekte, sıradan insanların (çocuk, kadın, erkek) yaşamlarına odaklanmakta ve insanların duygularına ve düşünüş motiflerine yoğunlaşmaktadır. Örneğin; "Rönesans İtalya'sı (1450-1500)"; "Güney Amerika'nın İspanyol Fethi: 1500-1550"; "Amerika'nın Batı'sı (1840-1895)"; "Rusya: 1905-1924", Almanya: 1919-1945 gibi konular (Kabapınar, 2018).

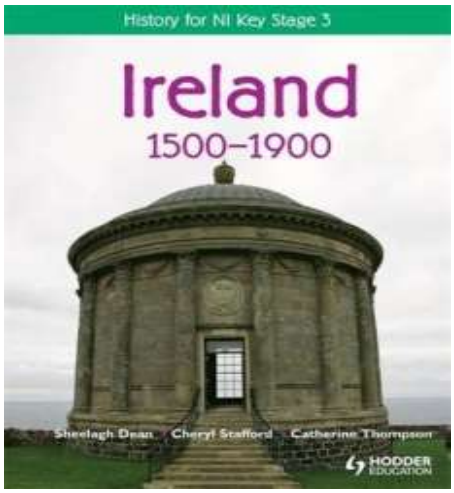
Modern Dünya Tarihi Çalışmaları: Günümüz dünyasında da izleri görülebilen sorunların tarihsel süreçte nasıl gelişim gösterdiğinin incelendiği tema da öğrencilerin önüne getirilmektedir. Sözgelimi, "Komünist Çin'in Yükselişi", "Arap-İsrail Sorunu", "İrlanda Sorunu", "Güney Afrika (1948-1994)"; "Avrupa'nın Birliğine Doğru" gibi. *Zaman İçinde Gelişim Çalışmaları:* Belirli bir konunun zaman içindeki gelişimini etkileyen faktörlerin irdelenmesini içermektedir. Örneğin; "Zaman İçerisinde İlaç ve Sağlık", "Zaman İçerisinde Suç ve Ceza", "Zaman İçerisinde Savaş ve Teknoloji" ile "Toplum İçerisinde Kadın" gibi (Kabapınar, 2018). Aşağıda bu konulardan bir bölümü ile ilgili basılan ders kitaplarının kapak sayfalarına yer verilmiştir.

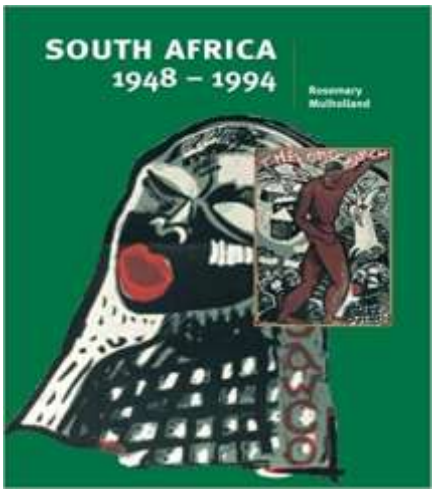


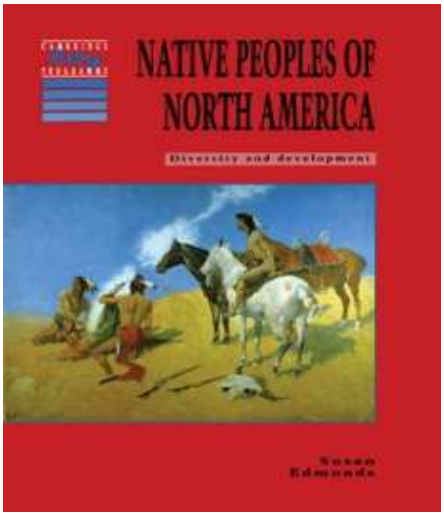


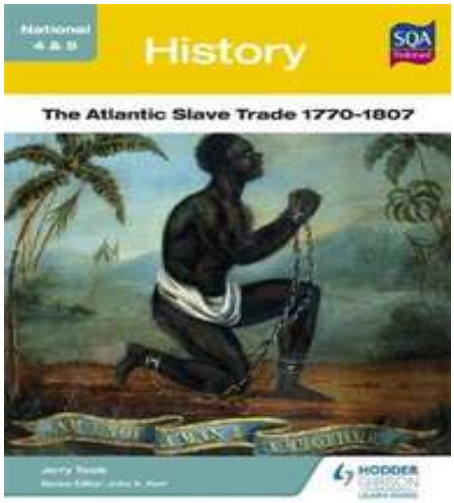


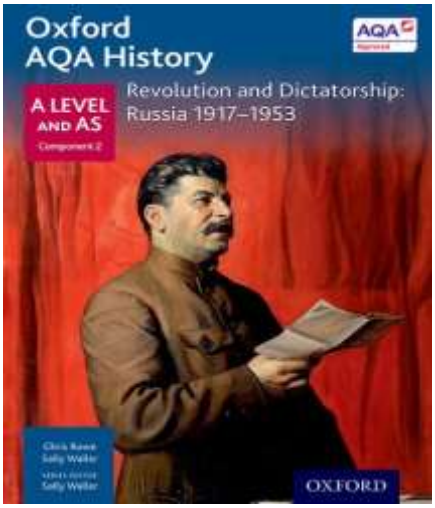




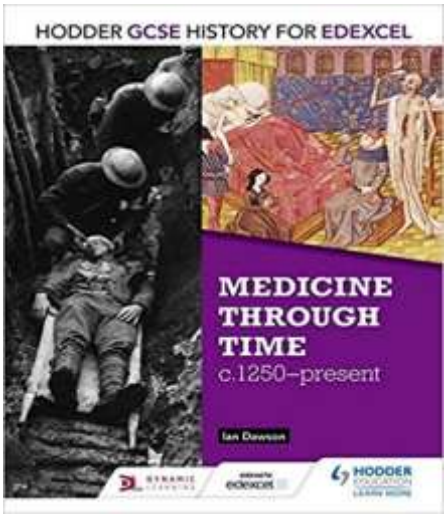


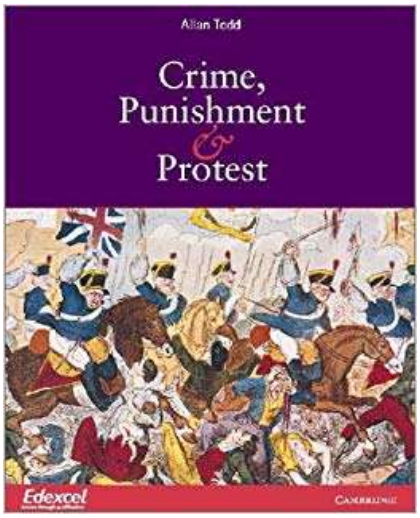


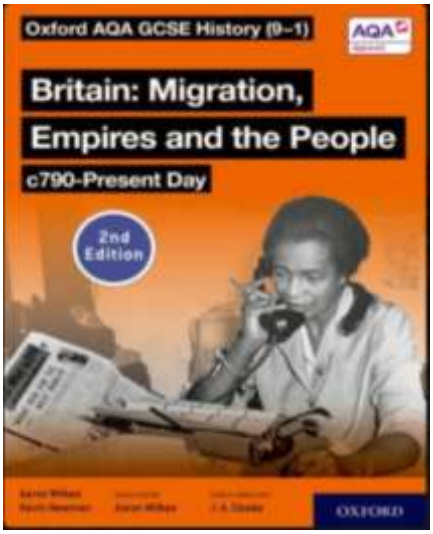


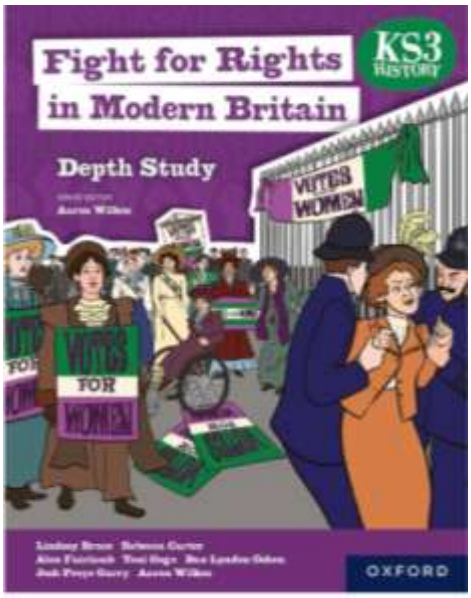


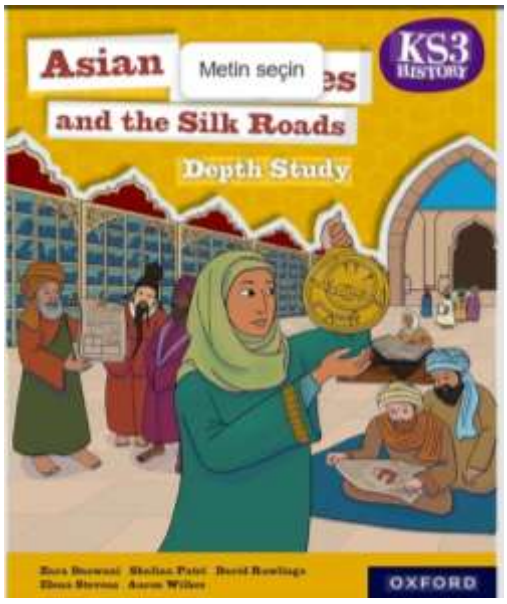
Yukarıdaki ders kitapları kapakları da göstermektedir ki, İngiliz tarih ders kitaplarında çok farklı ülke, mekân ve dönemlere ilişkin ötekinin tarihlerine yer verilmiştir. "İslam Dünyası", "Maya Uygarlığı", "Aztekler ve İspanyol Fethi: 1519-1535", "Rusya Devrimi ve Diktatörlük", "Atlantik Köle Ticareti 1770-1807", "Almanya 1890-1945: Demokrasi ve Diktatörlük", "Kuzey Amerika'nın Yerli Halkı", "Amerika 1920-1973: Fırsat ve Eşitsizlik", "Asya'da Mücadele:1950-1975", "Arap-İsrail Çatışması", "İrlanda 1500-1900", "Güney Afrika: 1948-1994", "Doğu ve Batı Arasında Tansiyon ve Çatışma: 1950-1975", İngiliz Milli Müfredatının farklı sınıflarında *Derinlikli Sorgulama* ya da *Modern Dünya Tarihi Çalışmaları* kapsamında öğrencilerin seçmeli konu olarak seçebileceği Dünya Tarihi kesitlerinden bazılarıdır (Kabapınar, 2018). Aşağıda ise *Zaman İçinde Gelişim Tematik Çalışmaları* kapsamında yer alan ders kitaplarından bazılarının kapaklarına yer verilmiştir.











"Zaman İçerisinde İlaç ve Sağlık", "Zaman İçerisinde Suç, Ceza ve Protesto", "Britanya'ya Göç Edenler: 1250'den Günümüze", "Teknoloji, Savaş ve Kimlikler", "Kadın Haklarının Gelişimi" gibi konular, uzun zaman dönemlerindeki değişim ve sürekliliği irdeleme ile farklı periyodlardaki uygulamalar arasında karşılaştırmalar yapma noktasında önemli inceleme alanlarıdır. Yine böylesi tematik incelemelerin, öğrenci için, tarih derslerini çok daha anlamlı kıldığı düşünülmektedir. Çünkü böylesi konular, öğrencilerin gündelik yaşamlarını şekillendiren konu ve sorunların tarihsel bağlam içerisinde nasıl geliştiğini anlamalarına katkı sağlamaktadır.

Sonuç olarak, İngiliz tarihi merkezde yer almak üzere Britanya tarihi ve Avrupa tarihi, milli müfredatın zorunlu akışının temel ağırlığını oluşturmaktadır. Buna karşılık öğrencilere, farklı sınıflarda ve farklı tema isimleri ile Dünya tarihinin farklı ülke, coğrafya ve medeniyetlerinin tarihini, çatışmalı sorunlarını öğrenmeye ilişkin seçenekler de sunulmaktadır. Bu anlamda İngiliz tarih öğretim programı ilginç bir deneyimi bizlere sunmaktadır. Ancak yine de bir tema ya da dönem olarak Osmanlı İmparatorluğu ya da Türk tarihine ilişkin bir konuya İngiliz Milli Müfredat Programı'nda yer verilmemesi önemli bir olumsuzluk olarak karşımıza çıkmaktadır.

Türkiye İçin Olası Yansımalar

İngiltere örneği, tarih öğretiminde ortak bir ulusal çerçevenin korunması ile okul ve öğretmenlere içerik seçme esnekliği tanınmasının birbiriyle çelişmek zorunda olmadığını göstermektedir. Bu yaklaşım, Türkiye açısından da tarih öğretiminin yalnızca kronolojik, siyasal ve askerî gelişmeler etrafında yapılandırılmasının ötesine geçilmesine yönelik önemli bir tartışma alanı açmaktadır. Öğrencilerin geçmişi yalnızca devletlerin, hükümdarların ve savaşların tarihi olarak değil; göç edenlerin, kadınların, çocukların, ailelerin, kentlerin, mesleklerin ve gündelik yaşam pratiklerinin tarihi olarak da görebilmeleri için tarih programlarının tematik modüllerle zenginleştirilmesi mümkündür. Bu bağlamda "Türkiye'de Göçlerin Tarihi", "Geçmişten Günümüze Çocuk Olmak", "Kadınların Tarihi ve Değişen Toplumsal Roller", "Mahallemin ve Kentimin Tarihi", "Sofranın Tarihi", "Oyun ve Oyuncakların Tarihi" ya da "Kervandan Hızlı Trene Ulaşımın Tarihi" gibi modüller, öğrencinin kendi yaşam dünyası ile tarihsel süreçler arasında daha güçlü bağlar kurmasına olanak sağlayabilecek örnekler olarak değerlendirilebilir.

Böyle bir yaklaşım, tarih öğretiminde mevcut içeriklerin terk edilmesini değil, tarihsel anlatının kapsamının genişletilmesini gerektirmektedir. Ortak tarihsel bilgi çekirdeğinin yanında okul ve öğretmenlerin belirli tematik modüller arasından seçim yapabilmesi hem yerel farklılıkların hem de öğrencilerin ilgi ve deneyimlerinin öğretim sürecine daha fazla yansıtılmasını sağlayabilir. Bu sayede tarih dersi, yalnızca geçmişte yaşanan olayların aktarımına dayalı bir ders olmaktan çıkarak öğrencilerin değişim ve süreklilik, neden-sonuç, kanıt, tarihsel önem ve farklı bakış açıları üzerinde düşündükleri daha canlı bir öğrenme alanına dönüşebilir. Dolayısıyla Türkiye açısından temel mesele, tarih programına daha fazla konu eklemekten çok, tarihsel içeriğin hangi perspektiflerden, hangi sorular etrafında ve hangi toplumsal aktörlerin deneyimleri üzerinden öğretileceğini yeniden düşünmektir.

KAYNAKLAR

Department for Education. (2013). *National curriculum in England: History programmes of study*. Department for Education.

Harris, R., & Reynolds, R. (2018). Exploring teachers' curriculum decision making: Insights from history education. *Oxford Review of Education, 44*(2), 139–155. https://doi.org/10.1080/03054985.2017.1352498

İnternet 1: https://www.gov.uk/government/publications/national-curriculum-in-england-history-programmes-of study/national- curriculum-in-england-history-programmes-of-study" (Key Stage 2), 2016

Kabapınar, Y. (1998) *English and Turkish History Textbooks: Design, Construction and Usability Issues* (Basılmamış Doktora Tezi), Leeds University, İngiltere

Kabapınar, Y. (2003). Eğitim Pedagojisi ve Tarih Metodolojisi Açısından Türk ve İngiliz Tarih Ders Kitapları. *Tarih ve Toplum*., 230, ss. 40-47.

Kabapınar, Y. (2018) İngiliz Tarih Ders Kitaplarında Türk İmajına Bakmak, *Dünyada Türk İmajı Tarih Ders Kitaplarındaki Durum* (ed. A. Şimşek) Ankara, PegemA.

Kabapınar, Y. (2025/editör). *Sıradan İnsanın ve Yaşamın Öyküsü Olarak Mikro Tarihi Öğrenmek ve Öğretmek*, Ankara, PegemA.

Kabapınar, Y. (2026/editör). *Kimlik Belirleyen Derslerde Kanıt Temelli Öğrenme,* (2. Baskı) Ankara, PegemA.

Ofsted. (2021). *Research review series: History*. Office for Standards in Education, Children's Services and Skills.

Ofsted. (2023). *Rich encounters with the past: History subject report*. Office for Standards in Education, Children's Services and Skills.

Smith, J., Harris, R., & Burn, K. (2025). History teachers as curriculum-makers in policy and practice: Quantitative insights from England and Scotland. *Journal of Education Policy, 40*(2), 288–312. https://doi.org/10.1080/02680939.2024.2357614

İNGİLTERE'DE ADI VE KAPSAMI İLGİNÇ BİR DERS OLARAK "PERSONAL, SOCIAL, HEALTH AND ECONOMIC" DERSİ (PSHE): TÜRKİYE İÇİN ÇIKARIMLAR

Prof. Dr. Yücel KABAPINAR
Marmara Üniversitesi, ykabapinar@marmara.edu.tr, ORCID *No:* 0000-0003-3456-0797

Özet

İngiltere'de adı ve kapsamı oldukça ilginç olan bir ders vardır. Dersin adı "Personal, Social, Health and Economic" (Kişisel, Sosyal, Sağlık ve Ekonomik Eğitim) olarak geçmektedir. Dersin müfredatı; öğrencilere sağlık, ilişkiler ve toplumsal yaşam becerileri kazandırmayı amaçlar. Ders kapsamı, temel olarak *Sağlık ve İyi Oluş*, *İlişkiler* ve *Geniş Dünya'da Yaşam* olmak üzere üç ana temadan oluşmaktadır. PSHE, İngiliz eğitim sisteminde *"Personal, Social, Health and Economic"* (Kişisel, Sosyal, Sağlık ve Ekonomik) anlamına gelen bir ders müfredatıdır. Bu anlamda ders, gençlerin sağlıklı, güvenli ve sorumlu birer birey olarak yetişmelerini amaçlayan rehberlik ve yaşam becerileri dersidir. PSHE dersi, akademik bir sınav başarısından ziyade, öğrencileri gerçek hayata hazırlamak için üç ana başlığa odaklanmaktadır: *Sağlık ve Refah (Health and Wellbeing)***:** Ergenlik değişimi, ruh sağlığı, dengeli beslenme, bağımlılıklar (alkol ve tütün gibi) ve ilk yardım. *İlişkiler (Relationships):* Sağlıklı arkadaşlıklar, akran baskısıyla baş etme, zorbalık (siber zorbalık dahil) ve çeşitliliğe saygı. *Geniş Dünyada Yaşamak (Living in the Wider World):* Finansal okuryazarlık (para yönetimi), kariyer planlama, dijital güvenlik ve vatandaşlık hakları. Yine bu dersin geliştirecekleri boyutlar, "gençlerin eleştirel düşünme becerilerini geliştirmek, riskli durumları fark etmelerini ve doğru kararlar almalarını sağlamak; okul içi uyumu ve toplumsal farkındalığı artırmak, "müfredat aracılığıyla bu gerçek hayattaki zorluklar ve fırsatlar karşısında çocukları ve gençleri desteklemek …" olarak ifade edilmiştir. Bu çerçevede araştırmayla bu dersin kapsamı ve Türk eğitim sistemi için olası yansımaların neler olabileceği tartışılacaktır.

Anahtar Kelimeler: PSHE, İngiltere, ergenlik

A COURSE WITH AN INTERESTING NAME AND SCOPE IN ENGLAND 'PERSONAL, SOCIAL, HEALTH AND ECONOMIC' (PSHE): IMPLICATIONS FOR TURKEY

Prof. Dr. Yücel KABAPINAR
Marmara Üniversitesi, ykabapinar@marmara.edu.tr, ORCID *No: 0000-0003-3456-0797*

Abstract

In the UK, there is a subject with a rather interesting name and scope. The subject is known as 'Personal, Social, Health and Economic' (PSHE). The curriculum aims to equip pupils with skills relating to health, relationships and social life. The subject is broadly structured around three main themes: Health and Wellbeing, Relationships, and Living in the Wider World. PSHE is a subject within the English education system that stands for 'Personal, Social, Health and Economic Education'. In this sense, the subject is a guidance and life skills course designed to help young people grow into healthy, safe and responsible individuals. Rather than focusing on academic exam success, the PSHE course concentrates on three main areas to prepare pupils for real life: Health and Wellbeing: Adolescent development, mental health, balanced nutrition, addictions (such as alcohol and tobacco) and first aid. Relationships: Healthy friendships, coping with peer pressure, bullying (including cyberbullying) and respect for diversity. Living in the Wider World: Financial literacy (money management), career planning, digital safety and citizenship rights. Furthermore, the objectives of this course have been outlined as follows: 'to develop young people's critical thinking skills, to enable them to recognize risky situations and make sound decisions; to enhance school integration and social awareness; and to support children and young people in facing these real-life challenges and opportunities through the curriculum…'. Within this framework, the research will discuss the scope of this subject and what the potential implications might be for the Turkish education system.

Keywords: PSHE, England, adolescence

1. PSHE'nin İngiliz Eğitim Sistemindeki Yeri

Personal, Social, Health and Economic Education (PSHE), İngiltere eğitim sisteminde çocuk ve gençlerin kişisel gelişimlerini, fiziksel ve ruhsal sağlıklarını, sosyal ilişkilerini, ekonomik yeterliklerini ve gelecekteki yetişkin yaşamına hazırlıklarını destekleyen geniş kapsamlı bir eğitim alanıdır. Türkçeye "Kişisel, Sosyal, Sağlık ve Ekonomi Eğitimi" biçiminde çevrilebilecek olan PSHE, öğrencinin yalnızca akademik bilgi edinmesini değil, günlük yaşamda karşılaşacağı durumları değerlendirebilmesini, bilinçli karar verebilmesini, riskleri yönetebilmesini ve giderek daha bağımsız bir yaşam sürdürebilmesini amaçlamaktadır.

PSHE'nin İngiliz eğitim sistemindeki statüsü kendine özgüdür. Department for Education (DfE), PSHE'yi bütün öğrencilerin eğitiminin "önemli ve gerekli" bir parçası olarak tanımlamakta ve bütün okulların PSHE eğitimi sunmasını beklemektedir. Bununla birlikte PSHE bütün olarak bağımsız ve zorunlu bir National Curriculum dersi değildir. Okullar, öğrencilerinin özellikleri ve yerel ihtiyaçları doğrultusunda programlarını belirleme konusunda önemli ölçüde esnekliğe sahiptir (Department for Education [DfE], 2021). Bununla birlikte PSHE kapsamında geleneksel olarak ele alınan bazı içerikler artık yasal zorunluluk taşımaktadır. İlköğretimde Relationships Education, ortaöğretimde Relationships and Sex Education (RSE), devlet tarafından finanse edilen ilköğretim ve ortaöğretim okullarında ise Health Education yasal çerçeveye bağlanmıştır. DfE tarafından 2025 yılında yayımlanan yenilenmiş Relationships Education, Relationships and Sex Education and Health Education rehberi 1 Eylül 2026 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Bu nedenle günümüzde PSHE'nin bir bölümü okulun tercihine açık daha geniş yaşam eğitimi içeriğinden, bir bölümü ise yasal olarak öğretilmesi gereken RSHE içeriğinden oluşmaktadır.

Bu noktada resmî National Curriculum yapısıyla PSHE Association'ın kullandığı terminolojiyi birbirinden ayırmak önemlidir. İngiltere'nin resmî National Curriculum sistemi Key Stage 1'den Key Stage 4'e kadar uzanmaktadır. Key Stage 1, 5–7; Key Stage 2, 7–11; Key Stage 3, 11–14 ve Key Stage 4, 14–16 yaş grubunu kapsamaktadır. Bununla birlikte 16–18 yaş arasındaki sixth form veya post-16 eğitim dönemi eğitim uygulamalarında sıklıkla "Key Stage 5" olarak adlandırılmaktadır. PSHE Association da kendi Programme of Study'sini **KS1–KS5** olarak yapılandırmaktadır. Bundan dolayı PSHE yalnızca ilkokula veya belirli bir Key Stage'e özgü bir ders olarak görülmemelidir. Aksine çocukluk döneminden ergenliğe ve oradan genç yetişkinliğe kadar devam eden, öğrencinin yaşına ve artan bağımsızlığına paralel olarak içeriği değişen gelişimsel bir yaşam eğitimi alanıdır.

2. PSHE'nin Temel Felsefesi: Çocuğu Yaşama Hazırlamak

PSHE'nin temelinde, okulun görevinin yalnızca öğrenciyi akademik sınavlara hazırlamak olmadığı düşüncesi bulunmaktadır. Çocuk ve gençlerin yaşamları boyunca karşılaşacakları problemlerin önemli bir bölümü belirli bir akademik disipline ait değildir. Bir genç arkadaşlık ilişkisi, sosyal medya kullanımı, sağlıkla ilgili bir karar, finansal bir seçim, iş başvurusu veya kişisel güvenliği ilgilendiren bir durumla karşılaştığında matematik, fen, tarih veya İngilizce dersinde öğrendiği bilgiler tek başına yeterli olmayabilir. Bu nedenle PSHE, öğrencilerin gerçek yaşamın gerektirdiği bilgi, beceri ve tutumları sistematik biçimde geliştirmelerini amaçlamaktadır.

Öğrencinin yalnızca "neyin doğru olduğunu bilmesi" değil, bir durumla karşılaştığında seçenekleri değerlendirmesi, muhtemel sonuçları tahmin etmesi ve gerekçeli bir karar verebilmesi önem kazanmaktadır. Örneğin, madde eğitiminin amacı yalnızca öğrencinin belirli maddelerin sağlığa zararlı olduğunu bilmesi değildir. Öğrencinin akran baskısını fark etmesi, madde kullanımının fiziksel ve ruhsal sağlık, ilişkiler, hukuk ve gelecekteki kariyer üzerindeki sonuçlarını değerlendirebilmesi, riskli bir durumda kendi güvenliğini koruyabilmesi ve gerektiğinde nereden yardım alacağını bilmesi de beklenmektedir. PSHE Association'ın güncel yaklaşımında da risk eğitimi sağlık, ilişkiler, ruh sağlığı, sosyal çevre ve gelecekteki yaşam fırsatlarıyla bağlantılı biçimde ele alınmaktadır.

Benzer şekilde ekonomik eğitim yalnızca paranın ne olduğunun veya matematiksel finans işlemlerinin öğretilmesi anlamına gelmemektedir. Öğrencinin ihtiyaç ve istekleri ayırt etmesi, bütçe oluşturması, tasarruf, borç ve kredi kavramlarını anlaması, tüketici olarak karar vermesi ve çevrim içi finansal dolandırıcılık gibi riskleri değerlendirebilmesi amaçlanmaktadır. PSHE'nin bu yapısı, öğrenciyi yalnızca bilgi sahibi bir kişi olarak değil, kendi yaşamında giderek daha fazla sorumluluk üstlenen **karar verici bir özne** olarak değerlendirdiğini göstermektedir.

3. PSHE'nin Üç Temel Alanı

PSHE Association'ın 2026 Programme of Study'si, PSHE eğitimini Key Stage 1'den Key Stage 5'e kadar üç temel tema altında yapılandırmaktadır: *Health and Wellbeing (Sağlık ve İyi Oluş)***,** *Relationships (İlişkiler) ve Living in the Wider World (Geniş Toplumsal Dünyada Yaşam)***.** Güncel program, 2026'da yürürlüğe giren RSHE gerekliliklerinin yanı sıra Economic Wellbeing ve Careers Education içeriklerini de tek bir gelişimsel yapı içerisinde birleştirmektedir.

Health and Wellbeing alanı fiziksel ve ruhsal sağlık, sağlıklı yaşam, uyku, beslenme, fiziksel etkinlik, kişisel hijyen, beden değişimleri, ergenlik, kişisel güvenlik, ilk yardım, ilaçlar, tütün, alkol ve diğer maddeler, bağımlılık ve risk yönetimi gibi konuları kapsamaktadır. Öğrencinin yaşının ilerlemesiyle içerik, sağlıklı davranışları tanımaktan kendi sağlığıyla ilgili bağımsız kararlar verebilmeye doğru gelişmektedir. Relationships alanında aile, arkadaşlık, güven, saygı, empati, kişisel sınırlar, zorbalık, ayrımcılık, çevrim içi ilişkiler, rıza ve romantik ilişkiler gibi konular ele alınmaktadır. Küçük yaşlarda paylaşma ve arkadaşlık gibi daha somut sosyal ilişkiler üzerinde durulurken ergenlik ve genç yetişkinlikte ilişkilerde güç, baskı, rıza, cinsellik ve karşılıklı sorumluluk gibi daha karmaşık sorunlar ele alınmaktadır. Living in the Wider World ise öğrencinin daha geniş ekonomik, toplumsal ve mesleki dünyayla ilişkisini konu edinmektedir. Para kullanımı, ekonomik iyi oluş, medya ve dijital okuryazarlık, eğitim ve kariyer seçimleri, çalışma yaşamı, kişisel hedefler ve toplumdaki sorumluluklar bu alan içerisinde değerlendirilmektedir.Bu üçlü yapı, PSHE'nin yalnızca "kişisel gelişim" veya "sağlık eğitimi" olarak görülmemesi gerektiğini ortaya koymaktadır. PSHE aslında öğrencinin kendisiyle, diğer insanlarla ve daha geniş toplumsal dünyayla ilişkisini birlikte ele almaktadır.

4. Key Stage'lere Göre PSHE'nin Gelişimsel Yapısı

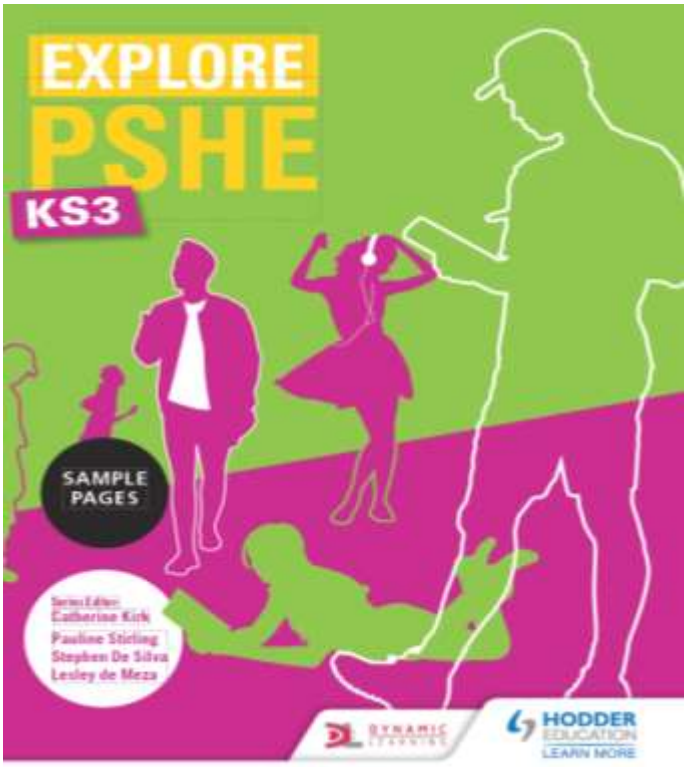
PSHE programını anlamanın en uygun yollarından biri, aynı temel kavramların öğrencinin yaşı ilerledikçe nasıl yeniden yapılandırıldığını incelemektir. PSHE Association da en etkili yaklaşımın önceki öğrenmeler üzerine kurulan sıralı ve sarmal bir program olduğunu vurgulamaktadır. Bu modelde konular bir kez öğretilerek tamamlanmamakta; farklı gelişim dönemlerinde giderek daha karmaşık biçimde yeniden ele alınmaktadır.

Aşama	Yaş	Temel yönelim
KS1	5–7	Kendini, duyguları, arkadaşlığı, temel sağlık ve güvenliği tanıma
KS2	7–11	Artan sosyal sorumluluk, ilişkiler, beden değişimleri, güvenlik ve temel ekonomik farkındalık
KS3	11–14	Ergenlik, kimlik, ruh sağlığı, ilişkiler, rıza, risk, dijital yaşam ve kariyer
KS4	14–16	Bağımsız karar verme, cinsel sağlık, risk yönetimi, finans, çalışma ve gelecek planlaması
KS5/Post-16	16–18	Bağımsız yetişkin yaşamı, sağlık hizmetleri, yetişkin ilişkileri, para, iş, üniversite ve kişisel güvenlik

PSHE eğitimi, öğrencilerin yaş ve gelişim düzeylerine göre giderek karmaşıklaşan bir yapı göstermektedir. Key Stage 1'de çocukların öncelikle kendilerini, duygularını ve yakın çevrelerini tanımaları amaçlanır. Arkadaşlık, paylaşma, saygı, temel sağlık ve hijyen, güvenlik, kurallar ve para kullanımına ilişkin ilk kavramlar bu dönemin başlıca konularıdır. Key Stage 2'de ise öğrencilerin sosyal çevreleri genişlerken sorumluluk ve bağımsızlıkları da

artar. Bu nedenle arkadaşlık ilişkileri artık güven, çatışma, zorbalık ve akran baskısı gibi daha karmaşık boyutlarıyla ele alınır. Ergenliğe hazırlık, beden değişimleri, ruhsal iyi oluş, çevrim içi güvenlik, kişisel bilgilerin korunması, tasarruf ve temel kariyer farkındalığı da bu aşamada önem kazanır.

Key Stage 3'te PSHE içeriği ergenlik, kimlik, ruh sağlığı, romantik ilişkiler, kişisel sınırlar, rıza, madde kullanımı, dijital yaşam ve risk değerlendirme gibi konulara doğru genişler. Öğrencilerden artık yalnızca riskleri tanımaları değil, bu risklerin olası sonuçlarını değerlendirmeleri ve daha bilinçli kararlar vermeleri beklenir. Aynı dönemde kariyer, para yönetimi ve geleceğe ilişkin eğitim tercihleri de daha görünür hâle gelir. Ayrıca Citizenship dersi bu aşamada zorunlu hâle gelir ve demokrasi, hukuk, haklar, sorumluluklar ve toplumsal katılım gibi konular PSHE'den ayrı fakat onunla ilişkili bir çerçevede ele alınır. Aşağıda bu dersin Key Stage 3 düzeyindeki ders kitabının içindekiler sayfalarına yer verilmiştir.



Contents

1 Introducing PSHE education
1.1 What is PSHE?
1.2 How will we work together?
2 Growing
2.1 How is year 7 different
2.2 What happens at puberty?
2.3 Menstrual wellbeing
2.4 Personal hygiene
2.5 Why am I feeling like this?
2.6 Why are friends important?
3 Relationships
3.1 What are the different types of relationships?
3.2 What is a healthy relationship?
3.3 Communication skills
3.4 Is commitment important in relationships?
3.5 Abuse in relationships
4 Sex, sexuality and sexual health
4.1 Choices around sex
4.2 Pornography and sexting
4.3 Sex and the law
4.4 Conception, pregnancy and birth
4.5 What is contraception?
4.6 What are STIs?
5 Drugs, alcohol and tobacco
5.1 Drugs – an introduction
5.2 Drugs and the law
5.3 Alcohol
5.4 Smoking
5.5 Impact of drug taking
5.6 How do I manage situations involving drugs?

Contents

6 Emotional wellbeing and mental
6.1 What is emotional wellbeing and mental health
6.2 What is resilience?
6.3 Feelings and how to manage them
6.4 What impacts on emotional wellbeing?
6.5 How do I cope with loss and bereavement?
6.6 Recognising the signs of mental illness
6.7 Ways to maintain emotional wellbeing
6.8 Who can help?

7 Healthy lifestyle
7.1 What do we need to keep healthy?
7.2 Healthy eating
7.3 Exercise
7.4 Things that support our health
7.5 When things go wrong with our health

8 Risk and safety
8.1 What do we mean by risk?
8.2 How do we manage risky situations?
8.3 Being assertive and dealing with pressure
8.4 Bullying
8.5 Gambling
8.6 Gangs and knife crime
8.7 Female genital mutilation
8.8 First aid and CPR
8.9 Who can help?

9 Identity
9.1 Who am I?
9.2 What does family mean?
9.3 How do I contribute to family life?
9.4 Gender identity and stereotypes
9.5 Faith and values
9.6 How am I doing?
9.7 What are my rights and responsibilities?

10 Communities
10.1 Who is in our communities?
10.2 How do I feel about difference?
10.3 How can we value each other?
10.4 What makes a successful community?
10.5 What can cause problems in our communities?
10.6 Hate crime and radicalisation
10.7 How can I contribute to my community?
10.8 What do voluntary agencies do?
10.9 How can we challenge prejudice and discrimination?

11 Planning for the future
11.1 What are my aspirations?
11.2 How do I work best with others?
11.3 Skills for working with others
11.4 Goal setting
11.5 How do I plan for my future?
11.6 My personal brand
11.7 What do I need to plan for?
11.8 What opportunities are out there for me?
11.9 How do I improve my prospects?
11.10 What does the law say about work?

12 Money and me
12.1 How do I save and how do I budget?
12.2 What influences our spending?
12.3 How enterprising am I?

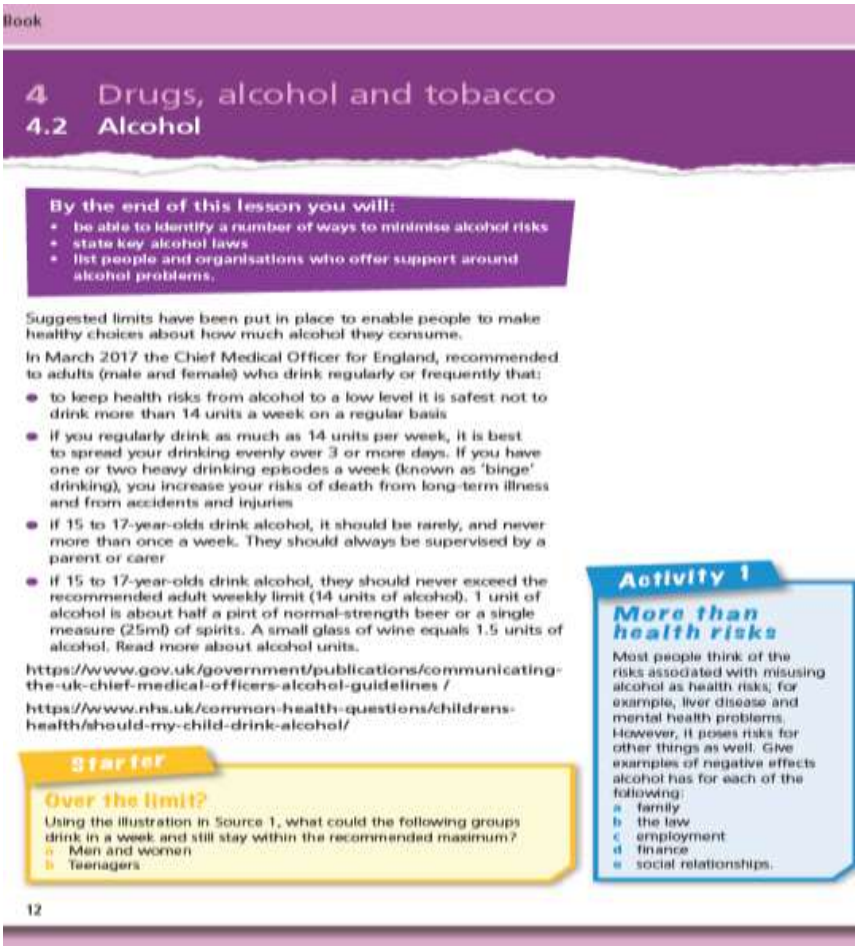
Yukarıda paylaşılan *Explore PSHE KS3* kitabı, İngiltere'de Key Stage 3 düzeyindeki öğrenciler için hazırlanmış, kişisel, sosyal, sağlık ve ekonomik eğitimi bütüncül biçimde ele alan kapsamlı bir ders kitabıdır. Kitabın içindekiler yapısı incelendiğinde PSHE'nin yalnızca sağlık ya da kişisel gelişimle sınırlandırılmadığı; öğrencilerin ergenlikten sosyal ilişkilere, ruh sağlığından toplumsal yaşama, risklerden ekonomik kararlara kadar geniş bir yaşam alanına hazırlanmalarının amaçlandığı görülmektedir. Kitap, PSHE'nin ne olduğu ve dersin nasıl yürütüleceğini açıklayan bir giriş bölümünün ardından öğrencinin gelişimsel ihtiyaçlarına paralel olarak daha karmaşık yaşam konularına yönelmektedir.

İçerikte özellikle *ergenlik ve büyüme, ilişkiler, cinsellik ve cinsel sağlık, alkol-tütün ve diğer maddeler, duygusal iyi oluş ve ruh sağlığı, sağlıklı yaşam ile risk ve güvenlik* başlıkları önemli yer tutmaktadır. Ergenlik dönemine ilişkin fiziksel ve duygusal değişimler, kişisel hijyen ve arkadaşlığın önemi gibi konular; sağlıklı ilişkiler, iletişim, istismarcı ilişkiler, cinsel sağlık, gebeliği önleme yöntemleri ve cinsel yolla bulaşan enfeksiyonlarla ilişkilendirilmektedir. Bunun yanında madde kullanımı, alkol, sigara, akran baskısı, zorbalık, çete ve bıçak suçları, kumar ve ilk yardım gibi başlıkların bulunması, kitabın öğrencilerin yalnızca bilgi edinmelerini değil, günlük yaşamda karşılaşabilecekleri *riskleri tanımalarını ve bu riskler karşısında uygun kararlar geliştirmelerini* hedeflediğini göstermektedir.

Kitabın bir diğer dikkat çekici boyutu, PSHE'yi öğrencinin yalnızca bireysel sağlığıyla sınırlamayıp *kimlik, topluluk, gelecek planlaması ve ekonomik yaşam* ile ilişkilendirmesidir. "Identity" bölümünde aile, toplumsal cinsiyet kimliği ve kalıpyargılar, inanç ve değerler, kişisel hak ve sorumluluklar ele alınırken; "Communities" bölümünde farklılıklara saygı, toplumsal uyum, nefret suçu, radikalleşme, önyargı ve ayrımcılık gibi daha geniş toplumsal konulara yer verilmektedir. "Planning for the Future" bölümünde öğrencilerin hedef belirleme, birlikte çalışma, mesleki beceriler geliştirme ve kariyerlerini planlamaları; "Money and Me" bölümünde ise tasarruf, bütçe oluşturma, harcamaları etkileyen unsurlar ve girişimcilik üzerinde durulmaktadır. Bu yapı, PSHE'nin

öğrenciyi yalnızca mevcut okul yaşamına değil, *bağımsız yetişkin yaşamına ve çalışma hayatına da hazırlayan gelişimsel bir eğitim alanı* olarak tasarlandığını ortaya koymaktadır.

Genel olarak kitap, Key Stage 3 öğrencisinin *"kendini tanıma → ilişkilerini yönetme → riskleri değerlendirme → toplumsal çevresini anlama → geleceğini ve ekonomik yaşamını planlama"* şeklinde ilerleyen bir gelişim çizgisini desteklemektedir. Bu yönüyle *Explore PSHE KS3*, bilgi aktarımının ötesine geçen; sağlık, iyi oluş, sosyal ilişkiler, güvenlik, vatandaşlıkla ilişkili toplumsal sorunlar ve ekonomik yeterlikleri bir araya getiren bütüncül PSHE anlayışının somut bir ders kitabı örneği olarak değerlendirilebilir. Aşağıda aynı ders kitabından alkol tüketimi konusunun nasıl işlendiği sunulmuştur.



Book

4 Drugs, alcohol and tobacco

4.2 Alcohol

By the end of this lesson you will:
- be able to identify a number of ways to minimise alcohol risks
- state key alcohol laws
- list people and organisations who offer support around alcohol problems.

Suggested limits have been put in place to enable people to make healthy choices about how much alcohol they consume.

In March 2017 the Chief Medical Officer for England, recommended to adults (male and female) who drink regularly or frequently that:

- to keep health risks from alcohol to a low level it is safest not to drink more than 14 units a week on a regular basis
- if you regularly drink as much as 14 units per week, it is best to spread your drinking evenly over 3 or more days. If you have one or two heavy drinking episodes a week (known as 'binge' drinking), you increase your risks of death from long-term illness and from accidents and injuries
- if 15 to 17-year-olds drink alcohol, it should be rarely, and never more than once a week. They should always be supervised by a parent or carer
- if 15 to 17-year-olds drink alcohol, they should never exceed the recommended adult weekly limit (14 units of alcohol). 1 unit of alcohol is about half a pint of normal-strength beer or a single measure (25ml) of spirits. A small glass of wine equals 1.5 units of alcohol. Read more about alcohol units.

https://www.gov.uk/government/publications/communicating-the-uk-chief-medical-officers-alcohol-guidelines /

https://www.nhs.uk/common-health-questions/childrens-health/should-my-child-drink-alcohol/

Starter

Over the limit?

Using the illustration in Source 1, what could the following groups drink in a week and still stay within the recommended maximum?
a Men and women
b Teenagers

Activity 1

More than health risks

Most people think of the risks associated with misusing alcohol as health risks; for example, liver disease and mental health problems. However, it poses risks for other things as well. Give examples of negative effects alcohol has for each of the following:
a family
b the law
c employment
d finance
e social relationships.

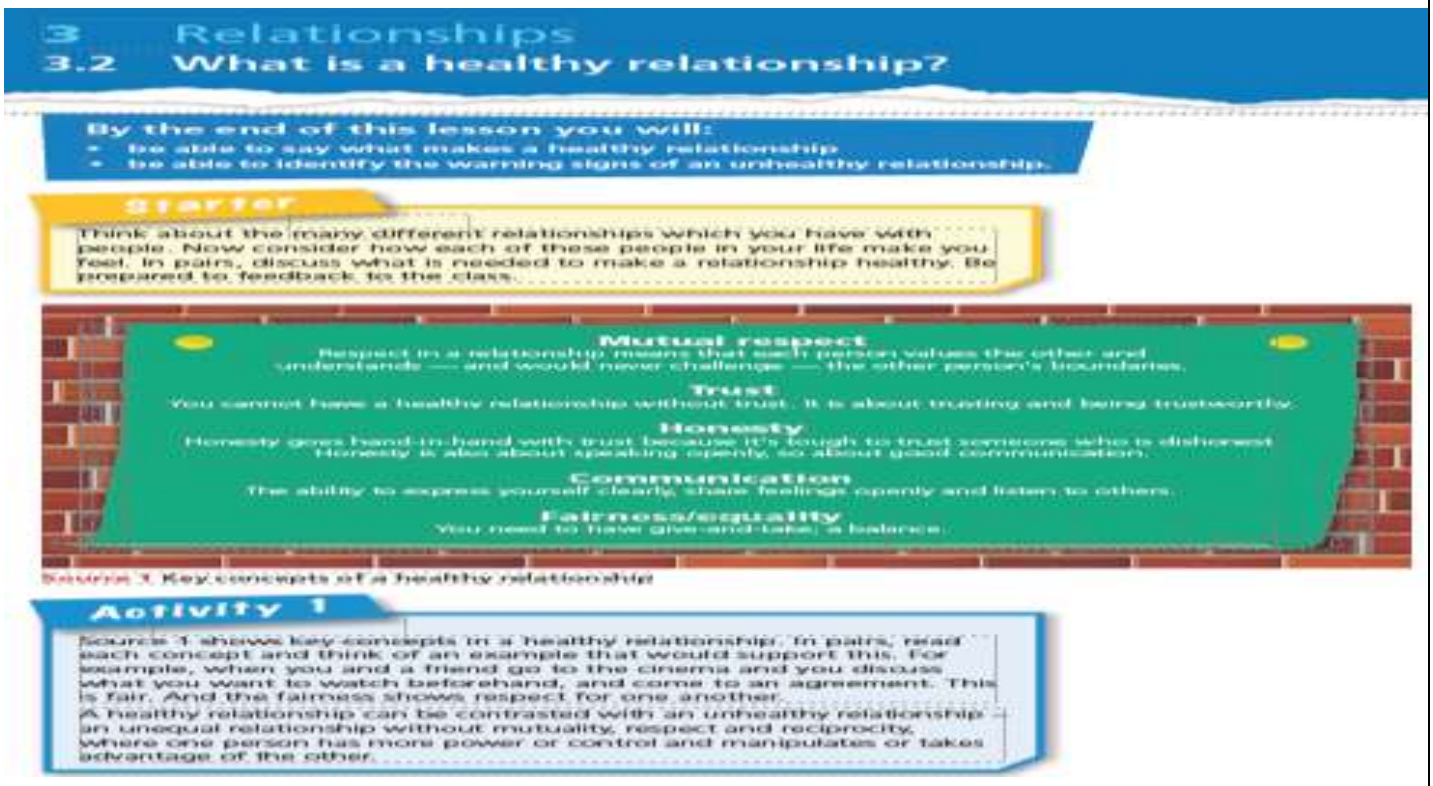
12

Source 1 How many units?

To help understand the number of units in alcohol, producers of alcoholic drinks have been encouraged to display the number of units in their drinks clearly on the label. There are also 'apps' available so consumers can track their alcohol consumption. An example of this is the 'Drinkaware' app, which allows you to track the units and calories in your drinks, provides information about the health benefits of cutting down, and sets targets and goals to reduce intake.

The law relating to underage drinking is intended to prevent people under 18 buying alcohol (see page 28). However, underage drinking is common, and the parent in Source 2 on the next page is struggling to decide what to do about her daughter's request.

Bu konu başlığında *alkol kullanımı ve sağlık riskleri* ele alınmaktadır. Öğrencilerin alkolün fiziksel ve ruhsal sağlık üzerindeki etkilerini, riskleri azaltma yollarını ve destek kaynaklarını tanımaları amaçlanmaktadır. Konu; kazalar, yaralanmalar ve uzun dönemli sağlık sorunlarının yanı sıra *aile, eğitim, iş yaşamı, finansal durum ve sosyal ilişkiler* üzerindeki olası etkilerle birlikte değerlendirilmektedir. Ayrıca alkol miktarını anlamaya yardımcı olan *"unit" kavramı* somut içecek örnekleri üzerinden açıklanmakta; etiketler ve "Drinkaware" gibi araçlarla tüketimin nasıl takip edilebileceği gösterilmektedir. Reşit olmayanların alkol kullanımı ve ilgili hukuki düzenlemeler de ele alınarak konu, yalnızca sağlık bilgisi değil; *risk yönetimi, karar verme ve yasal sorumluluklar* çerçevesinde işlenmektedir. Yine aynı kitabın "İlişkiler" temasından "What is healthy relationship" (Sağlıklı İlişki Nedir?) adlı konu aşağıdaki gibi işlenmiştir.


3 Relationships

3.2 What is a healthy relationship?

By the end of this lesson you will:
- be able to say what makes a healthy relationship
- be able to identify the warning signs of an unhealthy relationship.

Starter

Think about the many different relationships which you have with people. Now consider how each of these people in your life make you feel. In pairs, discuss what is needed to make a relationship healthy. Be prepared to feedback to the class.

Mutual respect
Respect in a relationship means that each person values the other and understands — and would never challenge — the other person's boundaries.

Trust
You cannot have a healthy relationship without trust. It is about trusting and being trustworthy.

Honesty
Honesty goes hand-in-hand with trust because it's tough to trust someone who is dishonest. Honesty is also about speaking openly, so about good communication.

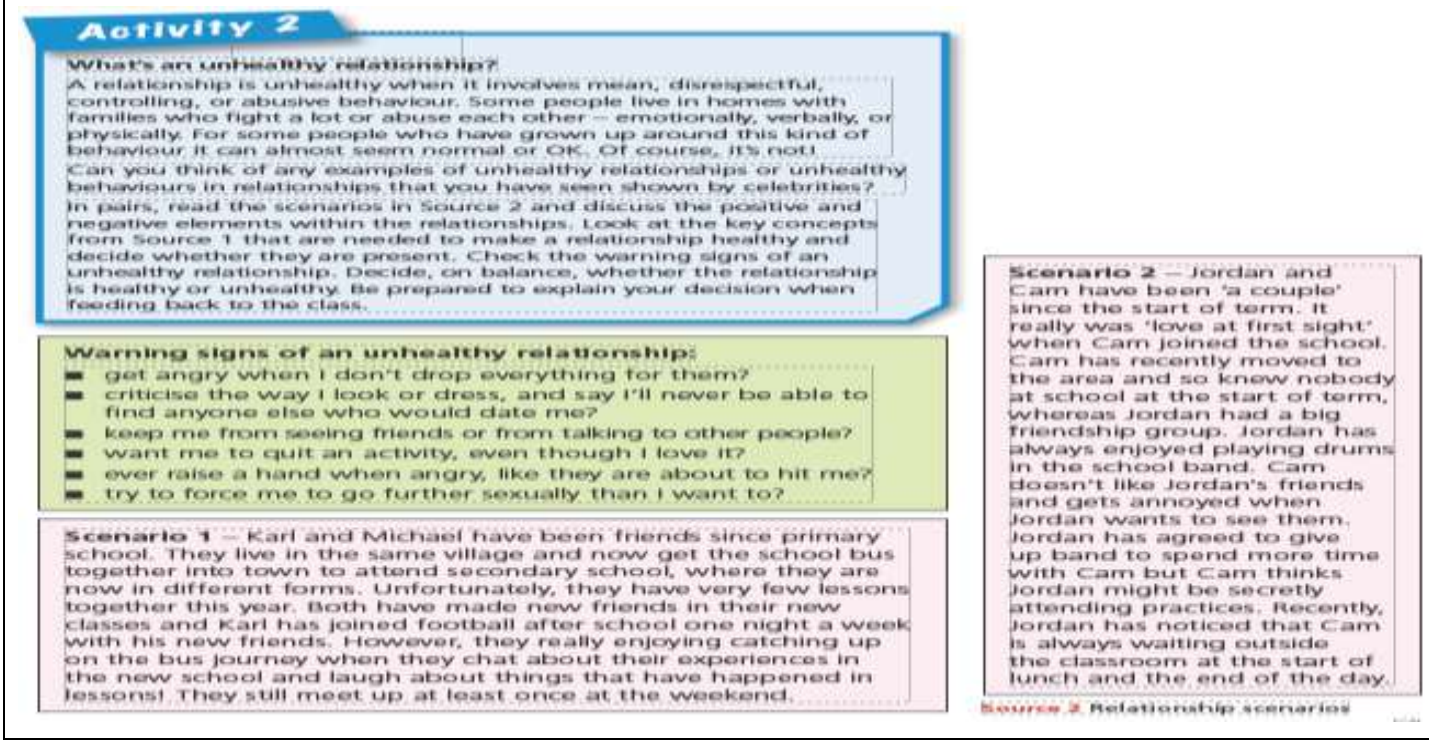
Communication
The ability to express yourself clearly, share feelings openly and listen to others.

Fairness/equality
You need to have give-and-take; a balance.

Source 1 Key concepts of a healthy relationship

Activity 1

Source 1 shows key concepts in a healthy relationship. In pairs, read each concept and think of an example that would support this. For example, when you and a friend go to the cinema and you discuss what you want to watch beforehand, and come to an agreement. This is fair. And the fairness shows respect for one another.
A healthy relationship can be contrasted with an unhealthy relationship – an unequal relationship without mutuality, respect and reciprocity, where one person has more power or control and manipulates or takes advantage of the other.


Activity 2

What's an unhealthy relationship?
A relationship is unhealthy when it involves mean, disrespectful, controlling, or abusive behaviour. Some people live in homes with families who fight a lot or abuse each other — emotionally, verbally, or physically. For some people who have grown up around this kind of behaviour it can almost seem normal or OK. Of course, it's not!
Can you think of any examples of unhealthy relationships or unhealthy behaviours in relationships that you have seen shown by celebrities?
In pairs, read the scenarios in Source 2 and discuss the positive and negative elements within the relationships. Look at the key concepts from Source 1 that are needed to make a relationship healthy and decide whether they are present. Check the warning signs of an unhealthy relationship. Decide, on balance, whether the relationship is healthy or unhealthy. Be prepared to explain your decision when feeding back to the class.

Warning signs of an unhealthy relationship:
- get angry when I don't drop everything for them?
- criticise the way I look or dress, and say I'll never be able to find anyone else who would date me?
- keep me from seeing friends or from talking to other people?
- want me to quit an activity, even though I love it?
- ever raise a hand when angry, like they are about to hit me?
- try to force me to go further sexually than I want to?

Scenario 1 – Karl and Michael have been friends since primary school. They live in the same village and now get the school bus together into town to attend secondary school, where they are now in different forms. Unfortunately, they have very few lessons together this year. Both have made new friends in their new classes and Karl has joined football after school one night a week with his new friends. However, they really enjoying catching up on the bus journey when they chat about their experiences in the new school and laugh about things that have happened in lessons! They still meet up at least once at the weekend.

Scenario 2 – Jordan and Cam have been 'a couple' since the start of term. It really was 'love at first sight' when Cam joined the school. Cam has recently moved to the area and so knew nobody at school at the start of term, whereas Jordan had a big friendship group. Jordan has always enjoyed playing drums in the school band. Cam doesn't like Jordan's friends and gets annoyed when Jordan wants to see them. Jordan has agreed to give up band to spend more time with Cam but Cam thinks Jordan might be secretly attending practices. Recently, Jordan has noticed that Cam is always waiting outside the classroom at the start of lunch and the end of the day.

Source 2 Relationship scenarios

Bu bölüm, *sağlıklı ve sağlıksız ilişkileri ayırt etme* üzerine kurulmuştur. Öğrencilerin sağlıklı bir ilişkinin temel özelliklerini tanımlamaları ve sağlıksız ilişkilere ilişkin uyarı işaretlerini fark etmeleri amaçlanmaktadır. Sağlıklı ilişkiler; karşılıklı saygı, güven, dürüstlük, açık iletişim, adalet ve eşitlik gibi kavramlar üzerinden açıklanmakta; öğrencilerden bu kavramları günlük yaşam örnekleriyle ilişkilendirmeleri istenmektedir. Böylece ilişki konusu

yalnızca romantik ilişkilerle sınırlandırılmayıp arkadaşlık, aile ve akran ilişkilerini de kapsayan daha geniş bir çerçevede ele alınmaktadır.

Devamında öğrenciler, *kontrol edici, baskıcı, aşağılayıcı veya istismar edici davranışları* tanımaya yönlendirilmektedir. Arkadaşlardan uzaklaştırma, kıyafet veya görünüşü eleştirme, sevilen etkinliklerden vazgeçirmeye çalışma, öfke ve fiziksel tehdit, cinsel baskı gibi davranışlar sağlıksız ilişkinin işaretleri olarak sunulmaktadır. Öğrenciler verilen senaryoları inceleyerek ilişkilerde olumlu ve olumsuz unsurları belirlemekte, ilişkinin sağlıklı olup olmadığına karar vermekte ve bu kararlarını gerekçelendirmektedir. Bu yönüyle bölüm, bilgi vermenin ötesinde öğrencilerin *ilişki dinamiklerini değerlendirme, risk işaretlerini fark etme ve gerekçeli karar verme becerilerini* geliştirmeyi hedeflemektedir.

Key Stage 4'te ise öğrenciler yetişkin yaşama daha fazla yaklaşır. Bu nedenle sağlık, cinsel sağlık, ilişkilerde sorumluluk, kişisel güvenlik, risk yönetimi, finansal kararlar, meslek seçimi ve iş yaşamına hazırlık daha somut biçimde işlenir. Öğrencilerden kısa ve uzun vadeli sonuçları düşünmeleri, seçenekleri karşılaştırmaları ve kendi yaşamlarıyla ilgili daha bağımsız kararlar verebilmeleri beklenir. Key Stage 5/Post-16 döneminde ise PSHE'nin odağı bağımsız yetişkin yaşamına geçiştir. Sağlık hizmetlerine erişim, yetişkin ilişkileri, bağımsız seyahat, kişisel güvenlik, gelir-gider yönetimi, finansal riskler, üniversite ve iş yaşamına hazırlık gibi konular öne çıkar. Genel olarak PSHE, çocukluktan genç yetişkinliğe doğru ilerleyen sarmal bir yapı sergilemektedir. Aynı temel konular farklı yaşlarda yeniden ele alınmakta, ancak öğrencinin artan bağımsızlığı ve sorumluluğuna paralel olarak içerik giderek daha karmaşık hâle gelmektedir. Bu nedenle PSHE'nin temel amacı yalnızca bilgi kazandırmak değil, öğrencilerin gerçek yaşam durumlarında sağlıklı, güvenli ve gerekçeli kararlar verebilmelerini desteklemektir.

5. PSHE, RSHE ve Citizenship Arasındaki Ayrım

İngiltere'de bu üç kavramın birbirine karıştırılmaması gerekir. *PSHE*, en geniş çerçevedir. Sağlık, ilişkiler, kişisel güvenlik, ekonomik iyi oluş, kariyer ve diğer yaşam becerilerini içine alır. *RSHE*, Relationships, Sex and Health Education alanını ifade eder ve PSHE'nin önemli bir bölümünü oluşturur. Güncel DfE rehberi Relationships Education, RSE ve Health Education için yasal gereklilikleri tanımlamaktadır. Ancak ekonomik iyi oluş, finansal okuryazarlık ve kariyer gibi PSHE alanlarının tamamını kapsamaz. *Citizenship* ise farklı bir National Curriculum alanıdır ve özellikle KS3 ve KS4'te zorunludur. Demokrasi, hükümet, Parlamento, seçimler, hukuk, adalet sistemi, vatandaşların hak ve sorumlulukları ve kamusal katılım Citizenship eğitiminin belirleyici konularıdır. Bu nedenle PSHE ile Citizenship arasında önemli örtüşmeler bulunmasına rağmen ikisinin amaçları bütünüyle aynı değildir. Finansal kararlar, toplumsal sorumluluk veya toplum yaşamı gibi konular her iki alanda da görülebilir; ancak Citizenship'in ağırlık merkezi kamusal ve siyasal vatandaşlık, PSHE'nin ağırlık merkezi ise bireyin kişisel, sosyal ve ekonomik yaşamını yönetme yeterliğidir.

6. Öğretim Yaklaşımı: Bilgiden Karar Vermeye

PSHE'nin niteliği öğretim yöntemlerini de etkilemektedir. Dersin amacı öğrencinin yalnızca kavramları hatırlaması olmadığı için tek yönlü bilgi aktarımına dayalı öğretim yeterli görülmemektedir. PSHE'de öğrencinin bir senaryoyu incelemesi, seçenekleri karşılaştırması, olası sonuçları değerlendirmesi ve kararını gerekçelendirmesi önem taşımaktadır. Bu nedenle örnek olay, problem durumu, rol oynama, tartışma, karar verme, medya analizi ve senaryo temelli etkinlikler PSHE öğretiminde önemli işlevler üstlenebilir. Bu yaklaşım sosyal ve duygusal öğrenme alanındaki araştırmalarla da ilişkilidir. Durlak ve arkadaşlarının (2011) 213 okul temelli program ve 270.034 öğrenci üzerinde gerçekleştirdiği meta-analiz, iyi yapılandırılmış sosyal ve duygusal öğrenme programlarının öğrencilerin sosyal-duygusal becerileri, tutumları ve davranışları üzerinde olumlu etkiler gösterebildiğini ve akademik performansta da olumlu sonuçlarla ilişkili olduğunu göstermiştir. Araştırma ayrıca sıralı, aktif, odaklı ve açık beceri öğretiminin uygulama başarısı açısından önemine dikkat çekmiştir (Durlak et al., 2011). Bununla birlikte PSHE, sosyal-duygusal öğrenmeyle eş anlamlı değildir. Ruh sağlığı ve duygusal

beceriler PSHE'nin yalnızca bir bölümüdür; ilişkiler, sağlık, güvenlik, finans, kariyer ve ekonomik yaşam gibi diğer alanlar PSHE'nin kapsamını önemli ölçüde genişletmektedir.

7. Genel Değerlendirme

İngiltere'de PSHE eğitimini belirli bir Key Stage ile sınırlandırmak, alanın temel niteliğini gözden kaçırmaya neden olur. PSHE'nin karakteristik özelliği, çocuğun beş yaşından genç yetişkinliğe kadar değişen yaşam koşullarına paralel biçimde ilerleyen gelişimsel bir program olmasıdır. Key Stage 1'de kendini ve yakın çevresini anlamaya çalışan çocuk, Key Stage 2'de ilişkilerini ve artan sorumluluklarını yönetmeye başlamaktadır. Key Stage 3'te ergenlik, kimlik, akran ilişkileri ve riskler ön plana çıkmakta; Key Stage 4'te kararların uzun vadeli sonuçları, yetişkin ilişkileri, ekonomik yaşam ve gelecek planlaması önem kazanmaktadır. Key Stage 5/Post-16 döneminde ise PSHE artık büyük ölçüde öğrencinin bağımsız yetişkin yaşamını yönetebilmesini desteklemeye yönelmektedir.

Dolayısıyla Key Stage'ler arasındaki fark, yalnızca öğrenciye öğretilen konu sayısının artması değildir. Asıl değişim öğrencinin özne olarak konumundadır. Küçük yaşlarda yetişkinler tarafından korunan ve yönlendirilen çocuk, eğitim süreci ilerledikçe riskleri kendisi değerlendiren, ilişkileri konusunda karar veren, sağlığının sorumluluğunu üstlenen, ekonomik seçimler yapan ve geleceğini planlayan genç yetişkine dönüşmektedir. Bu bakımdan PSHE'nin bütün Key Stage'ler boyunca izlediği gelişimsel çizgi, alanın temel eğitim felsefesini de ortaya koymaktadır. PSHE öğrenciyi belirli davranış kalıplarına uymaya hazırlayan dar bir "davranış eğitimi" değil; bilgiyi gerçek yaşam durumlarında kullanabilen, seçenekleri ve sonuçları değerlendirebilen ve giderek kendi yaşamının sorumluluğunu üstlenebilen birey yetiştirmeye yönelik bir yaşam eğitimi alanıdır. Bu nedenle PSHE'nin en belirgin niteliği "yaşam hakkında bilgi vermesi" değil, öğrenciyi yaşamın kendisine hazırlamasıdır.

8. Türkiye İçin Öneriler

Türkiye'de ergenlik dönemine ilişkin eğitim politikalarının yalnızca biyolojik değişimleri açıklayan dar bir çerçevede değil, gençlerin gerçek yaşamda karşılaştıkları riskleri, seçimleri ve geleceklerini birlikte ele alan bütüncül bir yaşam becerileri yaklaşımı içinde yapılandırılması gerekmektedir. Madde kullanımı, silaha yönelme, akran zorbalığı, intihar davranışı, evden kaçma ve çocuk evliliği gibi yüksek riskli durumlar; yalnızca disiplin ya da korunma başlıkları altında değil, öğrencilerin *karar verme, birey olma, yardım arama, baskıya direnme ve sonuçları öngörme becerileriyle* ilişkilendirilerek ele alınmalıdır. Aynı şekilde eğitime devam etme, yaşam algısı, bilinçli tercihler ve kişisel yaşam ilkeleri, koruyucu ve güçlendirici unsurlar olarak programın merkezinde yer almalıdır. Bu doğrultuda okulun görevi, gençleri yalnızca risklerden uzak tutmak değil; onların *"Nasıl bir yaşam istiyorum?", "Hangi ilkelerle karar vereceğim?" ve "Seçimlerimin geleceğim üzerindeki sonuçları nelerdir?"* sorularını düşünmelerini sağlayacak sistematik öğrenme deneyimleri sunmaktır. Böyle bir yaklaşım, öğrenciyi korunması gereken pasif bir birey olarak değil, güvenilir bilgiye ulaşabilen, seçenekleri ve sonuçları değerlendirebilen, gerektiğinde destek arayan ve kendi yaşamına ilişkin bilinçli tercihler geliştirebilen bir özne olarak konumlandıracaktır.

İngiltere'deki PSHE yaklaşımı, Türkiye açısından doğrudan aktarılacak bir modelden çok, yaşam becerilerinin bütüncül ve gelişimsel biçimde yapılandırılması açısından örnek oluşturabilir. Türkiye'de sosyal-duygusal öğrenme, sağlık, vatandaşlık, dijital ve finansal okuryazarlık ile rehberlik kapsamında benzer içerikler hâlihazırda bulunmaktadır. Bu nedenle yeni bir ders oluşturmaktan çok, söz konusu içeriklerin okul öncesinden lise sonuna kadar uzanan sarmal bir "Yaşam Becerileri ve Sosyal Gelişim" çerçevesinde bütünleştirilmesi önerilebilir. Öğretimde bilgi aktarımından ziyade gerçek yaşam problemleri, örnek olaylar, risk değerlendirme ve karar verme etkinliklerine ağırlık verilmeli; öğrencilerin kişisel özellikleri değil, bilgiyi yaşam durumlarında kullanma ve gerekçeli karar verme becerileri değerlendirilmelidir. Böylece öğrencilerin akademik gelişimlerinin yanı sıra sağlıklı, güvenli, sorumlu ve bağımsız bir yaşam sürdürmeleri de sistematik biçimde desteklenebilir.

KAYNAKÇA

Davies, E. L., & Matley, F. (2020). Teachers and pupils under pressure: UK teachers' views on the content and format of personal, social, health and economic education. *Pastoral Care in Education, 38*(1), 4–22. https://doi.org/10.1080/02643944.2020.1713868

Department for Education. (2021). *Personal, social, health and economic (PSHE) education*. London: Department for Education.

Department for Education. (2026). *Relationships Education, Relationships and Sex Education (RSE) and Health Education: Statutory guidance*. London: Department for Education.

Department for Education. (2026). *Careers guidance and access for education and training providers*. London: Department for Education.

Department for Education. (2013). *National curriculum in England: Citizenship programmes of study for Key Stages 3 and 4*. London: Department for Education.

Durlak, J. A., Weissberg, R. P., Dymnicki, A. B., Taylor, R. D., & Schellinger, K. B. (2011). The impact of enhancing students' social and emotional learning: A meta-analysis of school-based universal interventions. *Child Development, 82*(1), 405–432. https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2010.01564.x

Formby, E. (2011). 'It's better to learn about your health and things that are going to happen to you than learning things that you just do at school': Findings from a mapping study of PSHE education in primary schools in England. *Pastoral Care in Education, 29*(3), 161–173. https://doi.org/10.1080/02643944.2011.599857

PSHE Association. (2026). *Programme of Study for PSHE Education: Key Stages 1–5*. London: PSHE Association.

EKLEMELİ İMALAT SÜREÇLERİNDE METAL TOZ KAYNAKLI TEHLİKELERİN İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ AÇISINDAN SAYISAL RİSK MODELİYLE DEĞERLENDİRİLMESİNE YÖNELİK GÜNCEL YAKLAŞIMLAR ÜZERİNE BİR İNCELEME

Yunus Emre KIRMIZI[1] / Prof. Dr. Bilge DEMİR [2]/ Doç. Dr. Emre ALTAŞ [3]

[1] Bartın Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Makine Mühendisliği Bölümü

y.emre_red29@hotmail.com,ORCID: 0009-0007-0973-902X

[2] Karabük Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, bdemir@ karabuk.edu.tr, ORCID: 0000-0002-3617-9749

[3] Bartın Üniversitesi, Mühendislik, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü emrealtas@bartin.edu.tr, ORCID: 0000-0002-9296-8881

Özet

Eklemeli imalat (Eİ) teknolojileri, özellikle metal tozu esaslı toz yataklı füzyon ve yönlendirilmiş enerji biriktirme yöntemleriyle, geleneksel üretim tekniklerine kıyasla karmaşık geometrili bileşenlerin üretilmesine imkân tanımaktadır. Ancak bu süreçlerde kullanılan ince metal tozları, düşük tutuşma enerjisi ve yüksek yüzey/hacim oranı nedeniyle ciddi bir toz patlaması ve solunum maruziyeti riski taşımaktadır. Literatürde bu riskin büyük ölçüde teorik ve tanımlayıcı düzeyde ele alındığı, sektöre özgü ve nicel risk değerlendirme modellerinin ise sınırlı sayıda kaldığı görülmektedir. Son yıllarda bu boşluğu kapatmaya yönelik üç temel yaklaşım öne çıkmaktadır: patlama şiddeti ve duyarlılığı parametrelerine (Pmax, Kst, MIE, MIT, MEC) dayalı sayısal risk sınıflandırma modelleri, çalışanların metal tozu ve nanopartiküllere maruziyetini inceleyen toksikolojik ve endüstriyel hijyen çalışmaları ve eklemeli imalata özgü çevre-sağlık-güvenlik standartlarının geliştirilmesi. Bu derleme; toz patlaması mekanizmaları, sayısal risk değerlendirme modelleri, sağlık maruziyeti araştırmaları ve düzenleyici çerçeveler eksenlerinde mevcut bilgi durumunu sentezlemekte ve öncelikli araştırma yönlerini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Eklemeli imalat, Metal tozu, Toz patlaması, İş sağlığı ve güvenliği, Sayısal risk değerlendirmesi, Mesleki maruziyet.

1. Giriş

Eklemeli imalat (Eİ), üç boyutlu model verilerinden hareketle malzemelerin katman katman birleştirilmesi ilkesine dayanan ve son yıllarda havacılık, otomotiv ve medikal sektörlerinde hızla yaygınlaşan bir üretim teknolojisidir. Toz yataklı füzyon ve yönlendirilmiş enerji biriktirme gibi metal tozu esaslı Eİ yöntemleri, geleneksel imalat yöntemleriyle üretilmesi güç olan karmaşık geometrilerin ekonomik biçimde üretilmesine olanak sağlamaktadır. Bununla birlikte bu süreçlerde kullanılan ince metal tozları (tipik olarak 10-250 µm çapında), yüksek yüzey alanı/hacim oranları nedeniyle yığın haldeki metale kıyasla çok daha reaktif davranmakta; uygun oksitleyici, tutuşma kaynağı ve kapalı ortam koşullarının bir araya gelmesi durumunda ciddi toz patlamalarına yol açabilmektedir.

Eİ teknolojilerinin işçi sağlığı ve güvenliği üzerindeki potansiyel etkilerine dair yayınlanmış akademik literatürün, uygulamalardaki hızlı artışa rağmen sınırlı kaldığı vurgulanmaktadır. Mevcut çalışmaların önemli bir kısmı, toz patlamasının temel mekanizmalarını ve genel önleyici tedbirleri teorik düzeyde ele almakta; sektöre özgü saha verisine dayanan sayısal risk modelleri ise nadiren geliştirilmektedir. Bu durum, mühendislerin ve iş güvenliği uzmanlarının belirli bir Eİ süreci, malzeme türü ve tesis ölçeği için somut bir risk skorlaması yapabilmesini zorlaştırmaktadır.

Bu zorluğun üstesinden gelmek amacıyla son yıllarda üç eksende yeni nesil yaklaşımlar öne çıkmıştır. Birincisi, toz patlaması şiddeti (Pmax, Kst) ve duyarlılığı (MIE, MIT, MEC) parametrelerine dayalı deneysel verilerin matris analizleriyle sınıflandırılarak sayısal bir risk değerlendirme modeline dönüştürülmesidir. İkincisi, çalışanların işlem sırasında maruz kaldığı metal tozu ve nanopartiküllerin toksikolojik özelliklerinin ve solunum yoluyla alınan doz düzeylerinin endüstriyel hijyen yöntemleriyle incelenmesidir. Üçüncüsü ise uluslararası standart geliştirme kuruluşlarının, Eİ süreçlerine özgü çevre-sağlık-güvenlik gerekliliklerini tanımlayan yeni standartlar yayımlamasıdır.

Bu derleme; tespit edilen bilgi durumunu sentezlemek amacıyla dört temel ekseni kapsamaktadır: (i) eklemeli imalatta metal tozu kaynaklı patlama mekanizmaları, (ii) sayısal risk değerlendirme modelleri, (iii) sağlık maruziyeti ve toksikolojik değerlendirme çalışmaları, (iv) standardizasyon ve düzenleyici çerçeveler. İnceleme, bu alanda gerçekleştirilecek deneysel ve sayısal modelleme çalışmaları için teorik bir çerçeve oluşturmayı ve öncelikli araştırma yönlerini belirlemeyi hedeflemektedir.

2. Literatür İncelemesi

2.1 Eklemeli İmalatta Metal Tozu Kaynaklı Patlama Mekanizmaları

Ataş Bakdemir, Bozkurt ve Salman (2021) tarafından hazırlanan kapsamlı derlemede, metal tozu patlamalarının oluşması için gerekli beş temel koşul (yanıcı toz, oksitleyici, uygun konsantrasyon, yeterli tutuşma kaynağı ve kapalı ortam) ayrıntılı biçimde açıklanmış; titanyum ve alüminyum gibi eklemeli imalatta sık kullanılan metal tozlarının yüksek yanma sıcaklığı ve düşük minimum tutuşma enerjisi nedeniyle özellikle riskli olduğu vurgulanmıştır. Aynı çalışmada, toz metalürjisi ve eklemeli imalat teknolojilerinin işçi güvenliği ve sağlığı üzerindeki etkileri hakkında yayınlanmış akademik literatürün sınırlı olduğu açıkça belirtilmiş; argon gibi inert gazların patlamayı önlemekle birlikte havadan ağır olmaları nedeniyle oksijen yetersizliğine bağlı yeni bir sağlık riski yarattığı ortaya konmuştur.

Reding ve Shiflett (2018) ise metal tozu patlama tehlikelerine ilişkin teknik derlemelerinde, metal tozlarının organik tozlara kıyasla daha yüksek yanma sıcaklıkları ve daha hızlı basınç artış oranları (Kst) sergilediğini; bu nedenle geleneksel yangın söndürme yöntemlerinin çoğu zaman metal tozu yangınları için uygun olmadığını belirlemiştir. Li, Yang, Yuan ve Eckhoff (2016) tarafından incelenen, Çin'de meydana gelen ve 146 kişinin ölümüyle sonuçlanan alüminyum alaşımı tozu patlaması vaka analizi, yetersiz tesis bakımı ve izolasyon eksikliğinin gerçek endüstriyel ortamlarda toz patlamasını nasıl tetikleyebileceğini somut biçimde göstermiştir.

Bu çalışmalar, sonraki yeni nesil sayısal risk modellerinin üzerine inşa edildiği temel mekanizma çerçevesini oluşturmaktadır.

2.2 Sayısal Risk Değerlendirme Modelleri

Sun, Xing, Ding, Cheng, Liu ve Pang (2023), dört farklı eklemeli imalat toz numunesi üzerinde sistematik deneysel çalışmalar yürüterek toz patlaması karakteristik parametrelerinin (Pmax, Kst, MIE, MIT, MEC) dağılım örüntüsünü belirlemiştir. Araştırmacılar, patlama şiddetini Pmax ve Kst değerlerine dayalı iki boyutlu matris analiziyle, patlama duyarlılığını ise MIE, MIT ve MEC değerlerine dayalı üç boyutlu matris analiziyle sınıflandırmış; bu iki boyutu bütünleştiren kapsamlı bir sayısal risk değerlendirme modeli geliştirmiştir. Bu model, dört farklı Eİ toz numunesi üzerinde ampirik olarak uygulanmış ve toz yayma esaslı Eİ süreçlerinin değerlendirilmesi ve iyileştirilmesi için bilimsel olarak güvenilir bir temel sunduğu belirtilmiştir. Bu çalışma, Eİ literatüründe toz patlaması riskinin yalnızca tanımlayıcı biçimde değil, sayısal ve tekrarlanabilir bir modelle ele alınabileceğini gösteren güncel bir referans niteliğindedir.

2.3 Sağlık Maruziyeti ve Toksikolojik Değerlendirme Çalışmaları

Roth, Geraci, Stefaniak, Murashov ve Howard (2019), eklemeli imalatın olası mesleki tehlikelerini değerlendirdikleri çalışmalarında, toz yataklı füzyon süreçlerinde çalışanların metal tozuna, dumana ve lazer/elektron ışını kaynaklı radyasyona maruz kalabileceğini belirlemiş; süreç kategorisine göre değişen tehlike profillerinin standart bir iş güvenliği yaklaşımıyla ele alınmasının güçlüğüne dikkat çekmiştir. Karlsson, Vallabani, Wang, Assenhöj, Ljunggren, Karlsson ve Odnevall (2023), Hastelloy X ve Inconel 939 nikel bazlı alaşım tozlarını inceledikleri disiplinlerarası çalışmada, bu tozların reaktivite ve toksisite düzeylerini deneysel olarak değerlendirmiş; farklı alaşım tozlarının sağlık riski profillerinin birbirinden belirgin biçimde farklılaştığını ortaya koymuştur.

Alijagic, Wang, Vallabani, Melin, Särndahl, Karlsson ve Odnevall (2024), demir bazlı eklemeli imalat tozlarının (316L paslanmaz çelik dahil) solunabilir fraksiyonunun parçacık ve yüzey özelliklerini, elektrokimyasal davranışını ve yapay lizozomal sıvıdaki metal salınımını incelemiş; elenmiş (sieved) tozların solunabilir boyut aralığında (5-10 µm altı) kaldığını ve bu boyuttaki parçacıkların potansiyel toksisite açısından ayrı biçimde değerlendirilmesi gerektiğini belirlemiştir. Bu iki çalışma, Eİ kaynaklı sağlık risklerinin yalnızca patlama boyutuyla değil, kronik solunum maruziyeti boyutuyla da ele alınması gerektiğini göstermektedir.

2.4 Standardizasyon ve Düzenleyici Çerçeveler

Uluslararası Standardizasyon Örgütü tarafından yayımlanan ISO/ASTM 52931:2023 standardı, metal tozu ile yapılan eklemeli imalat süreçlerinde risk değerlendirmesi ile önleme ve koruma tedbirlerinin uygulanmasına ilişkin genel ilkeleri ve gereklilikleri tanımlamaktadır. Standart, atık yönetimi dahil olmak üzere üretim sürecinin tüm alt aşamalarını kapsamakla birlikte, makine ve ekipman tasarımına ilişkin özel gereklilikler içermemektedir. Bu durum, tesis düzeyinde uygulanacak somut risk değerlendirme yöntemlerinin (örneğin Sun ve ark. (2023) tarafından geliştirilen sayısal modelin) standardın genel çerçevesini sektöre özgü biçimde somutlaştırma potansiyeli taşıdığını göstermektedir.

Amerika Birleşik Devletleri Ulusal Mesleki Güvenlik ve Sağlık Enstitüsü (NIOSH) bünyesinde Stefaniak, Brusak, Bowers, Friend, Barnes ve Qi (2025) tarafından hazırlanan sağlık tehlikesi değerlendirme raporunda, bir metal tozu eklemeli imalat tesisinde çalışanların deri ve solunum yoluyla metallere maruziyeti saha ölçümleriyle incelenmiştir. Rapor, toz yataklı füzyon, yönlendirilmiş enerji biriktirme ve işlem sonrası (post-processing) alanlarının her birinin kendine özgü havalandırma sistemine sahip olmasının önemini vurgulamış; bu bulgu, tek tip bir risk değerlendirme yaklaşımının farklı Eİ alt süreçleri için yetersiz kalabileceğini göstermektedir.

İncelenen çalışmalar ışığında birkaç açık araştırma sorusu belirmektedir. Birincisi, Sun ve ark. (2023) tarafından geliştirilen sayısal risk modelinin yalnızca dört toz numunesi üzerinde test edilmiş olması, modelin havacılık,

otomotiv ve medikal gibi farklı sektörlerin kullandığı çok çeşitli alaşım tozlarına genellenebilirliğini sınırlamaktadır. İkincisi, patlama riski ve sağlık maruziyeti riski literatürde büyük ölçüde ayrı çalışmalarda ele alınmakta; bu iki risk boyutunu aynı sayısal modelde bütünleştiren çalışmalar bulunmamaktadır. Üçüncüsü, ISO/ASTM 52931:2023 gibi standartların sahada nasıl somut bir risk skoruna dönüştürüleceğine dair uygulamalı, sektöre özgü örnek çalışmalar sınırlı sayıdadır. İncelenen çalışmaların karşılaştırmalı özeti Tablo 1'de sunulmaktadır.

Tablo 1. Eklemeli imalatta metal tozu kaynaklı tehlikelere ilişkin incelenen çalışmaların karşılaştırmalı özeti

Kaynak (Yazar, Yıl)	Odak / Yöntem	Temel Bulgular	Bu Çalışmaya Katkısı
Ataş Bakdemir, Bozkurt ve Salman (2021)	Genel derleme; Eİ'de metal tozu patlaması mekanizmaları ve önleme yöntemleri	Patlama beşgeni koşulları açıklanmış; Eİ'de işçi güvenliği literatürünün sınırlı olduğu vurgulanmış; genel önlemler sıralanmış.	Eİ'de toz patlaması riskinin temel mekanizmalarını ve araştırma gündemini ortaya koyan referans derlemedir.
Reding ve Shiflett (2018)	Teknik derleme; metal tozu patlama tehlikeleri	Metal tozlarının organik tozlara göre daha yüksek yanma sıcaklığı ve Kst değeri sergilediği; söndürme yöntemlerinin sınırlılığı belirlenmiş.	Metal tozuna özgü patlama şiddeti parametrelerinin önemini gösteren temel referanstır.
Sun, Xing, Ding, Cheng, Liu ve Pang (2023)	Deneysel çalışma; dört Eİ toz numunesi, Pmax/Kst/MIE/MIT/MEC matris analizi	Patlama şiddeti ve duyarlılığını bütünleştiren sayısal risk değerlendirme modeli geliştirilmiş ve ampirik olarak uygulanmıştır.	Sayısal risk modellemesi açısından bu derlemenin doğrudan metodolojik referansıdır.
Roth, Geraci, Stefaniak, Murashov ve Howard (2019)	Derleme; Eİ süreçlerinin olası mesleki tehlikeleri	Süreç kategorisine göre değişen toz, duman ve radyasyon maruziyeti profilleri tanımlanmıştır.	Eİ'de tehlike çeşitliliğinin sürece göre nasıl farklılaştığını gösteren referanstır.
Karlsson ve ark. (2023)	Deneysel; Hastelloy X ve Inconel 939 nikel alaşım tozları	Farklı alaşım tozlarının reaktivite ve toksisite düzeylerinin belirgin biçimde farklılaştığı belirlenmiştir.	Sağlık maruziyeti boyutunun alaşıma göre özelleştirilmesi gerektiğini gösteren güncel bir referanstır.
Alijagic ve ark. (2024)	Deneysel; demir bazlı Eİ tozlarının solunabilir fraksiyonu	Elenmiş tozların solunabilir boyut aralığında kaldığı ve toksisite açısından ayrı değerlendirilmesi gerektiği belirlenmiştir.	Kronik solunum maruziyeti riskinin parçacık boyutuna bağlı olarak nasıl değiştiğini gösteren tamamlayıcı bir referanstır.
ISO/ASTM 52931:2023	Uluslararası standart; Eİ'de çevre-sağlık-güvenlik ilkeleri	Metal tozuyla yapılan Eİ süreçlerinde risk değerlendirmesi ve önleme tedbirlerine ilişkin genel ilkeler tanımlanmıştır.	Sektöre özgü sayısal modellerin dayanacağı düzenleyici çerçeveyi sağlayan referans standarttır.
Stefaniak ve ark. (2025), NIOSH	Saha değerlendirmesi; metal tozu Eİ tesisinde maruziyet ölçümü	Alt süreçlere (toz yataklı füzyon, yönlendirilmiş enerji biriktirme, işlem sonrası) özgü havalandırma ihtiyacının önemi belirlenmiştir.	Tek tip risk modelinin sınırlılığını saha verisiyle gösteren güncel bir referanstır.

Not: Eİ = Eklemeli İmalat; MIE = Minimum Tutuşma Enerjisi; MIT = Minimum Tutuşma Sıcaklığı; MEC = Minimum Patlayıcı Konsantrasyon.

3. Literatür Değerlendirmesi

İncelenen çalışmaların tümüne birlikte bakıldığında, araştırmacıların üç konuda birbirini destekleyen sonuçlara ulaştığı, iki konuda ise hâlâ yeterli veriye sahip olmadığı görülmektedir. Birinci ortak nokta, eklemeli imalatta kullanılan ince metal tozlarının düşük tutuşma enerjisi ve yüksek reaktivitesinin, hem patlama hem de sağlık riskinin ortak kaynağı olduğudur (Ataş Bakdemir ve ark., 2021; Reding ve Shiflett, 2018). İkinci ortak nokta, patlama şiddeti ve duyarlılığı parametrelerinin (Pmax, Kst, MIE, MIT, MEC) sayısal biçimde ölçülüp sınıflandırılabileceği ve bunun tutarlı bir risk değerlendirme modeline dönüştürülebileceğidir (Sun ve ark., 2023). Üçüncü ortak nokta ise farklı alaşım tozlarının ve süreç kategorilerinin (toz yataklı füzyon, yönlendirilmiş enerji biriktirme, işlem sonrası) birbirinden belirgin biçimde farklı tehlike ve maruziyet profilleri sergilediğidir; bu durum hem sağlık maruziyeti çalışmalarında (Roth ve ark., 2019; Karlsson ve ark., 2023; Alijagic ve ark., 2024) hem de saha değerlendirmesinde (Stefaniak ve ark., 2025) ayrı ayrı doğrulanmıştır.

Buna karşın literatürde iki konuda yeterli çalışma bulunmamaktadır. Birincisi, Sun ve ark. (2023) tarafından geliştirilen sayısal risk modeli yalnızca sınırlı sayıda toz numunesi üzerinde test edilmiş olup, havacılık, otomotiv ve medikal gibi farklı sektörlerin kullandığı geniş alaşım yelpazesine ve farklı tesis ölçeklerine genellenebilirliği henüz doğrulanmamıştır. İkincisi, patlama riski ile kronik sağlık maruziyeti riski literatürde büyük ölçüde birbirinden bağımsız çalışmalarda ele alınmakta; bu iki risk boyutunu aynı sayısal çerçevede (örneğin ortak bir risk skoru veya matris üzerinde) bütünleştiren bir model henüz geliştirilmemiştir.

Bu iki eksiklik birbiriyle bağlantılıdır: sektöre özgü saha verisiyle beslenen ve patlama-sağlık risklerini birlikte değerlendiren bütüncül bir sayısal model, literatürde henüz bulunmamaktadır. Bu durum, iş güvenliği uzmanlarının belirli bir eklemeli imalat tesisi için hem patlama hem de solunum maruziyeti boyutunu kapsayan, veri odaklı ve karşılaştırılabilir bir risk skoruna sahip olmamasına yol açmaktadır.

4. Sonuç

Derleme kapsamında incelenen çalışmalar, eklemeli imalatta metal tozu kaynaklı tehlikelerin iş sağlığı ve güvenliği açısından değerlendirilmesinde yeni nesil yaklaşımların üç ana eksende geliştiğini ortaya koymaktadır: patlama şiddeti ve duyarlılığı parametrelerine dayalı sayısal risk modelleri, çalışan maruziyetine odaklanan toksikolojik ve endüstriyel hijyen çalışmaları ve uluslararası standardizasyon çabaları. Bu yaklaşımların ortak paydası, geleneksel olarak tanımlayıcı düzeyde ele alınan toz patlaması ve maruziyet tehlikelerini, ölçülebilir ve karşılaştırılabilir bir risk skoruna dönüştürmektir. Özellikle Sun ve ark. (2023) tarafından geliştirilen matris tabanlı sayısal risk modeli ile Karlsson ve ark. (2023) ve Alijagic ve ark. (2024) tarafından yürütülen toksikolojik değerlendirmeler, bu alanda güncel ve uygulanabilir yöntemler sunmaktadır. Bununla birlikte, farklı sektörlere ve alaşım türlerine genellenebilen, patlama ve sağlık risklerini bir arada değerlendiren bütüncül bir modelin sınırlı kalması, literatürdeki belirgin bir boşluk olarak öne çıkmaktadır.

Derlemenin öne çıkardığı üç öncelikli araştırma yönü şu şekilde özetlenebilir: (i) mevcut sayısal risk modellerinin (Sun ve ark., 2023) havacılık, otomotiv ve medikal sektörlerinde kullanılan farklı alaşım tozları üzerinde test edilerek sektöre özgü hale getirilmesi; (ii) patlama riski ile solunum maruziyeti riskini aynı sayısal çerçevede bütünleştiren bir bileşik risk skorunun geliştirilmesi; (iii) ISO/ASTM 52931:2023 gibi standartların sahada somut bir risk değerlendirme prosedürüne dönüştürüldüğü, gerçek tesis verilerine dayanan uygulamalı çalışmaların artırılması. Bu eksende gerçekleştirilecek çalışmalar, yalnızca akademik bir katkı sağlamakla kalmayacak, aynı zamanda eklemeli imalat tesislerinde çalışan iş güvenliği uzmanlarına doğrudan uygulanabilir, veri odaklı bir risk değerlendirme kılavuzu sunacaktır.

Kaynaklar

Alijagic, A., Wang, X., Vallabani, N. V. S., Melin, P., Särndahl, E., Karlsson, H. L., & Odnevall, I. (2024). Characteristics and health risks of the inhalable fraction of metal additive manufacturing powders. Nano Select, 5(4).

Ataş Bakdemir, S., Bozkurt, Y., & Salman, S. (2021). Eklemeli imalat yöntemlerinde metal tozu patlama riski ve önleme yöntemleri. Journal of Innovative Engineering and Natural Science, 1(1), 41-60

International Organization for Standardization. (2023). ISO/ASTM 52931:2023 — Additive manufacturing of metals — Environment, health and safety — General principles for use of metallic materials.

Karlsson, H. L., Vallabani, N. V. S., Wang, X., Assenhöj, M., Ljunggren, S., Karlsson, H., & Odnevall, I. (2023). Health hazards of particles in additive manufacturing: A cross-disciplinary study on reactivity, toxicity and occupational exposure to two nickel-based alloys. Scientific Reports, 13(1), 20846.

Li, G., Yang, H. X., Yuan, C. M., & Eckhoff, R. K. (2016). A catastrophic aluminium-alloy dust explosion in China. Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 39, 121–130.

Reding, N. S., & Shiflett, M. B. (2018). Metal dust explosion hazards: A technical review. Industrial & Engineering Chemistry Research, 57(34), 11473–11482.

Roth, G. A., Geraci, C. L., Stefaniak, A., Murashov, V., & Howard, J. (2019). Potential occupational hazards of additive manufacturing. Journal of Occupational and Environmental Hygiene, 16(5), 321–328.

Stefaniak, A. B., Brusak, E. D., Bowers, L. N., Friend, S., Barnes, C., & Qi, C. (2025). Evaluation of metals exposure in a metal powder additive manufacturing facility (HHE Report No. 2023-0034-3409). National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH).

Sun, S., Xing, C., Ding, J., Cheng, Y., Liu, K., & Pang, L. (2023). Explosion risk of metal powder used in additive manufacturing. Processes, 11(10), 2943.

TALAŞLI İMALAT SÜREÇLERİNDE KESME SIVISI KAYNAKLI TEHLİKELERİN İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ AÇISINDAN SAYISAL RİSK MODELİYLE DEĞERLENDİRİLMESİNE YÖNELİK GÜNCEL YAKLAŞIMLAR ÜZERİNE BİR İNCELEME

Yunus Emre KIRMIZI [1] / Prof. Dr. Bilge DEMİR [2]/ Doç. Dr. Emre ALTAŞ [3]

[1] Bartın Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Makine Mühendisliği Bölümü

y.emre_red29@hotmail.com,ORCID: 0009-0007-0973-902X

[2] Karabük Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, bdemir@ karabuk.edu.tr, ORCID: 0000-0002-3617-9749

[3] Bartın Üniversitesi, Mühendislik, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü emrealtas@bartin.edu.tr, ORCID: 0000-0002-9296-8881

Özet

Talaşlı imalat süreçlerinde iş parçası ile kesici takım arasındaki sürtünmeden kaynaklanan ısının kontrol altında tutulması amacıyla yaygın biçimde kesme sıvıları (metal işleme sıvıları) kullanılmaktadır. Bu sıvıların işlem sırasında aerosol, sis (mist) ve buhar formuna dönüşmesi, çalışanların solunum yolu, cilt ve göz yoluyla maruz kalmasına yol açmakta; bu durum astım, aşırı duyarlılık pnömonisi, dermatit ve bazı kanser türleriyle ilişkilendirilmektedir. Literatürde bu tehlikelerin büyük ölçüde niteliksel ve tanımlayıcı düzeyde ele alındığı, sektöre özgü ve sayısal risk modeline dayanan çalışmaların ise sınırlı kaldığı görülmektedir. Son yıllarda bu boşluğu kapatmaya yönelik dört eksende yaklaşım öne çıkmaktadır: Fine-Kinney gibi niceliksel yöntemlerle takım tezgahlarında sayısal risk skorlaması, farklı kesme sıvısı tiplerine göre mesleki maruziyet sınır değerinin (OEL) yeniden değerlendirilmesi, kesme sıvısı aerosolüne dair kapsamlı maruziyet karakterizasyonu ve gürültü gibi diğer fiziksel etkenlerle birlikte değerlendirilen çoklu maruziyet risk modelleri. Bu derleme; söz konusu dört ekseni sentezleyerek, talaşlı imalatta kesme sıvısı kaynaklı tehlikelerin sayısal bir risk modeliyle değerlendirilmesine yönelik mevcut bilgi durumunu ortaya koymakta ve öncelikli araştırma yönlerini belirlemektedir.

Anahtar Kelimeler: Talaşlı imalat, Kesme sıvısı, İş sağlığı ve güvenliği, Sayısal risk değerlendirmesi, Fine-Kinney yöntemi, Mesleki maruziyet.

1. Giriş

Talaşlı imalat (tornalama, frezeleme, delme, taşlama vb.), metal parçaların istenen boyut ve yüzey kalitesine getirilmesi amacıyla malzemeden talaş kaldırma ilkesine dayanan, makine ve metal üretim sektöründe en yaygın kullanılan geleneksel üretim teknolojilerinden biridir. Bu süreçlerde iş parçası ile kesici takım arasındaki sürtünme sonucu oluşan yüksek sıcaklığı makul düzeyde tutmak, takım ömrünü uzatmak ve yüzey kalitesini artırmak amacıyla kesme sıvıları (metal işleme sıvıları) kullanılmaktadır.

Ancak kesme sıvılarının işlem sırasında aerosol, sis (mist) ve buhar hâline dönüşmesi, çalışma ortamında solunabilir partikül ve uçucu organik bileşen konsantrasyonunun artmasına neden olmaktadır. Bu maruziyet; nonmalign solunum yolu hastalıkları, cilt hastalıkları, aşırı duyarlılık pnömonisi ve bazı kanser türleriyle ilişkilendirilmiştir. Buna karşın makine ve metal üretim sektöründeki işyerlerinin tehlikeli ve çok tehlikeli sınıflarda yer alması nedeniyle talaşlı imalatta iş kazaları ve meslek hastalıklarının sıklıkla meydana geldiği, ancak bu risklerin sayısal ve karşılaştırılabilir bir modelle değerlendirildiği çalışmaların sınırlı kaldığı görülmektedir.

Bu boşluğun kapatılması amacıyla son yıllarda dört eksende yeni nesil yaklaşım öne çıkmıştır. Birincisi, Fine-Kinney gibi niceliksel yöntemlerin takım tezgahlarına uygulanarak her bir tehlike için olasılık (P), maruziyet sıklığı (E) ve sonuç şiddeti (C) parametrelerinin çarpımına dayanan bir risk skorunun ($R = P \times E \times C$) hesaplanmasıdır. İkincisi, farklı kesme sıvısı tiplerine (yağ bazlı, su bazlı) göre mesleki maruziyet sınır değerinin (OEL) yeniden değerlendirilmesidir. Üçüncüsü, kesme sıvısı aerosolünün parçacık boyutu ve kimyasal bileşimine dayanan kapsamlı maruziyet karakterizasyonudur. Dördüncüsü ise kesme sıvısı maruziyetinin gürültü gibi diğer fiziksel etkenlerle birlikte değerlendirildiği çoklu maruziyet risk modelleridir.

Bu derleme; tespit edilen bilgi durumunu sentezlemek amacıyla dört temel ekseni kapsamaktadır: (i) talaşlı imalatta kesme sıvısı kaynaklı temel tehlikeler, (ii) Fine-Kinney tabanlı sayısal risk değerlendirme modelleri, (iii) kesme sıvısı maruziyetinin karakterizasyonu ve solunum sağlığı riski, (iv) yeni nesil kesme sıvıları ve çoklu maruziyet etkileşimi. İnceleme, talaşlı imalat işletmelerinde uygulanabilecek sayısal risk değerlendirme çalışmaları için teorik bir çerçeve oluşturmayı ve öncelikli araştırma yönlerini belirlemeyi hedeflemektedir.

2. Literatür İncelemesi

2.1 Talaşlı İmalatta Kesme Sıvısı Kaynaklı Temel Tehlikeler

Amerika Birleşik Devletleri Ulusal Mesleki Güvenlik ve Sağlık Enstitüsü (NIOSH, 1998) tarafından yayımlanan kriter dokümanında, kesme sıvısı aerosolüne maruz kalan çalışanlarda nonmalign solunum yolu hastalığı ve cilt hastalığı riskinin belirgin biçimde arttığına dair kanıtlar derlenmiş; bu riski azaltmak amacıyla torasik partikül kütlesi için 0,4 mg/m³, toplam partikül kütlesi için ise 0,5 mg/m³'lük bir mesleki maruziyet sınır değeri (zaman ağırlıklı ortalama) önerilmiştir. Bu doküman, kesme sıvısı kaynaklı tehlikelerin düzenleyici çerçevesini oluşturan temel referanstır.

Park (2012), metalworking işlemlerinde oluşan sıvı aerosollerine ilişkin mesleki maruziyet sınır değerini derlediği çalışmasında, mevcut sınır değerin (5 mg/m³ zaman ağırlıklı ortalama, 15 mg/m³ kısa süreli maruziyet sınırı) farklı aerosol boyut fraksiyonlarını dikkate almadan uygulandığını; ayrıca sınır değerin, tüm kesme sıvısı tipleri arasında risk açısından anlamlı bir fark olmadığı varsayımına dayandığını, oysa özellikle su bazlı sıvılara maruziyetin sağlık risklerinin yeterince değerlendirilmemiş olabileceğini ortaya koymuştur. Bu bulgu, tip-özgü ve sayısal bir risk modeline duyulan ihtiyacı doğrudan göstermektedir.

2.2 Fine-Kinney Tabanlı Sayısal Risk Değerlendirme Modelleri

Bağıran (2023), bir üniversite laboratuvarında kullanılan üniversal ve CNC kontrollü freze tezgahlarını ele alarak, sektörde en sık kullanılan niceliksel risk değerlendirme yöntemlerinden biri olan Fine-Kinney yöntemiyle sayısal

bir risk değerlendirmesi gerçekleştirmiştir. Çalışmada toplam 23 tehlike tespit edilmiş; her bir tehlike için olasılık, maruziyet sıklığı ve sonuç şiddeti parametrelerinin çarpımına dayanan risk skorları hesaplanarak 1 kabul edilebilir, 1 olası, 6 önemli, 6 yüksek ve 2 kabul edilemez risk sınıfında toplam 16 risk belirlenmiştir. Bu çalışma, talaşlı imalatta kullanılan takım tezgahlarına özgü tehlikelerin (kesme sıvısına bağlı kimyasal maruziyet dahil) sayısal ve karşılaştırılabilir bir risk skoruna dönüştürülebileceğini gösteren, bu derlemenin doğrudan metodolojik dayanağı olan güncel bir referanstır.

Fine-Kinney yönteminin klasik formu, olasılık (P), maruziyet (E) ve sonuç (C) parametrelerine eşit ağırlık vermesi nedeniyle sınırlılıklar taşımaktadır; bu nedenle yöntemin bulanık mantık (fuzzy logic) tabanlı çok kriterli karar verme teknikleriyle (AHP, VIKOR, TOPSIS gibi) genişletilmesine yönelik çalışmalar da literatürde yer almaktadır. Bu genişletmeler, kesme sıvısı maruziyeti gibi belirsizlik içeren kimyasal risklerin ağırlıklandırılmasında Fine-Kinney yönteminin duyarlılığını artırma potansiyeli taşımaktadır.

2.3 Kesme Sıvısı Maruziyetinin Karakterizasyonu ve Solunum Sağlığı Riski

Park (2019), metal işleme sıvılarına maruziyet ile solunum yolu hastalıkları arasındaki ilişkiyi değerlendirmek amacıyla yayınlanmış çalışmalardan ve NIOSH sağlık tehlikesi değerlendirmelerinden elde edilen verilere dayanarak niceliksel bir risk değerlendirmesi gerçekleştirmiştir. Sonuçlar, 0,1 mg/m³ kesme sıvısı maruziyetinde, sürekli salgın koşulları altında yeni başlangıçlı astım ve aşırı duyarlılık pnömonisi için yaşam boyu riskin %45'e kadar çıkabildiğini; mikrobiyolojik koşulların yalnızca %5 prevalansla gerçekleşmesi durumunda bile bu riskin yaklaşık %3 düzeyinde kaldığını göstermiştir. Bu çalışma, kesme sıvısı maruziyetinin sağlık sonuçlarının sayısal olarak modellenebileceğini gösteren doğrudan bir referanstır.

Levilly, Sauvain, Andre, Demange, Bourgkard, Wild ve Hopf (2024), 20 farklı atölyede çalışan işçiler üzerinde yağ bazlı (straight) ve su bazlı kesme sıvılarına kapsamlı bir maruziyet değerlendirmesi gerçekleştirmiştir. Çalışmada solunabilir partikül fraksiyonunun her iki sıvı tipinde de benzer düzeyde (64-386 µg/m³) olduğu, ancak gaz fazındaki fraksiyonun toplam kütle fraksiyonuna en büyük katkıyı sağladığı (yağ bazlı sıvılarda 322-2362 µg/m³) belirlenmiştir. Makine kapaklarının (enclosure) partikül fraksiyonunu azaltmada etkili olduğu, ancak gaz fazı için yetersiz kaldığı tespit edilmiştir. Bu bulgu, kesme sıvısı tipine ve mühendislik kontrol önlemine göre farklılaşan bir risk modelinin gerekliliğini ortaya koymaktadır.

2.4 Yeni Nesil Kesme Sıvıları ve Çoklu Maruziyet Etkileşimi

Vardhanapu, Chaganti, Ghosh, Mahale ve Kulkarni (2025), sürdürülebilir talaşlı imalat ihtiyacına yanıt olarak geliştirilen nanopartikül takviyeli bitkisel yağ esaslı kesme sıvısının (NPVO-MWF), minimum miktarda yağlama (MQL) sisteminde oluşan sis formundaki solunum toksisitesini fare modelinde incelemiştir. Alt-akut (4 hafta) ve alt-kronik (13 hafta) maruziyetler sonucunda anlamlı bir proenflamatuar yanıt veya oksidatif stres gözlenmemiş, ancak alt-kronik maruziyette hafif epitelyal hiperplazi tespit edilmiştir. Araştırmacılar, bu tür sürdürülebilir formülasyonların solunum riskine dair insan epidemiyolojik verisinin literatürde belirgin biçimde eksik olduğunu vurgulamıştır. Bu çalışma, yeni nesil kesme sıvılarının sayısal risk modeline dahil edilebilmesi için gereken temel toksikolojik veriyi sağlayan güncel bir referanstır.

Zhou, Wu, Tang, Li, Chan, Song, Wang, Zhu, Lin ve Lian (2024), Çin'de üç talaşlı imalat işletmesinden 2738 makine operatörünü kapsayan kesitsel bir çalışmada, kesme sıvısı aerosolü ile mesleki gürültü maruziyetinin kronik böbrek hastalığı (KBH) ile ilişkisini incelemiştir. Sonuçlar, kesme sıvısı aerosolü ve mesleki gürültünün KBH ile pozitif ve doğrusal olmayan bir ilişki gösterdiğini; kümülatif kesme sıvısı aerosolü (≥8,03 mg/m³-gün) ve gürültü (≥87,22 dB(A)) maruziyetinin birlikte gerçekleştiği durumda KBH prevalansının belirgin biçimde arttığını (OR=2,71) ortaya koymuştur. Bu çalışma, kesme sıvısı riskinin tek başına değil, diğer fiziksel etkenlerle etkileşimli bir sayısal modelle değerlendirilmesi gerektiğini gösteren, literatürde yeni yeni ele alınan bir yaklaşımdır.

İncelenen çalışmalar ışığında birkaç açık araştırma sorusu belirmektedir. Birincisi, Bağıran (2023) tarafından uygulanan Fine-Kinney modeli genel makine tehlikelerini kapsamakta, ancak kesme sıvısı kaynaklı kimyasal maruziyeti ayrı ve ölçülebilir bir risk parametresi olarak ele almamaktadır. İkincisi, Zhou ve ark. (2024) tarafından gösterilen kesme sıvısı-gürültü etkileşimi, henüz bir Fine-Kinney veya benzeri niceliksel risk skoruna entegre edilmemiştir. Üçüncüsü, Vardhanapu ve ark. (2025) tarafından değerlendirilen yeni nesil sürdürülebilir kesme sıvılarının, mevcut sayısal risk modellerinde henüz bir referans kategorisi olarak yer almadığı görülmektedir. İncelenen çalışmaların karşılaştırmalı özeti Tablo 1'de sunulmaktadır.

Kaynak (Yazar, Yıl)	Odak / Yöntem	Temel Bulgular	Bu Çalışmaya Katkısı
NIOSH (1998)	Kriter dokümanı; kesme sıvısı maruziyet standardı	Solunum yolu ve cilt hastalığı riskini azaltmak için mesleki maruziyet sınır değeri (0,4-0,5 mg/m³) önerilmiştir.	Kesme sıvısı risklerinin düzenleyici referans çerçevesini sağlayan temel dokümandır.
Park, D. (2012)	Derleme; kesme sıvısı aerosolü için OEL değerlendirmesi	Mevcut sınır değerin aerosol boyut fraksiyonunu ve sıvı tipini yeterince ayırt etmediği belirlenmiştir.	Tip-özgü sayısal risk modeline duyulan ihtiyacı gösteren temel referanstır.
Bağıran, H. E. (2023)	Uygulamalı; freze tezgahlarında Fine-Kinney yöntemiyle risk değerlendirmesi	23 tehlike tespit edilmiş; sayısal risk skorlarına göre 6 yüksek, 2 kabul edilemez risk sınıfı belirlenmiştir.	Bu derlemenin doğrudan metodolojik dayanağı olan, sayısal risk modellemesine ilişkin temel referanstır.
Park, R. M. (2019)	Niceliksel risk değerlendirmesi; kesme sıvısı ve solunum sonuçları	0,1 mg/m³ maruziyette yeni başlangıçlı astım/pnömoni için yaşam boyu risk %3-45 arasında hesaplanmıştır.	Kesme sıvısı sağlık risklerinin sayısal olarak modellenebileceğini gösteren doğrudan referanstır.
Levilly ve ark. (2024)	Saha ölçümü; 20 atölyede kesme sıvısı maruziyet karakterizasyonu	Gaz fazı fraksiyonunun toplam maruziyete en büyük katkıyı sağladığı; makine kapaklarının gaz fazı için yetersiz kaldığı belirlenmiştir.	Sıvı tipine ve kontrol önlemine göre farklılaşan risk parametrelerini ortaya koyan güncel referanstır.
Zhou ve ark. (2024)	Kesitsel çalışma; kesme sıvısı + gürültü + kronik böbrek hastalığı	Kümülatif kesme sıvısı ve gürültü maruziyetinin birlikte gerçekleşmesi KBH riskini belirgin biçimde artırmıştır (OR=2,71).	Çoklu maruziyet etkileşiminin sayısal risk modeline dahil edilmesi gerektiğini gösteren yeni bir referanstır.
Vardhanapu ve ark. (2025)	Deneysel; NPVO-MWF, MQL sis maruziyeti, fare modeli	Alt-kronik maruziyette hafif epitelyal hiperplazi dışında anlamlı toksisite bulgusu saptanmamıştır; insan verisinin eksikliği vurgulanmıştır.	Sürdürülebilir kesme sıvılarının risk modeline dahil edilmesi için temel veriyi sağlayan en güncel referanstır.

Not: OEL = Mesleki Maruziyet Sınır Değeri; MQL = Minimum Miktarda Yağlama; NPVO-MWF = Nanopartikül Takviyeli Bitkisel Yağ Esaslı Kesme Sıvısı; KBH = Kronik Böbrek Hastalığı.

3. Literatür Değerlendirmesi

İncelenen çalışmaların tümüne birlikte bakıldığında, araştırmacıların üç konuda birbirini destekleyen sonuçlara ulaştığı, iki konuda ise hâlâ yeterli veriye sahip olmadığı görülmektedir. Birinci ortak nokta, talaşlı imalatta

kullanılan kesme sıvılarının aerosol, sis ve buhar formunda çalışma ortamına yayılmasının, hem düzenleyici (NIOSH, 1998; Park, 2012) hem de niceliksel (Bağıran, 2023) risk değerlendirme çerçevelerinin ortak çıkış noktası olduğudur. İkinci ortak nokta, Fine-Kinney gibi klasik niceliksel yöntemlerin takım tezgahı tehlikelerini sayısal bir risk skoruna dönüştürebildiği, ancak bu skorun kimyasal (kesme sıvısı) ve fiziksel (gürültü) risk parametrelerini ayrı ayrı değil bütünleşik biçimde ele alması gerektiğidir (Bağıran, 2023; Zhou ve ark., 2024). Üçüncü ortak nokta ise kesme sıvısı tipinin (yağ bazlı, su bazlı, nanopartikül takviyeli) maruziyet profilini ve dolayısıyla risk düzeyini belirgin biçimde değiştirdiğidir; bu durum hem geleneksel sıvılarda (Levilly ve ark., 2024; Park, 2019) hem de yeni nesil sürdürülebilir formülasyonlarda (Vardhanapu ve ark., 2025) ayrı ayrı doğrulanmıştır.

Buna karşın literatürde iki konuda yeterli çalışma bulunmamaktadır. Birincisi, Fine-Kinney tabanlı sayısal risk modelleri (Bağıran, 2023) şu ana kadar genel makine tehlikelerine (mekanik, elektriksel) odaklanmış olup, kesme sıvısı kaynaklı kimyasal maruziyeti aynı modelin içine ölçülebilir bir parametre olarak entegre eden bir çalışma bulunmamaktadır. İkincisi, Zhou ve ark. (2024) tarafından gösterilen kesme sıvısı-gürültü etkileşiminin, klasik bir risk skorlama yöntemine (örneğin ağırlıklandırılmış Fine-Kinney veya FMEA) nasıl dönüştürülebileceği henüz araştırılmamıştır.

Bu iki eksiklik birbiriyle bağlantılıdır: kesme sıvısı kaynaklı kimyasal maruziyeti, gürültü gibi diğer fiziksel etkenlerle birlikte, tek ve bütüncül bir sayısal risk modelinde (örneğin genişletilmiş bir Fine-Kinney çerçevesinde) değerlendiren bir çalışma literatürde henüz bulunmamaktadır. Bu durum, talaşlı imalat işletmelerindeki iş güvenliği uzmanlarının, kesme sıvısı kaynaklı tehlikeleri diğer makine tehlikeleriyle karşılaştırılabilir, tek bir sayısal ölçekte değerlendirebilecekleri bir araçtan yoksun kalmasına yol açmaktadır.

4. Sonuç

Derleme kapsamında incelenen çalışmalar, talaşlı imalatta kesme sıvısı kaynaklı tehlikelerin iş sağlığı ve güvenliği açısından değerlendirilmesinde yeni nesil yaklaşımların dört eksende geliştiğini ortaya koymaktadır: düzenleyici maruziyet sınır değerlerinin sıvı tipine göre yeniden ele alınması, Fine-Kinney gibi niceliksel yöntemlerle takım tezgahlarında sayısal risk skorlaması, kapsamlı maruziyet karakterizasyonu ve kesme sıvısı riskinin diğer fiziksel etkenlerle etkileşimli olarak değerlendirilmesi. Bu yaklaşımların ortak paydası, geleneksel olarak niteliksel düzeyde ele alınan kesme sıvısı tehlikelerini, ölçülebilir ve karşılaştırılabilir bir sayısal risk skoruna dönüştürmektir. Özellikle Bağıran (2023) tarafından uygulanan Fine-Kinney modeli, bu derlemenin merkezinde yer alan sayısal risk değerlendirmesi yaklaşımı için doğrudan bir metodolojik temel sunmaktadır. Bununla birlikte, kesme sıvısı kaynaklı kimyasal maruziyeti ve diğer fiziksel etkenlerle etkileşimini aynı sayısal modelde bütünleştiren bütüncül bir çerçevenin sınırlı kalması, literatürdeki belirgin bir boşluk olarak öne çıkmaktadır.

Derlemenin öne çıkardığı üç öncelikli araştırma yönü şu şekilde özetlenebilir: (i) Fine-Kinney yönteminin, kesme sıvısı tipine (yağ bazlı, su bazlı, nanopartikül takviyeli) özgü bir kimyasal maruziyet parametresi eklenerek genişletilmesi ve talaşlı imalat işletmelerinde sayısal olarak uygulanması; (ii) kesme sıvısı aerosolü ile gürültü gibi diğer fiziksel etkenlerin etkileşimli etkisini tek bir risk skorunda birleştiren bütünleşik bir modelin geliştirilmesi; (iii) yeni nesil sürdürülebilir kesme sıvılarının (NPVO-MWF gibi) mevcut sayısal risk modellerine bir referans kategorisi olarak dahil edilmesi için insan maruziyet verisinin artırılması. Bu eksende gerçekleştirilecek çalışmalar, yalnızca akademik bir katkı sağlamakla kalmayacak, aynı zamanda talaşlı imalat işletmelerinde çalışan iş güvenliği uzmanlarına doğrudan uygulanabilir, sayısal ve veri odaklı bir risk değerlendirme aracı sunacaktır.

Kaynaklar

Bağıran, H. E. (2023). Risk assessment application in milling machines. Ergonomi, 6(1), 1-18.

Levilly, R., Sauvain, J.-J., Andre, F., Demange, V., Bourgkard, E., Wild, P., & Hopf, N. B. (2024). Characterization of occupational inhalation exposures to particulate and gaseous straight and water-based metalworking fluids. Scientific Reports, 14(1), 18814.

National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). (1998). Criteria for a recommended standard: Occupational exposure to metalworking fluids (DHHS Publication No. 98-102). U.S. Department of Health and Human Services.

Park, D. (2012). The occupational exposure limit for fluid aerosol generated in metalworking operations: Limitations and recommendations. Safety and Health at Work, 3(1), 1-10.

Park, R. M. (2019). Risk assessment for metalworking fluids and respiratory outcomes. Safety and Health at Work, 10(4), 428-436.

Vardhanapu, M., Chaganti, P. K., Ghosh, A., Mahale, A., & Kulkarni, O. P. (2025). Whole-body inhalation study of nanoparticle-enhanced vegetable oil metalworking fluids in mice for assessing occupational health risks. Scientific Reports, 15(1), 21256.

Zhou, L., Wu, B., Tang, M., Li, G., Chan, W., Song, L., Wang, J., Zhu, L., Lin, L., & Lian, Y. (2024). Association between exposure to metalworking fluid aerosols, occupational noise and chronic kidney disease: A cross-sectional study in China. BMC Public Health, 24(1), 1495.

ELEKTRODEPOLAMA YÖNTEMİYLE ÜRETİLEN FeCo ALAŞIM KAPLAMALARIN MİKROYAPISAL, MEKANİK VE KOROZYON ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE AKIM YOĞUNLUĞUNUN ETKİSİ

Halil GÜVENÇ[1], Dr. Öğr. Üyesi Mehmet DEMİR[2]

[1]İskenderun Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Enstitüsü, Makine Mühendisliği ABD, Hatay, Türkiye, guvenchalil31@gmail.com, ORCID: 0009-0002-5884-2596

[2]İskenderun Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Hatay, Türkiye, mehmet.demir@iste.edu.tr, ORCID: 0000-0001-8372-5856

Özet

Bu çalışmada, elektrodepolama yöntemiyle farklı akım yoğunluklarında üretilen FeCo alaşım kaplamaların mikroyapısal, mekanik ve elektrokimyasal özellikleri incelenmiştir. Bu amaçla, AISI 304 paslanmaz çelik altlıklar üzerine 50, 80 ve 100 mA/cm² akım yoğunluklarında FeCo alaşım kaplamalar üretilmiş; kaplamaların yüzey morfolojileri taramalı elektron mikroskobu (SEM), elementel bileşimleri enerji dağılımlı X-ışını spektroskopisi (EDS) ve kristal yapıları X-ışını kırınımı (XRD) analizleriyle karakterize edilmiştir. Mekanik özellikler nanoindentasyon yöntemiyle, elektrokimyasal davranış ise %3,5 NaCl çözeltisinde açık devre potansiyeli (OCP) ve potansiyodinamik polarizasyon ölçümleriyle (Tafel) değerlendirilmiştir. SEM incelemeleri, 50 mA/cm² akım yoğunluğunda daha seyrek bir yüzey yapısı oluşurken, 80 mA/cm²'de daha homojen, kompakt ve sürekli bir kaplama morfolojisinin elde edildiğini; 100 mA/cm²'de ise yoğun bir kaplama yapısına rağmen belirgin yüzey çatlaklarının meydana geldiğini göstermiştir. EDS sonuçlarında Fe ve Co oranlarının dengeli ve benzer olduğu tespit edilmiştir. XRD analizleri, tüm kaplamalarda temel HMK FeCo kristal yapısının korunduğunu göstermiştir. Nanoindentasyon sonuçlarına göre en yüksek sertlik 4,176 GPa ile 100 mA/cm²'de elde edilmiştir. Elektrokimyasal ölçümlerde ise 80 mA/cm²'de üretilen kaplama en düşük korozyon akım yoğunluğunu ve 10,58 mm/yıl ile en düşük korozyon hızını göstermiştir. Sonuçlar, elektrodepolama sırasında uygulanan akım yoğunluğunun FeCo kaplamaların bileşimi, yüzey morfolojisi, mekanik özellikleri ve korozyon davranışı üzerinde belirleyici bir proses parametresi olduğunu; incelenen koşullar içerisinde 80 mA/cm²'nin yüzey bütünlüğü ve korozyon davranışı açısından daha dengeli özellikler sağladığını ortaya koymuştur.

Anahtar Kelimeler: FeCo alaşımı, elektrodepolama, akım yoğunluğu, nanoindentasyon, korozyon

EFFECT OF CURRENT DENSITY ON THE MICROSTRUCTURAL, MECHANICAL, AND CORROSION PROPERTIES OF FeCo ALLOY COATINGS PRODUCED BY ELECTRODEPOSITION

Halil GÜVENÇ[1], Asst. Prof. Dr. Mehmet DEMİR[2]

[1] Iskenderun Technical University, Institute of Graduate Studies, Department of Mechanical Engineering, Hatay, Türkiye, guvenchalil31@gmail.com, ORCID: 0009-0002-5884-2596

[2] Iskenderun Technical University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Mechanical Engineering, Hatay, Türkiye, mehmet.demir@iste.edu.tr, ORCID: 0000-0001-8372-5856

Abstract

In this study, the microstructural, mechanical, and electrochemical properties of FeCo alloy coatings produced by electrodeposition at different current densities were investigated. For this purpose, FeCo alloy coatings were deposited onto AISI 304 stainless steel substrates at current densities of 50, 80, and 100 mA/cm². The surface morphologies of the coatings were characterized by scanning electron microscopy (SEM), their elemental compositions by energy-dispersive X-ray spectroscopy (EDS), and their crystal structures by X-ray diffraction (XRD) analysis. The mechanical properties were evaluated using nanoindentation, while the electrochemical behavior was investigated in a 3.5% NaCl solution through open-circuit potential (OCP) and potentiodynamic polarization (Tafel) measurements. SEM observations showed that a relatively sparse surface structure formed at 50 mA/cm², whereas a more homogeneous, compact, and continuous coating morphology was obtained at 80 mA/cm². At 100 mA/cm², however, pronounced surface cracks were observed despite the formation of a dense coating structure. EDS results indicated that the Fe and Co contents were relatively balanced and comparable among the coatings. XRD analyses showed that the fundamental BCC FeCo crystal structure was preserved in all coatings. According to the nanoindentation results, the highest hardness value of 4.176 GPa was obtained at 100 mA/cm². Electrochemical measurements revealed that the coating produced at 80 mA/cm² exhibited the lowest corrosion current density and the lowest corrosion rate of 10.58 mm/year. The results demonstrate that the applied current density during electrodeposition is a key process parameter affecting the composition, surface morphology, mechanical properties, and corrosion behavior of FeCo coatings. Among the investigated conditions, 80 mA/cm² provided a more balanced combination of surface integrity and corrosion performance.

Keywords: FeCo alloy, electrodeposition, current density, nanoindentation, corrosion

1.Giriş

Mühendislik uygulamalarında kullanılan malzemelerin yüzey özelliklerinin geliştirilmesi, malzemenin çalışma koşullarındaki performansının artırılması açısından önemli bir araştırma alanıdır. Özellikle yüzeyin mekanik, fiziksel ve elektrokimyasal özelliklerinin birlikte iyileştirilmesine yönelik kaplama ve yüzey iyileştirme çalışmaları, farklı üretim yöntemlerinin geliştirilmesine olan ilgiyi artırmıştır (Güvenç & Demir, 2025; Ünal & Karahan, 2022). Elektrodepolama, metalik kaplamaların üretiminde yaygın olarak kullanılan kaplama yöntemlerinden biri olup, düşük maliyetli olması ve kaplama parametrelerinin kontrol edilebilmesi nedeniyle mühendislik uygulamalarında sıklıkla tercih edilmektedir (Djokic, Stojan S. ; Cavalloti, 2010). FeCo alaşım kaplamalarının üretiminde de elektrodepolama yöntemi tercih edilmektedir; çünkü bu yöntem Fe ve Co iyonlarının kontrollü biçimde birlikte çöktürülmesine olanak tanımakta, kaplama bileşiminin akım yoğunluğu gibi işlem parametreleriyle ayarlanabilmesini sağlamakta ve homojen yapıda alaşım kaplamaların elde edilmesini mümkün kılmaktadır (Org & Yang, 2015).

Fe-Co alaşımlarının özellikleri, alaşım bileşimi ve üretim koşullarına bağlı olarak değişebilmektedir. Özellikle Fe ve Co miktarlarının değiştirilmesiyle alaşımın mikroyapısı ve buna bağlı özellikleri üzerinde farklılıklar meydana gelebilmektedir. FeCo alaşım kaplamaları, Fe^{2+} ve Co^{2+} iyonlarının elektrokimyasal olarak birlikte çöktürülmesine olanak sağlaması, kaplama bileşiminin akım yoğunluğu, elektrolit bileşimi ve pH gibi işlem parametreleriyle kontrol edilebilmesi nedeniyle elektrodepolama yöntemiyle yaygın olarak üretilebilmektedir (Qiang et al., 2010).

Alaşımlı kaplamaların üretiminde elektrodepolama yöntemi, proses koşullarının değiştirilmesine olanak sağlaması nedeniyle kullanılan yöntemlerden biridir. Elektrodepolama çalışmalarında banyo bileşimi, pH ve akım yoğunluğu gibi deney parametrelerinin kaplamanın oluşumu ve elde edilen özellikleri üzerinde etkili olduğu gösterilmiştir. Farklı akım yoğunluklarında gerçekleştirilen elektrodepolama çalışmalarında, akım yoğunluğundaki değişimin kaplamaların kristal yapısı, tane büyüklüğü, yüzey morfolojisi ve sertlik gibi özelliklerinde farklılıklara neden olabildiği raporlanmıştır (Ünal & Karahan, 2022). Benzer şekilde, farklı akım yoğunlukları ve elektrolit bileşimleri kullanılarak üretilen kaplamalarda akım yoğunluğunun kaplama morfolojisi, sertlik ve aşınma davranışı üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir (Hükümdar et al., 2025).

Elektrodepolama ile üretilen alaşım kaplamalar üzerine yapılan çalışmalarda SEM ve EDS analizlerinin yüzey morfolojisi ve elementel dağılımın belirlenmesinde, XRD analizinin kristal yapının incelenmesinde ve mekanik testlerin kaplama özelliklerinin değerlendirilmesinde kullanıldığı görülmektedir (Güvenç & Demir, 2025; Hükümdar et al., 2025).

Kaplamaların yalnızca yapısal ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi, çalışma ortamındaki elektrokimyasal davranışlarının değerlendirilmesi açısından yeterli olmayabilmektedir. Elektrodepolanmış metalik kaplamaların korozyon davranışının incelendiği çalışmalarda açık devre potansiyeli (OCP), potansiyodinamik polarizasyon ve Tafel ekstrapolasyonu gibi yöntemlerden yararlanılmaktadır. Özellikle %3,5 NaCl çözeltisi, elektrodepolama ile üretilmiş kaplamaların elektrokimyasal davranışlarının incelenmesinde kullanılan ortamlardan biridir. OCP ölçümleri yüzeyin zaman içerisindeki potansiyel değişiminin izlenmesine olanak sağlarken, Tafel analizleri korozyon potansiyeli ve korozyon akım yoğunluğu gibi parametrelerin belirlenmesinde kullanılmaktadır (Ünal & Karahan, 2018).

Bu bilgiler doğrultusunda, Fe-Co alaşımlı kaplamalarda üretim parametrelerinin değiştirilmesiyle birlikte oluşabilecek bileşim, yüzey ve elektrokimyasal özellik değişimlerinin birlikte incelenmesi önem taşımaktadır. Bu çalışmada Fe-Co alaşımlı kaplamalar farklı akım yoğunluklarında diğer parametreler sabit tutularak elektrodepolama yöntemiyle üretilmiş ve elde edilen kaplamaların elementel bileşimleri EDS, yüzey morfolojileri SEM, kristal yapıları XRD, mekanik özellikleri nano indentasyon ile incelenmiştir. Ayrıca kaplamaların elektrokimyasal davranışları %3,5 NaCl çözeltisi içerisinde OCP, EİS ve potansiyodinamik polarizasyon (Tafel) deneyleri kullanılarak değerlendirilmiştir. Böylece akım yoğunluğundaki değişimin Fe-Co kaplamaların bileşimi,

yapısal özellikleri, mekanik davranışı ve elektrokimyasal özellikleri üzerindeki etkisinin birlikte ortaya konulması amaçlanmıştır.

2.Materyal ve Metot

Elektrodepolama yöntemi, elektrolit çözeltisinde bulunan metal iyonlarının uygulanan elektrik akımı etkisiyle katot yüzeyinde elektron kazanarak indirgenmesi ve ince bir metal kaplama oluşturması prensibine dayanmaktadır (Demir et al., 2020). Bu çalışmada FeCo alaşımlı kaplamaların üretimi elektrodepolama yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Kaplamaların biriktirileceği altlık malzeme olarak AISI 304 paslanmaz çelik tercih edilmiştir. Elektrodepolama işleminden önce altlık yüzeyleri zımparalama işlemi ile mekanik olarak temizlenmiş ve yüzeyde bulunan yağ, oksit tabakaları ile diğer kirleticilerin uzaklaştırılması amacıyla kimyasal temizlik uygulanmıştır. Elektrolit çözeltisi Fe ve Co iyonlarını içerecek şekilde hazırlanmış ve çözeltinin homojenliğini korumak amacıyla manyetik veya ultrasonik karıştırma kullanılmıştır. Elektrodepolama işlemi sırasında çözeltinin pH değeri 2,5'ta sabit, sıcaklık ve diğer işlem koşulları ise bütün numunelerde aynı olacak şekilde kontrol edilmiştir (Org & Yang, 2015; Zabri et al., 2024).

Kaplama işlemleri galvanostat/potansiyostat cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Deneysel çalışmada değişken parametre olarak akım yoğunluğu belirlenmiş ve 50, 80 ve 100 mA/cm² olmak üzere üç farklı akım yoğunluğunda FeCo kaplamalar hazırlanmıştır. Kaplama sırasında daha düzgün ve ince taneli bir yapı elde edebilmek amacıyla pulse akım yöntemi uygulanmıştır (Torabinejad et al., 2017). Akım yoğunluğu dışında kaplama süresi, elektrolit sıcaklığı ve çözeltinin pH değeri tüm deneylerde sabit tutulmuştur. Böylece kaplama özelliklerinde meydana gelen değişimlerin temel olarak uygulanan akım yoğunluğu ile ilişkilendirilmesi amaçlanmıştır.

Üretilen kaplamaların yüzey morfolojileri taramalı elektron mikroskobu (SEM) kullanılarak incelenmiştir. SEM görüntüleri 10.000× büyütme ve 20 kV hızlandırma gerilimi koşullarında elde edilmiştir. Kimyasal bileşimin belirlenmesi amacıyla SEM analizleri sırasında aynı bölgeler üzerinde enerji dağılımlı X-ışını spektroskopisi (EDS) ölçümleri de gerçekleştirilmiştir. EDS analizleri sonucunda kaplamalarda bulunan Fe ve Co elementlerinin ağırlıkça yüzdeleri belirlenmiştir. Kaplamaların kristal ve faz özelliklerinin belirlenmesinde X-ışını kırınımı (XRD) tekniğinden yararlanılmıştır. XRD ölçümleri 2θ = 20-90° tarama aralığında gerçekleştirilmiştir. Elde edilen difraktogramlar üzerinden kaplamaya ait karakteristik kırınım pikleri belirlenmiş ve altlık malzemeden kaynaklanan sinyallerden ayrıştırılmıştır (Ledwig et al., 2021).

Kaplamaların nano ölçekli mekanik özellikleri nano indentasyon yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Deneyler triboindenter cihazında gerçekleştirilmiş ve elde edilen veriler Oliver–Pharr analiz yöntemi kullanılarak değerlendirilmiştir (Oliver et al., 1992). Ölçümlerin güvenilirliğini artırmak amacıyla her numune üzerinde üç noktadan ölçüm alınmış ve elde edilen yük–yer değiştirme eğrileri değerlendirmeye tabi tutulmuştur.

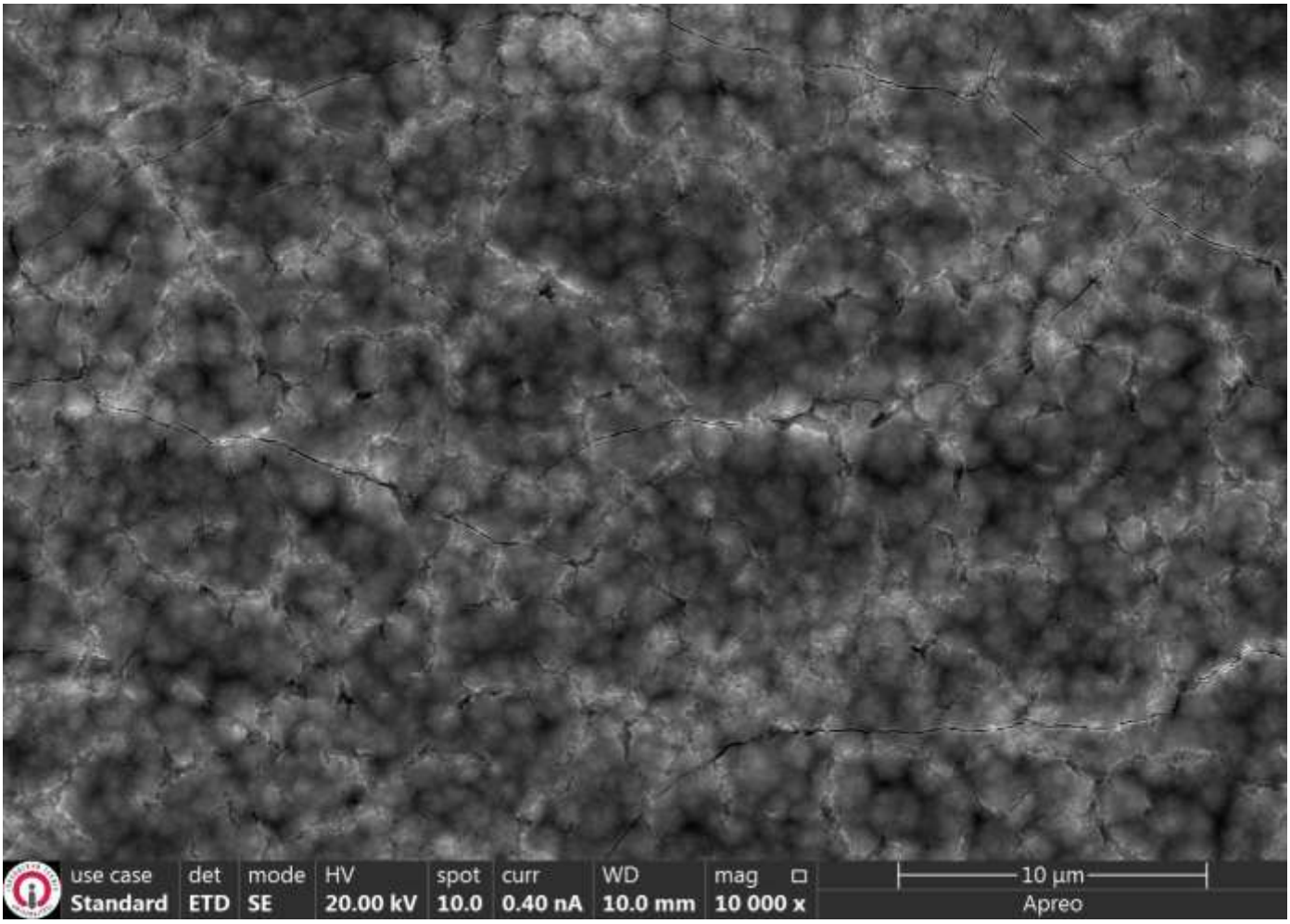
FeCo kaplamaların elektrokimyasal davranışları, %3,5 NaCl çözeltisi içerisinde potansiyodinamik polarizasyon yöntemi kullanılarak değerlendirilmiştir. Bu tür elektrokimyasal değerlendirmelerde açık devre potansiyeli ve Tafel polarizasyon ölçümleri, korozyon davranışının belirlenmesinde kullanılan yöntemler arasında yer almaktadır (Güvenç & Demir, 2025). Bu çalışmada, farklı akım yoğunluklarında üretilen FeCo kaplamaların kimyasal bileşim, kristal yapı, yüzey morfolojisi ve nano ölçekli mekanik davranışları özellikleri değerlendirilmiştir.

3.ARAŞTIRMA BULGULARI

Yüzey Morfolojisi

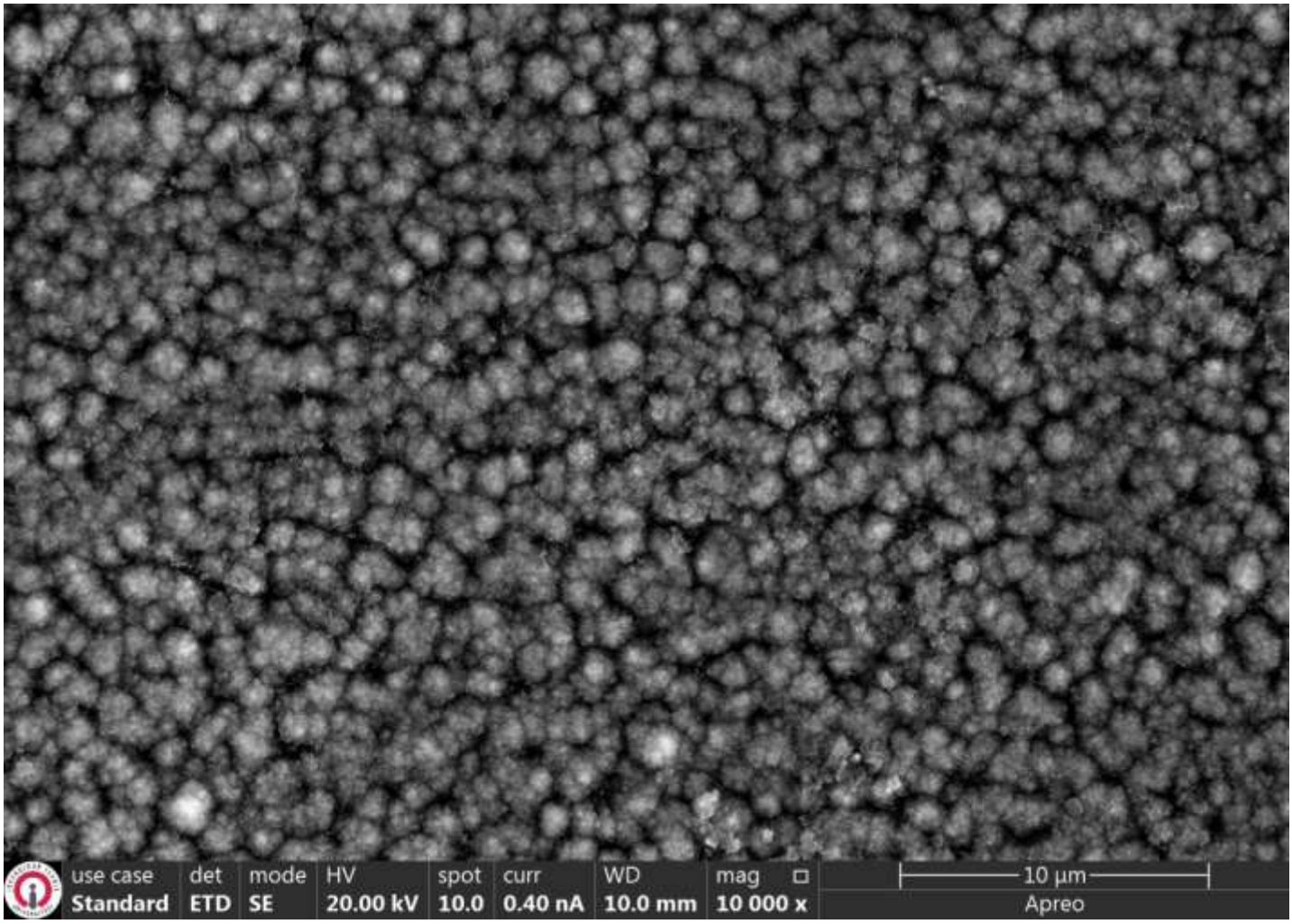
Elektrodepolama yöntemiyle hazırlanan Fe-Co kaplamaların yüzey yapıları, uygulanan akım değerinin etkisini belirlemek amacıyla taramalı elektron mikroskobu (SEM) kullanılarak karakterize edilmiştir. Kaplama numuneleri 50, 80 ve 100 mA/cm² akım koşullarında üretilmiş ve elde edilen yüzey görüntüleri 10.000× büyütme oranında, 20 kV hızlandırma gerilimi kullanılarak kaydedilmiştir.

Farklı akım değerlerinde (50, 80 ve 100 mA/cm²) elektrodepolama yöntemiyle elde edilen FeCo kaplamalarının yüzey morfolojileri taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile incelenmiştir. Tüm SEM ölçümleri 10.000× büyütme ve 20 kV hızlandırma gerilimi altında gerçekleştirilmiştir. 50 mA/cm² akım değerinde üretilen kaplamanın yüzeyinde, farklı boyutlarda tanecikli ve kümelenmiş yapıların oluştuğu görülmektedir. (Şekil 1).



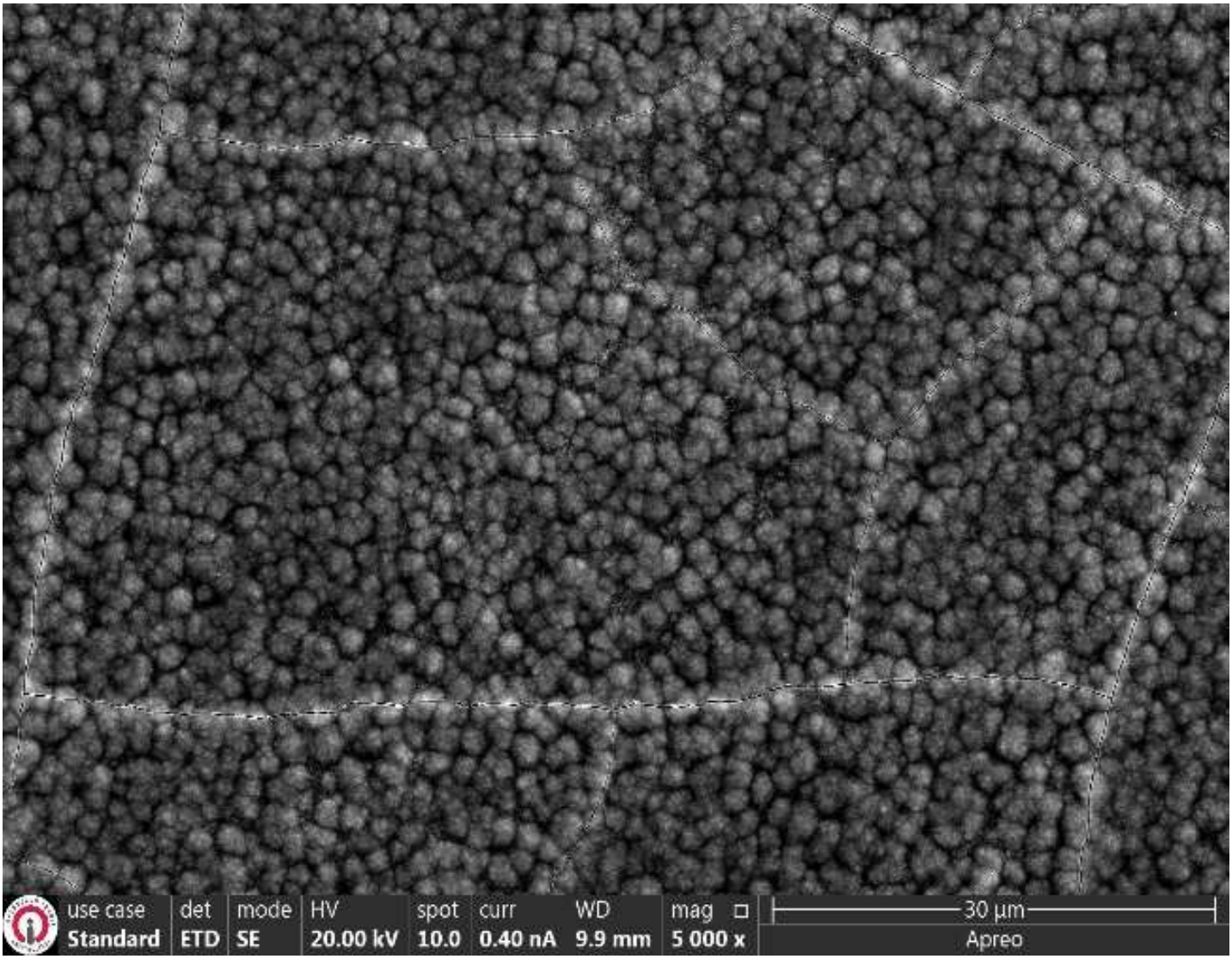
Şekil 1. 50 mA/cm² akım ile üretilen numunenin SEM görüntüsü

Taneciklerin yüzey üzerinde seyrek bir dağılım gösterdiği ve aralarında daha düşük yoğunluklu bölgelerin bulunduğu dikkat çekmektedir. Yüzeydeki bu boşluklu yapı, kaplamanın henüz tamamen sürekli bir tabaka haline gelmediğini göstermektedir. Düşük akım değerinde kaplama yüzeyine gerçekleşen malzeme birikiminin sınırlı olması, taneciklerin birbirleriyle tamamen birleşmesini engellemiş ve yüzeyde daha seyrek bir morfolojinin oluşmasına neden olmuştur. Bununla birlikte, 50 mA/cm² numunesinin yüzeyinde belirgin çatlakların bulunmaması, düşük akım koşulunda kaplama tabakasının çatlak oluşumu bakımından daha kararlı bir yüzey yapısı sergilediğini göstermektedir. Akım değerinin 80 mA/cm² yükseltilmesiyle elde edilen kaplamanın da yüzey morfolojisinin belirgin biçimde yoğunlaştığı görülmektedir (Şekil 2).

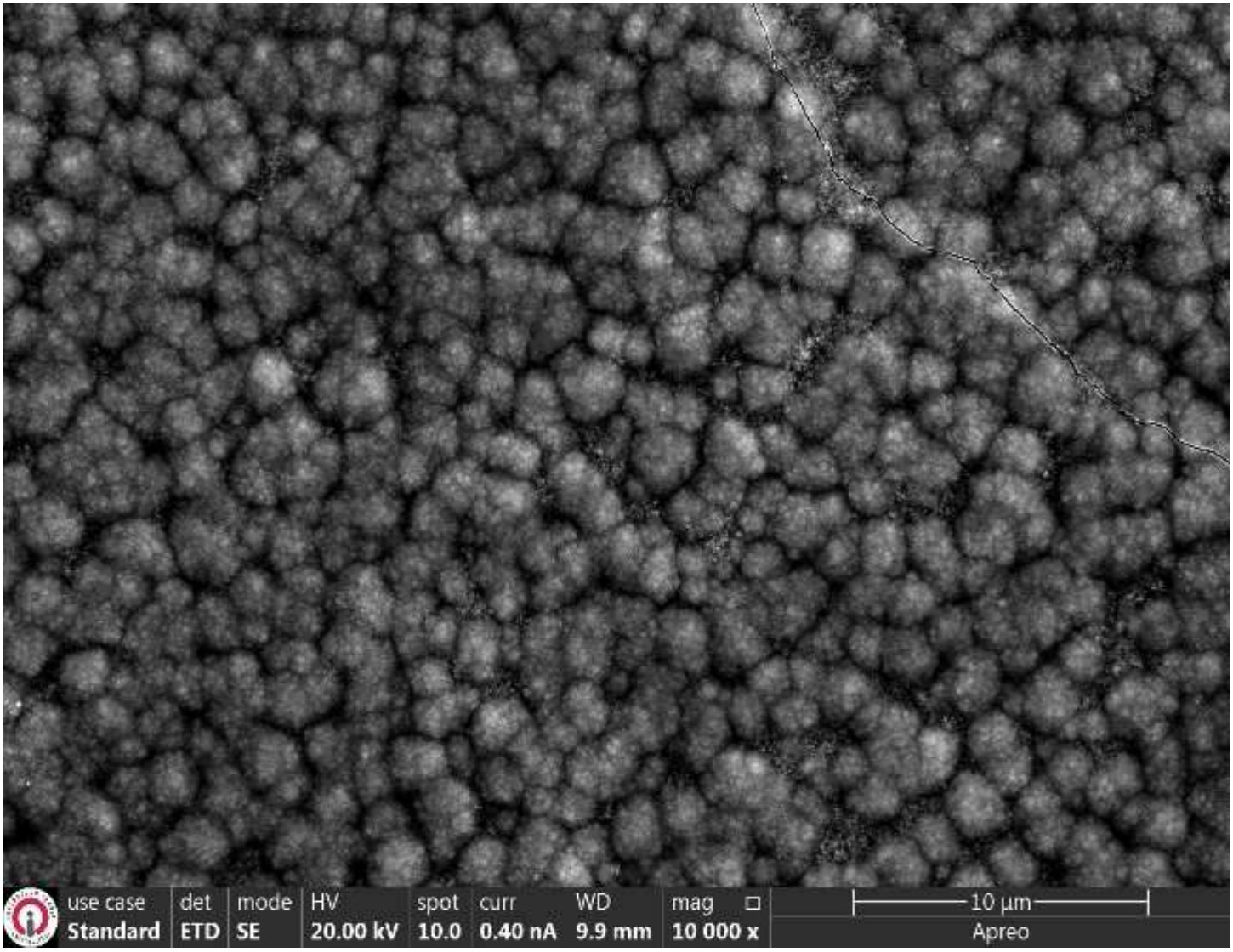


Şekil 2. 80 mA/cm² akım ile üretilen numunenin SEM görüntüsü

50 mA/cm² numunesinde görülen seyrek tanecik dağılımının aksine, 80 mA/cm² numunesinin yüzeyinde daha küçük boyutlu yapıların birbirine yakın ve sıkı bir şekilde dizildiği görülmektedir. Üretilen kaplamanın yüzey morfolojisi incelendiğinde, belirgin bir "karnabahar" morfolojisine sahip nodüler oluşumların meydana geldiği görülmektedir (Şekil 2). Bu yapılar, daha küçük ve yaklaşık küresel biçimli kümelerin bir araya gelmesiyle oluşmuş olup, kaplama yüzeyinde nispeten seyrek ve düzensiz bir dağılım göstermektedir. Tanecikler arasındaki boşlukların azalmasıyla birlikte yüzey daha homojen ve sürekli bir görünüm kazanmıştır. Bu morfoloji, 80 mA/cm² numunesinin kaplama oluşumunun daha yüksek birikim hızıyla gerçekleştiğini ve yüzey üzerinde daha fazla sayıda çekirdeklenme bölgesinin oluştuğunu göstermektedir. Artan çekirdeklenme yoğunluğu, yüzeyde daha sıkı bir tanecik dağılımı meydana getirerek kaplamanın daha kompakt bir yapı kazanmasını sağlamıştır. 50 mA/cm² numunenin yüzeyinde belirgin çatlakların görülmemesi ve kaplamanın yüzey boyunca daha düzenli bir dağılım göstermesi, bu akım değerinde sürekli ve bütünlüğünü koruyan bir kaplama morfolojisinin oluştuğunu göstermektedir. 100 mA/cm² akım değerinde üretilen kaplamaya ait 100 mA/cm² akım değerinde üretilen kaplamanın 5000x teki görüntüsü ile 100 mA/cm² akım değerinde üretilen kaplamanın 10000x teki görüntüler, aynı numunenin yüzey morfolojisini farklı görüntüleme alanlarında gösteren SEM görüntüleridir (Şekil 3 ve 4).



Şekil 3. 100 mA/cm² akım ile üretilen numunenin 5000x SEM görüntüsü



Şekil 4. 100 mA/cm² akım ile üretilen numunenin 10000x SEM görüntüsü

100 mA/cm²'in 5000x teki görüntüsünde, yüzeyin yoğun bir tanecikli yapıya sahip olduğu ve bununla birlikte kaplama boyunca ilerleyen belirgin çatlakların oluştuğu görülmektedir. Çatlakların yüzey üzerinde birbirleriyle bağlantılı şekilde ilerlemesi, kaplama tabakasının yapısal bütünlüğünde bozulmalar meydana geldiğini göstermektedir. 100 mA/cm²'in 10000x teki görüntüsünde ise yüzeydeki taneciklerin daha yakından incelenebildiği ve yoğun bir şekilde birikmiş yapıların oluştuğu görülmektedir. Aynı numuneye ait bu iki görüntü birlikte değerlendirildiğinde, 100 mA akım değerinde kaplama yüzeyinde yüksek miktarda malzeme birikimi gerçekleşmesine rağmen yüzeyin çatlak oluşumundan olumsuz etkilendiği açıkça görülmektedir. Yüksek akım değerinde artan kaplama birikim hızı, kaplama tabakasının hızlı şekilde büyümesine neden olmuş ve tabaka içerisinde oluşan gerilmelerin artması sonucunda yüzeyde belirgin çatlaklar meydana gelmiştir. Bu nedenle 100 mA/cm² numunenin yüzey yoğunluğu yüksek olmasına rağmen çatlakların bulunması, kaplama yüzeyinin sürekliliğini ve bütünlüğünü olumsuz yönde etkilemiştir. Genel olarak SEM görüntüleri karşılaştırıldığında, 50 mA/cm² numunesi daha seyrek ve düşük yoğunluklu bir yüzey yapısı sergilediği, 80 mA/cm²'de üretilen numuneninse daha homojen, kompakt ve sürekli bir morfolojiye ulaştığı, ancak 100 mA/cm²'de üretilen numunenin ise yoğun bir yüzey yapısının yanında belirgin çatlakların oluştuğu görülmektedir. Düşük akım değerinde kaplama miktarının yetersiz kalması ve yüksek akım değerinde çatlak oluşumunun belirginleşmesi

birlikte değerlendirildiğinde, 80 mA/cm² deki numunenin yüzey morfolojisi bakımından en dengeli yapıyı oluşturduğu belirlenmiştir. Bu sonuç, 80 mA/cm² akım değerinde kaplama yüzeyinin hem yeterli yoğunluğa ulaştığını hem de 100 mA/cm² koşulunda görülen belirgin çatlak oluşumunun meydana gelmediğini göstermektedir.

Tablo 1. Farklı akım yoğunluklarında FeCo kaplamalarının EDS bileşim sonuçları (ağırlık %)

Akım Yoğunluğu (mA/cm²)	% Fe	% Co
50	42,63	57,37
80	45,33	54,57
100	43,99	56,01

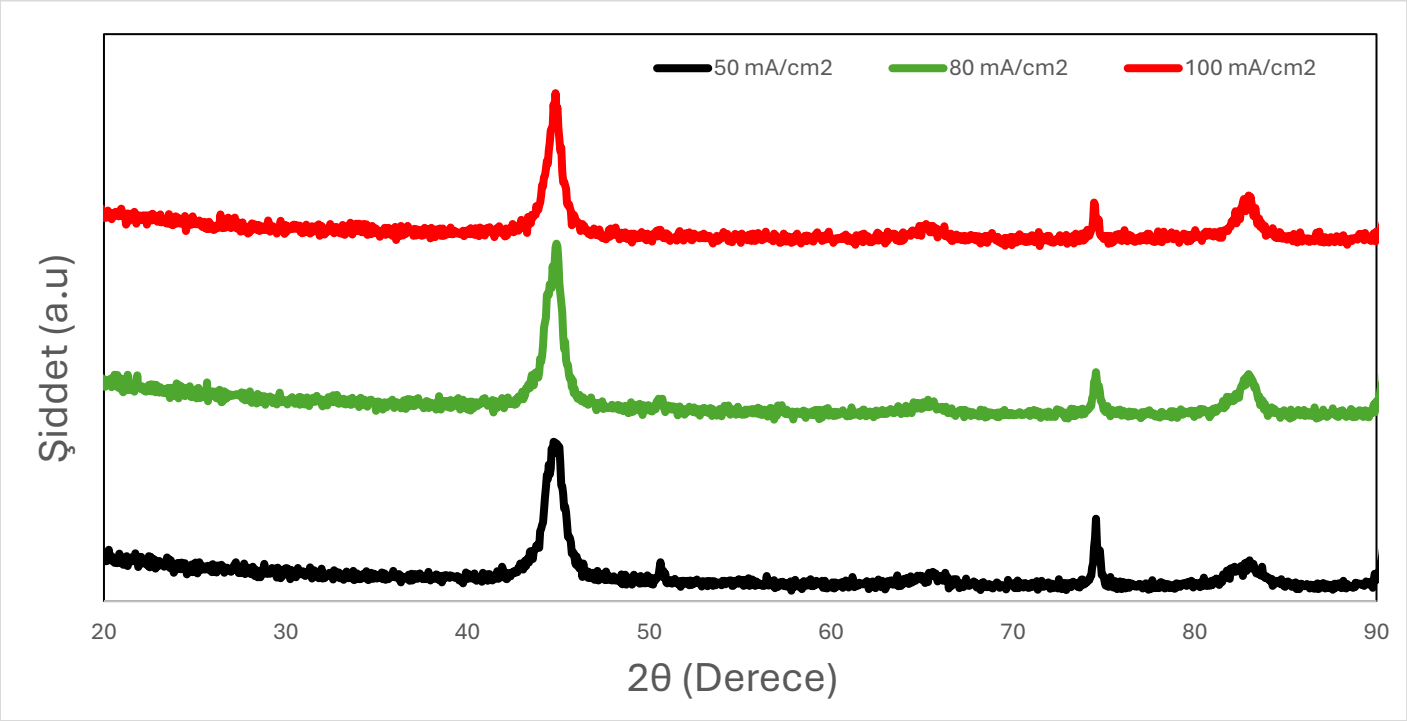
Kaplamaların elementel bileşimleri, enerji dağılımlı X-ışını spektroskopisi (EDS) yöntemi kullanılarak belirlenmiş ve elde edilen sonuçlar Tablo 1'de verilmiştir. Buna göre 50 mA/cm² akım ile üretilen kaplama, 80mA/cm² akım ile üretilen kaplama ve 100mA/cm² akım ile üretilen kaplama bu akım değerlerinde üretilmiştir. EDS spektrumlarında kaplamaların temel olarak Fe ve Co elementlerinden oluştuğu görülmektedir. 50 mA/cm² akımda üretilen kaplamada Fe oranı %42,63, Co oranı ise %57,37 olarak belirlenmiştir. Akım değerinin 80 mA/cm²'e çıkarılmasıyla Fe oranının %45,33'e yükseldiği, buna karşılık Co oranının %54,67'ye gerilediği görülmektedir. 100 mA/cm² akımda elde edilen kaplamada ise Fe ve Co oranları sırasıyla %43,99 ve %56,01 olarak ölçülmüştür.

Sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde, uygulanan akım değerindeki değişimin kaplamaların Fe-Co element dağılımı üzerinde belirli bir etkisinin olduğu görülmektedir. 50 mA/cm²'den 80 mA/cm²'e geçildiğinde Fe miktarında artış meydana gelirken Co miktarında buna karşılık bir azalma gerçekleşmiştir. Ancak akımın 100 mA/cm²'e yükseltilmesiyle Fe oranı bir miktar düşmüş ve Co oranı yeniden artmıştır. Buna göre en yüksek Fe içeriği 80 mA/cm²'de üretilen kaplama (%45,33), en yüksek Co içeriği ise 50 mA/cm²'de üretilen kaplamada (%57,37) elde edilmiştir.

Özetle, 50-80–100 mA/cm²'lik akım değişimlerinde Fe ve Co birikim oranlarını tamamen doğrusal olmayan şekilde etkilemiştir. Özellikle 80 mA/cm²'de Fe içeriğinin diğer iki kaplamaya göre yükselmesi, bu akım değerinde Fe birikiminin daha belirgin hale geldiğini göstermektedir. 100 mA/cm²'de ise Fe/Co oranı tekrar değişerek 50 mA/cm²'deki bileşime yaklaşmıştır.

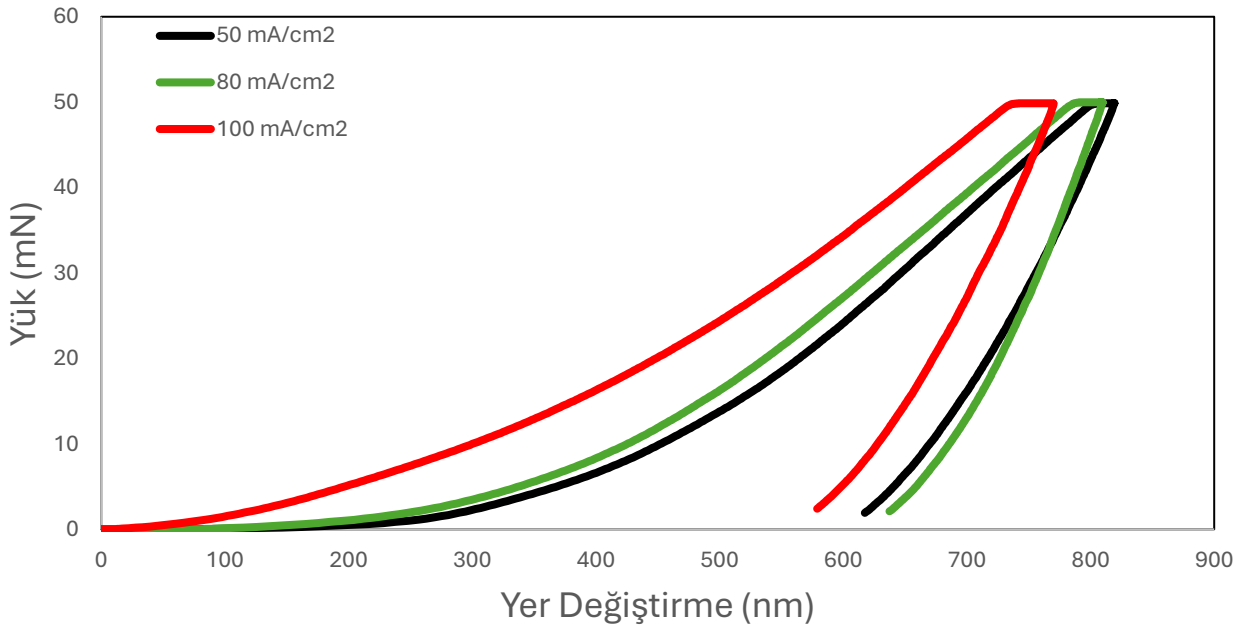
X-ışını kırınımı (XRD) analizleri

Farklı akım yoğunluklarında elektrodepolama yöntemiyle üretilen FeCo alaşım kaplamaların kristal yapıları X-ışını kırınımı (XRD) analizi ile incelenmiş ve elde edilen kırınım desenleri Şekil 5'te sunulmuştur. Her üç numunede de yaklaşık $2\theta = 44{,}8°$ civarında belirgin bir kırınım piki gözlenmiş olup bu pik, hacim merkezli kübik (HMK) FeCo fazının (110) kristal düzlemiyle uyumludur. Ayrıca yaklaşık 65,5° ve 82,9° civarında gözlenen düşük şiddetli pikler, HMK yapının sırasıyla (200) ve (211) düzlemleriyle ilişkilendirilebilir. Mansouri ve ark. tarafından elektrodepolama yöntemiyle üretilen FeCo nanoteller üzerinde gerçekleştirilen XRD analizlerinde de HMK kristal yapısı belirlenmiş ve (110) ile (211) düzlemlerine ait karakteristik kırınım pikleri rapor edilmiştir (Mansouri et al., 2020). Akım yoğunluğunun 50 mA/cm²'den 100 mA/cm²'ye artırılmasıyla kırınım desenlerinde piklerin göreli şiddetleri ve belirginlikleri bakımından farklılıklar gözlenmiştir. Bununla birlikte, her üç numunede de benzer kırınım piklerinin gözlenmesi, incelenen akım yoğunlukları boyunca FeCo alaşım kaplamaların temel kristal yapısının korunduğunu göstermektedir. Elde edilen sonuçlar, elektrodepolama sırasında uygulanan akım yoğunluğunun kırınım piklerinin göreli şiddetlerini etkilediğini, ancak incelenen koşullarda belirgin bir faz dönüşümüne işaret eden yeni bir kırınım pikinin ortaya çıkmadığını göstermektedir.



Şekil 5. Farklı akım yoğunluklarında (50, 80 ve 100 mA/cm²) elektrodepolama yöntemiyle üretilen FeCo alaşım kaplamaların XRD desenleri

Nano Sertlik Testleri



Şekil 6. Farklı akım yoğunluklarında (50, 80 ve 100 mA/cm²) elektrodepolama yöntemiyle üretilen FeCo alaşım kaplamaların nanoindentasyon yük–yer değiştirme eğrileri

Tablo 2. Farklı akım yoğunluklarında elektrodepolama yöntemiyle üretilen FeCo alaşım kaplamaların nano indentasyon sonuçları.

Akım yoğunluğu (mA/cm²)	HIT (GPa)	Er (GPa)	HVIT (Vickers)	hmax (nm)
50	3,709	80,096	343,516	820,018
80	3,613	98,472	334,591	809,669
100	4,176	89,688	386,747	771,190

Farklı akım yoğunluklarında elektrodepolama yöntemiyle üretilen FeCo alaşım kaplamaların mekanik özellikleri nanoindentasyon yöntemiyle incelenmiştir. Ölçümler, 50 mN maksimum yük altında gerçekleştirilmiş ve elde edilen yük–yer değiştirme eğrileri Şekil 6'de sunulmuştur. Sertlik ve elastik modül değerleri Oliver–Pharr yöntemi kullanılarak belirlenmiş olup sonuçlar Tablo 2'de verilmiştir (Oliver et al., 1992)..

Şekil 6 incelendiğinde, tüm numunelerin yükleme sırasında artan batma derinliği ve yükün kaldırılmasıyla kısmi elastik geri dönüş sergilediği görülmektedir. Akım yoğunluğunun 50 mA/cm²'den 100 mA/cm²'ye artırılmasıyla maksimum batma derinliği 820,018 nm'den 771,190 nm'ye düşmüştür. Özellikle 100 mA/cm² akım yoğunluğunda üretilen kaplamanın aynı yük altında daha düşük batma derinliği sergilemesi, uygulanan yüke karşı daha yüksek deformasyon direncine sahip olduğunu göstermektedir. Bu davranış, Tablo 2'de verilen nanoindentasyon sertlik değerleriyle de uyumludur.

Tablo 2'e göre, 50 mA/cm² akım yoğunluğunda üretilen kaplamanın nanoindentasyon sertliği (HIT) 3,709 GPa ve Vickers sertliği (HVIT) 343,516 olarak belirlenmiştir. Akım yoğunluğunun 80 mA/cm²'ye artırılmasıyla HIT değeri 3,613 GPa' ya ve HVIT değeri 334,591'e düşerken, 100 mA/cm² akım yoğunluğunda bu değerler sırasıyla 4,176 GPa ve 386,747'ye yükselmiştir. Benzer şekilde, 100 mA/cm² numunesinde en düşük maksimum batma derinliği elde edilmiştir. İndirgenmiş elastik modül (Er) değerleri ise 50, 80 ve 100 mA/cm² akım yoğunlukları için sırasıyla 80,096, 98,472 ve 89,688 GPa olarak belirlenmiş olup en yüksek değer 80 mA/cm² numunesinde elde edilmiştir.

Elde edilen sonuçlar, elektrodepolama sırasında uygulanan akım yoğunluğunun FeCo alaşım kaplamaların mekanik özelliklerini etkilediğini göstermektedir. Akım yoğunluğuna bağlı olarak kaplamaların kimyasal bileşiminde, tane boyutunda ve yüzey morfolojisinde meydana gelebilecek değişimlerin sertlik ve elastik modül değerleri üzerinde etkili olabileceği değerlendirilmektedir (Guo & Yao, 2022).

Nanoindentasyon sonuçları, SEM görüntülerinde gözlenen yüzey morfolojisi ve çatlak oluşumuyla birlikte değerlendirildiğinde, kaplamaların mekanik davranışı ile yapısal bütünlüğü arasında önemli bir ilişki olduğu görülmektedir. Özellikle 100 mA/cm² akım yoğunluğunda üretilen kaplamanın en yüksek nanoindentasyon sertliğine (4,176 GPa) ve en düşük maksimum batma derinliğine (771,190 nm) sahip olmasına karşın, SEM görüntülerinde gözlenen mikro çatlaklar, yüksek sertliğin tek başına kaplamanın mekanik bütünlüğünü garanti etmediğini göstermektedir. Elektrodepolama sırasında meydana gelebilecek iç gerilmeler ve mikroyapısal farklılıkların, sertlik artışıyla birlikte yüzeyde çatlak oluşumuna da katkıda bulunabileceği düşünülmektedir. Bu nedenle, FeCo alaşım kaplamaların mekanik performansının değerlendirilmesinde nanoindentasyon sonuçlarının yüzey morfolojisi ve çatlak oluşumuyla birlikte ele alınması gerekmektedir.

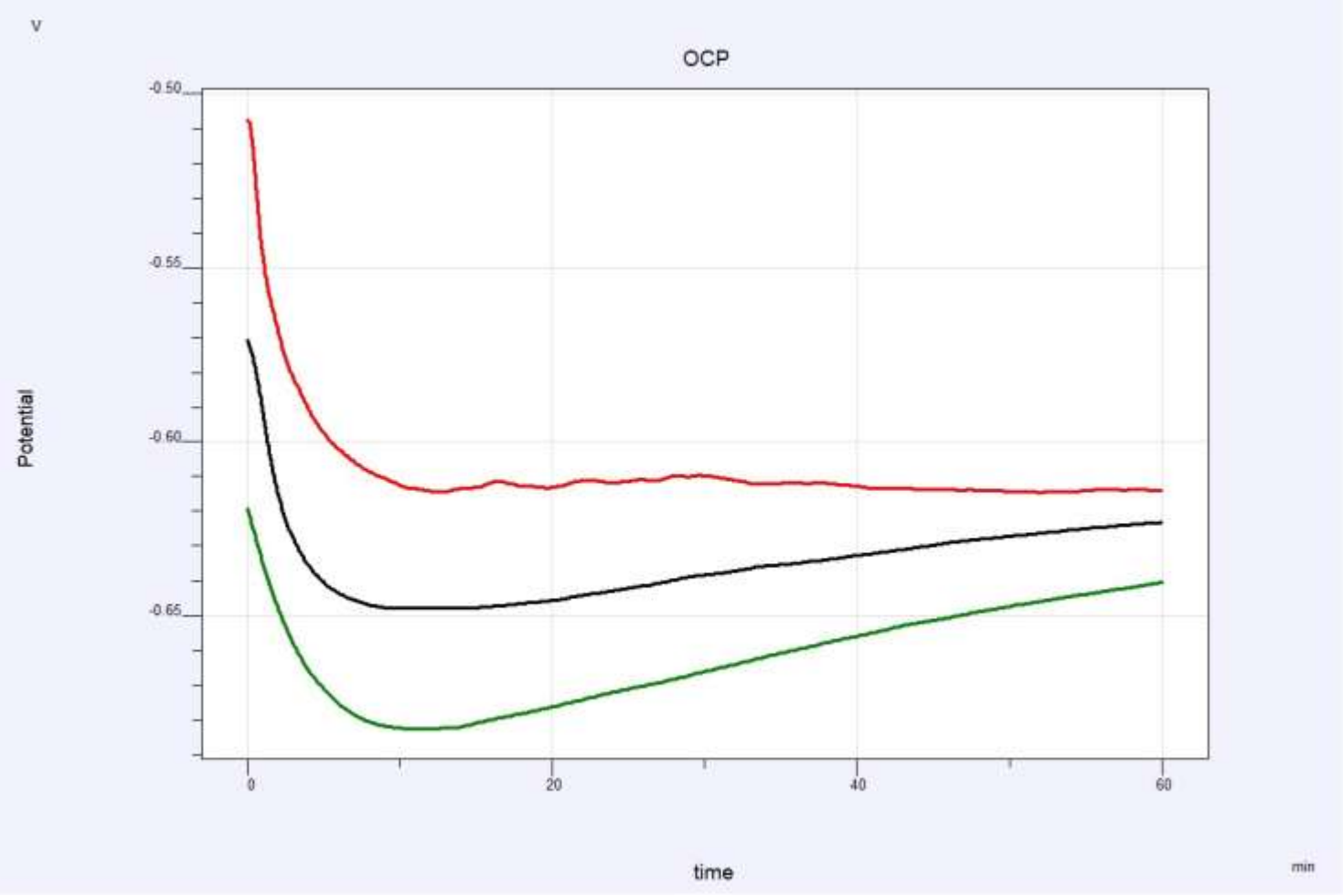
Korozyon Testleri

Şekil 7'de sırasıyla siyah, yeşil, kırmızı grafikler çizgileri 50, 80 ve 100 mA/cm² akım yoğunluklarına tekabül eden OCP grafiği gösterilmektedir. Bu yoğunluklarda üretilen numunelerin %3,5 NaCl çözeltisi içerisindeki açık devre potansiyeli (OCP) değişimleri verilmiş, başlangıç ve ölçüm sonunda elde edilen potansiyel değerleri ile OCP değişimleri Tablo 3'te sunulmuştur. Elde edilen sonuçlara göre 50 mA/cm² akım yoğunluğunda üretilen numunenin başlangıç OCP değeri −0,5708 V, ölçüm sonunda ise −0,6232 V olarak belirlenmiştir. Bu numunede

ölçüm süresince +52,4 mV'lik bir OCP değişimi meydana gelmiştir. 80 mA/cm² numunesinde başlangıç potansiyeli −0,6193 V iken ölçüm sonunda −0,6404 V değerine ulaşmış ve OCP değişimi +21,1 mV olarak hesaplanmıştır. 100 mA/cm² akım yoğunluğunda hazırlanan numunede ise başlangıçta −0,5075 V olan OCP değeri ölçüm sonunda −0,6141 V olarak ölçülmüş ve toplam OCP değişimi +106,6 mV olarak belirlenmiştir.

Numunelerin OCP sonuçları karşılaştırıldığında, akım yoğunluğundaki değişimin potansiyel kararlılığı üzerinde farklı düzeylerde etkili olduğu görülmektedir. 50 mA/cm² numunesinde +52,4 mV, 80 mA/cm² numunesinde +21,1 mV ve 100 mA/cm² numunesinde ise +106,6 mV değişim elde edilmiştir. Buna göre en düşük OCP değişimi 80 mA/cm²'de, en yüksek değişim ise 100 mA/cm²'de gerçekleşmiştir. Özellikle 100 mA/cm² numunesinde başlangıç ve son OCP değerleri arasındaki farkın belirgin olması, ölçüm süresince yüzey-elektrolit etkileşiminin daha fazla değişim gösterdiğini düşündürmektedir. Buna karşılık 80 mA/cm² numunesinde potansiyel değişiminin daha sınırlı olması, ölçüm süresince OCP'nin daha dar bir aralıkta değiştiğini göstermektedir.

Bununla birlikte, OCP değerlerindeki değişim tek başına numunelerin korozyon performansını değerlendirmek için yeterli değildir. Bu nedenle farklı akım yoğunluklarında üretilen kaplamaların elektrokimyasal davranışlarının daha kapsamlı biçimde ortaya konulabilmesi amacıyla OCP sonuçlarının potansiyodinamik polarizasyon (Tafel) analizleriyle birlikte ele alınacaktır.



Şekil 7. FeCo kaplamalarının OCP grafiği

Tablo 3. FeCo kaplamalarının OCP değerleri

Numune	OCP başlangıç (V)	OCP son (V)	ΔOCP (mV)
50 mA/cm²	-0,5708	-0,6232	52,4
80 mA/cm²	-0,6193	-0,6404	21,1
100 mA/cm²	-0,5075	-0,6141	106,6

FeCo alaşımlı kaplamaların %3,5 NaCl çözeltisindeki elektrokimyasal davranışları potansiyodinamik polarizasyon yöntemi ile incelenmiş ve elde edilen eğriler Şekil 8'te, polarizasyon analizlerinden belirlenen elektrokimyasal parametreler ise Tablo 4'te verilmiştir. Elektrodepolanmış kaplamaların korozyon davranışının değerlendirilmesinde E_{corr}, i_{corr}, polarizasyon direnci ve korozyon hızının birlikte ele alınması yaygın bir yaklaşımdır [6,18].

50 mA/cm² akım yoğunluğunda üretilen numunede korozyon potansiyeli (E_{corr}) −0,4571 V olarak belirlenmiştir. Aynı numunenin korozyon akım yoğunluğu (i_{corr}) 0,0004952 A/cm², polarizasyon direnci (R_p) ise 137,7 Ω olarak hesaplanmıştır. Bu numune için anodik Tafel eğimi (β_a) 8,567 V/dec, katodik Tafel eğimi (β_c) 0,16 V/dec ve korozyon hızı 11,54 mm/yıl olarak elde edilmiştir.

80 mA/cm² akım yoğunluğunda hazırlanan kaplamada E_{corr}değeri −0,4419 V olarak ölçülmüştür. Bu numunede i_{corr}0,0004539 A/cm² seviyesinde bulunurken, $R_p$değeri 115,4 Ω olarak belirlenmiştir. Anodik ve katodik Tafel eğimleri sırasıyla 4,125 V/dec ve 0,124 V/dec olup hesaplanan korozyon hızı 10,58 mm/yıl'dır. Üç numune içerisinde en düşük korozyon akım yoğunluğu ve korozyon hızının bu numunede elde edildiği görülmektedir.

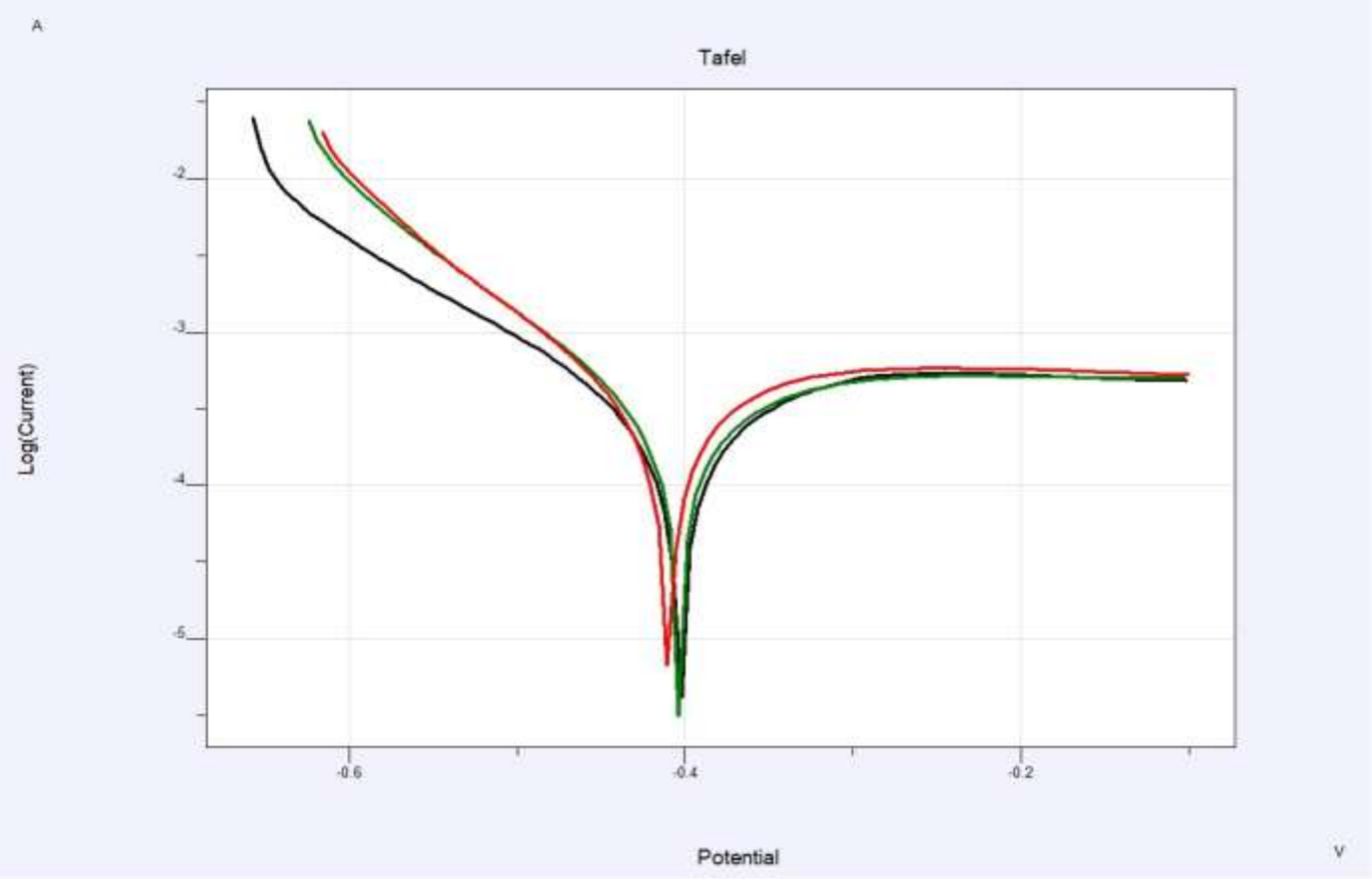
100 mA/cm² akım yoğunluğunda üretilen kaplamada ise korozyon potansiyeli −0,4552 V olarak belirlenmiştir. Bu numunenin korozyon akım yoğunluğu 0,0005481 A/cm², polarizasyon direnci 92,47 Ω, anodik Tafel eğimi 11,075 V/dec ve katodik Tafel eğimi 0,118 V/dec olarak hesaplanmıştır. Korozyon hızı ise 12,78 mm/yıl değerine ulaşmıştır.

Polarizasyon sonuçları bir bütün olarak değerlendirildiğinde, üç farklı akım yoğunluğunda elde edilen E_{corr}değerlerinin birbirine yakın olduğu görülmektedir. En pozitif korozyon potansiyeli −0,4419 V ile 80 mA/cm² numunesinde elde edilirken, 50 ve 100 mA/cm² numunelerinde bu değerler sırasıyla −0,4571 V ve −0,4552 V olarak belirlenmiştir. Buna karşılık, korozyon akım yoğunlukları arasında daha belirgin bir farklılık bulunmaktadır. 50 mA/cm² için 0,0004952 A/cm², 80 mA/cm² için 0,0004539 A/cm² ve 100 mA/cm² için 0,0005481 A/cm² değerleri elde edilmiştir. Korozyon akım yoğunluğunun daha düşük olması, polarizasyon değerlendirmelerinde daha düşük elektrokimyasal çözünme akımıyla ilişkilendirilen bir parametredir (Dini, 1993; Güvenç & Demir, 2025).

Korozyon hızı sonuçları da i_{corr}değerleriyle benzer bir değişim göstermektedir. 50 mA/cm² numunesinde korozyon hızı 11,54 mm/yıl iken, 80 mA/cm²'de bu değer 10,58 mm/yıl seviyesine düşmüştür. Akım yoğunluğunun 100 mA/cm² seviyesine çıkarılmasıyla korozyon hızı 12,78 mm/yıl değerine yükselmiştir. Dolayısıyla üç numune içerisinde en düşük korozyon hızı 80 mA/cm²'de elde edilirken, en yüksek değer 100 mA/cm²'de belirlenmiştir. Benzer şekilde polarizasyon direnci de akım yoğunluğundaki değişimle birlikte farklılık göstermiş; 137,7 Ω olan $R_p$değeri 80 mA/cm²'de 115,4 Ω'a ve 100 mA/cm²'de 92,47 Ω'a düşmüştür. Elektrokimyasal kaplamaların değerlendirilmesine yönelik çalışmalarda $R_p$değerinin korozyon davranışının değerlendirilmesinde kullanılan temel parametrelerden biri olduğu bildirilmektedir (Rezende et al., 2016).

Bu sonuçlar dikkate alındığında, incelenen akım yoğunlukları içerisinde 80 mA/cm² koşulunda daha düşük i_{corr}ve korozyon hızı ile diğer numunelere göre daha pozitif bir E_{corr}değeri elde edilmiştir. Bununla birlikte, 100 mA/cm²'ye geçildiğinde hem i_{corr}hem de korozyon hızında artış meydana gelmiş, buna karşılık $R_p$değeri

azalmıştır. Bu nedenle akım yoğunluğundaki artışın FeCo kaplamaların elektrodepolama parametrelerinde doğrusal bir değişim oluşturmadığı görülmektedir. Elde edilen polarizasyon sonuçları, daha önce belirlenen OCP değerleriyle birlikte değerlendirildiğinde, akım yoğunluğunun FeCo kaplamaların elektrodepolama yöntemini etkileyen önemli deneysel değişkenlerden biri olduğunu ortaya koymaktadır.



Şekil 8. FeCo kaplamalarının Tafel grafiği

Tablo 4. FeCo kaplamalarının Tafel değerleri

Numune	E. corr V	I cor. A/cm^2	C. Rate mm/yıl
50 mA/cm²	-0,4571	0,0004952	11,54
80 mA/cm²	-0,4419	0,0004539	10,58
100 mA/cm²	-0,4552	0,0005481	12,78

4.Sonuç ve Değerlendirme

Bu çalışmada, AISI 304 paslanmaz çelik altlıklar üzerine elektrodepolama yöntemi kullanılarak 50, 80 ve 100 mA akım yoğunluklarında FeCo alaşımlı kaplamalar üretilmiştir. Farklı akım yoğunluklarının kaplamaların mikroyapısal, kimyasal, mekanik özellikleri üzerindeki etkileri sistematik olarak araştırılmıştır. Elde edilen kaplamalar SEM/EDS, XRD, OCP/Tafel ve nanoindentasyon analizleri kullanılarak karakterize edilmiştir.

SEM analizleri, uygulanan akım yoğunluğunun kaplama yüzey morfolojisi üzerinde belirgin bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymuştur. Bununla birlikte, EDS sonuçları kaplamaların Fe ve Co içeriklerinin uygulanan akım yoğunluğuna bağlı olarak değiştiğini göstermiştir. 50 mA numunesinde Co içeriğinin en yüksek seviyede olduğu

belirlenirken, 80 mA numunesinde Fe oranında belirgin bir artış tespit edilmiştir. Kaplama bileşiminde meydana gelen bu değişimlerin, yüzey morfolojisi ve mekanik özellikler üzerinde etkili olduğu değerlendirilmiştir.

SEM/XRD analizleri sonucunda, incelenen tüm numunelerde FeCo kaplamaların 'karnabahar' yapıda oluştuğu belirlenmiştir. Elde edilen bu sonuç, elektrodepolama yöntemiyle tek fazlı FeCo alaşımlı kaplamaların üretilebildiğini göstermektedir.

Nanoindentasyon sonuçları SEM analizlerinden elde edilen yüzey morfolojisi ve çatlak oluşumuna ilişkin bulgularla birlikte değerlendirildiğinde, kaplamaların mekanik davranışı ile yapısal bütünlüğü arasında belirgin bir ilişki olduğu görülmüştür. Özellikle 100 mA/cm² akım yoğunluğunda üretilen kaplamanın 4,176 GPa ile en yüksek nanoindentasyon sertliğine ve 771,190 nm ile en düşük maksimum batma derinliğine sahip olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte, aynı numunenin SEM görüntülerinde mikro çatlakların gözlenmesi, yüksek sertlik değerinin tek başına kaplamanın mekanik bütünlüğünü temsil etmek için yeterli olmadığını ortaya koymaktadır.

Elektrodepolama işlemi sırasında oluşabilecek iç gerilmeler ile mikroyapıda meydana gelen farklılıkların, kaplamanın sertliğindeki artışla birlikte yüzeyde çatlak oluşumuna katkıda bulunabileceği düşünülmektedir. Bu doğrultuda, FeCo alaşımlı kaplamaların mekanik performansının değerlendirilmesinde nanoindentasyon sonuçlarının yalnızca sertlik ve batma derinliği açısından değil, aynı zamanda yüzey morfolojisi ve gözlenen çatlak oluşumlarıyla birlikte değerlendirilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

Korozyon testlerinin sonuçlarına bakarsak 50, 80 ve 100 mA/cm² akım yoğunluklarında üretilen FeCo kaplamaların korozyon davranışları potansiyodinamik polarizasyon yöntemiyle karşılaştırılmıştır.

80 mA/cm² akım yoğunluğunda üretilen kaplamanın en pozitif Ecorr değerini göstermiştir. Bu da bize bu, malzemenin elektrokimyasal olarak oksidasyona uğrama eğiliminin daha düşük olabileceğini göstermektedir. 80 mA/cm² kaplamasında en düşük Icorr ve C.Rate değerleri elde edilmiştir. Bu da daha düşük korozyon hızına ve buna bağlı olarak daha yüksek korozyon direncine sahip olduğunu belirtmektedir. Bunlardan yola çıkarak en düşük korozyon hızı 80 mA/cm² numunesinde belirlenmiştir.

100 mA/cm² akım yoğunluğunda üretilen kaplamada en yüksek Icorr ve C.rate değeri ölçülmüştür. 100 mA/cm² kaplamasında en yüksek korozyon hızı belirlenmiştir. Bunun sebebi olarak akım oranının diğer numunelere kıyasla daha yüksek olması ve yüksek akımda oluşan çatlaklar sebebiyle gerçekleştiği düşünülmektedir. Akım yoğunluğundaki artışla birlikte polarizasyon direncinde (R_p) azalma meydana geldiği belirlenmiştir. Tafel analizleri, akım yoğunluğunun FeCo kaplamaların elektrokimyasal davranışını etkileyen önemli bir proses parametresi olduğunu göstermiştir.

Teşekkür

Bu çalışma kapsamında ISTE Bilim ve Teknoloji Çalışmaları ve Araştırma Merkezi (ISTE-BTM) tarafından sağlanan olanakların kullanımı için teşekkür ederiz.

Kaynakçalar

Demir, M., Kanca, E., & Karahan, İ. H. (2020). Characterization of electrodeposited Ni–Cr/hBN composite coatings. *Journal of Alloys and Compounds*, *844*. https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2020.155511

Dini, J. W. (1993). *Electrodeposition: The Materials Science of Coatings and Substrates*. https://doi.org/10.1002/adma.19940060127

Djokic, Stojan S. ; Cavalloti, P. L. (2010). Electrodeposition. In *Modern Aspects of Electrochemistry* (Number 12, pp. 251–291). https://doi.org/10.1007/978-1-4419-5589-0

Guo, J., & Yao, X. (2022). Preparation of Ni-Co-Fe Alloy Coating on Copper by Ultrasound-assisted Electrodeposition and Its Mechanical Property. *International Journal of Electrochemical Science*, *17*. https://doi.org/10.20964/2022.07.51

Güvenç, H., & Demir, M. (2025). Elektrodepolama Yöntemiyle Üretilen Ni, Ni-Fe, Ni-Co ve Ni-Cu Alaşım Kaplamalarının Karakterizasyonu. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, *41*(3), 986–998.

Hükümdar, Ö., Kumlu, U., Keskin, A., Akar, M. A., Fatih Geçkin, M., Çamcı, E. N., & Yılmaz, A. (2025). Akım yoğunluğu ve ZrO2 banyo konsantrasyonunun elektrodepolanmış Ni-P/ZrO2 kompozit kaplamalar üzerindeki etkisinin incelenmesi. *Bilim. Derg. / NOHU J. Eng. Sci*, *14*(1), 52–059. https://doi.org/10.28948/ngmuh.1532510

Ledwig, P., Kac, M., Kopia, A., Falkus, J., & Dubiel, B. (2021). Microstructure and Properties of Electrodeposited Nanocrystalline Ni-Co-Fe Coating. *Materials*, *14*, 3886. https://doi.org/10.3390/ma

Mansouri, N., Benbrahim-Cherief, N., Chainet, E., Charlot, F., Encinas, T., Boudinar, S., Benfedda, B., Hamadou, L., & Kadri, A. (2020). Electrodeposition of equiatomic FeNi and FeCo nanowires: Structural and magnetic properties. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, *493*. https://doi.org/10.1016/j.jmmm.2019.165746

Oliver, W. C., Pharr, G. M., W. C. Oliver, & Pharr, G. M. (1992). An improved technique for determining hardness and elastic modulus using load and displacement sensing indentation experiments. *Journal of Materials Research*, *7*(6), 1564–1583. https://doi.org/10.1177/003591571901200704

Org, W. E., & Yang, Y. (2015). Preparation of Fe-Co-Ni Ternary Alloys with Electrodeposition. *Int. J. Electrochem. Sci*, *10*, 5164–5175. www.electrochemsci.org

Qiang, C., Xu, J., Xiao, S., Jiao, Y., Zhang, Z., Liu, Y., Tian, L., & Zhou, Z. (2010). The influence of pH and bath composition on the properties of Fe-Co alloy film electrodeposition. In *Applied Surface Science* (Vol. 257, Number 5, pp. 1371–1376). Elsevier B.V. https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2010.08.070

Rezende, T. G. L., Cesar, D. V., do Lago, D. C. B., & Senna, L. F. (2016). A review of Corrosion Resistance Nanocomposite Coatings. *Electrodeposition of Composite Materials*. https://doi.org/10.5772/62048

Torabinejad, V., Aliofkhazraei, M., Rouhaghdam, A. S., & Allahyarzadeh, M. H. (2017). Tribological properties of Ni-Fe-Co multilayer coatings fabricated by pulse electrodeposition. *Tribology International*, *106*, 34–40. https://doi.org/10.1016/j.triboint.2016.10.025

Ünal, E., & Karahan, İ. H. (2022). Ni-B Alaşım Kaplamaların Kristal Yapı ve Sertlik Özelliklerine Akım Yoğunluğunun Etkisi. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, *37(2)*, 439–448.

Ünal, E., & Karahan, İ. H. (2018). Ni, Ni-B ve Ni-B/hBN kaplamaların elektrodepolanmasında banyo bileşenlerinin kaplama özelliklerine etkisinin incelenmesi. *Sakarya University Journal of Science*, *22*(2), 661–670. https://doi.org/10.16984/saufenbilder.322466

Zabri, M. Z., Masdek, N. R. N., Mardziah, C. M., & Ahmad, N. M. (2024). Surface Properties and Characterisation of Cobalt-Nickel-Iron Alloy Coating on Mild Steel for Engineering Applications. *Nigerian Journal of Technological Development*, *21*(4), 159–167. https://doi.org/10.4314/njtd.v18i4.2889

HALLUSCOPE: ÜRETİCİ YAPAY ZEKADA HALUSİNASYON TESPİTİ VE AZALTMA — ERİŞİM DESTEKLİ ÜRETİM TABANLI BİR UYGULAMA ÇALIŞMASI

Fatmanur Şahin[1] / Prof. Dr. Ali H. Işık[2]
[1]Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, shnfatmanurr@gmail.com, 0009-0005-9455-0509
[2]Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, ahakan@mehmetakif.edu.tr, 0000-0003-3561-9375

Özet

Büyük dil modelleri (BDM), dilsel açıdan akıcı ve ikna edici yanıtlar üretmelerine karşın olgusal olarak yanlış, verilen bağlamla çelişen veya güvenilir kaynaklarla doğrulanamayan içerikler oluşturabilmektedir. Model halüsinasyonu olarak adlandırılan bu durum, özellikle tıbbi karar desteği, hukuki analiz ve akademik araştırma gibi doğruluğun kritik olduğu alanlarda önemli güvenilirlik sorunlarına yol açmaktadır. Bu çalışmada BDM halüsinasyonları, kuramsal ve uygulamalı olmak üzere iki boyutta incelenmiştir. Kuramsal boyutta halüsinasyonlar içsel, dışsal ve yapısal özellikleri bakımından ele alınmış; literatürde kullanılan tespit yöntemleri ile azaltma stratejileri karşılaştırılmıştır. Uygulamalı boyutta ise öz-tutarlılık denetimi ile erişim destekli üretimi bir araya getiren HalluScope adlı prototip sistem geliştirilmiştir. Sistem; Wikipedia tabanlı bilgi erişimi, FAISS ile vektör indeksleme, doğal dil çıkarımına dayalı çapraz kodlayıcı kullanılarak gerçekleştirilen tutarsızlık değerlendirmesi ve Gradio tabanlı kullanıcı arayüzünden oluşmaktadır. Erişim desteği bulunmayan temel yapılandırma ile erişim destekli yapılandırma, beş pilot soru üzerinde karşılaştırılmıştır. Temel yapılandırmanın ortalama tutarsızlık skoru 0,3488, erişim destekli yapılandırmanın skoru ise 0,2145 olarak hesaplanmıştır. Genel ortalamalar üzerinden belirlenen göreli azalma %38,50, soru düzeyindeki göreli değişimlerin aritmetik ortalaması ise %31,81'dir. Erişim destekli yapılandırma beş sorunun dördünde tutarsızlığı azaltırken bir soruda artırmıştır. Bulgular, dış kaynak kullanımının yanıtlar arasındaki anlamsal tutarlılığı geliştirebildiğini; ancak etkinin getirilen belgelerin kapsamına ve soruyla ilgisine bağlı olduğunu göstermektedir. Kullanılan ölçüt olgusal doğruluğu doğrudan ölçmediğinden sonuçlar halüsinasyon oranındaki kesin azalma olarak yorumlanmamalıdır. Gelecek çalışmalarda daha geniş veri kümeleri, alan odaklı kaynaklar, olgusal doğruluk ölçütleri ve insan değerlendirmesinin birlikte kullanılması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Büyük Dil Modelleri, Erişim Destekli Üretim, FAISS, Halüsinasyon, Üretken Yapay Zekâ

HALLUSCOPE: HALLUCINATION DETECTION AND MITIGATION IN GENERATIVE ARTIFICIAL INTELLIGENCE — A RETRIEVAL-AUGMENTED GENERATION-BASED APPLICATION STUDY

Fatmanur Şahin[1] / Prof. Dr. Ali H. Işık[2]
1Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, shnfatmanurr@gmail.com, 0009-0005-9455-0509
2Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, ahakan@mehmetakif.edu.tr, 0000-0003-3561-9375

Abstract

Although large language models (LLMs) can produce fluent and convincing responses, they may also generate content that is factually incorrect, inconsistent with the provided context, or unverifiable through reliable sources. This phenomenon, commonly referred to as model hallucination, creates significant reliability concerns, particularly in accuracy-critical domains such as clinical decision support, legal analysis, and academic research. This study examines hallucinations in LLMs from theoretical and practical perspectives. In the theoretical dimension, hallucinations are considered in terms of intrinsic, extrinsic, and structural characteristics, while detection methods and mitigation strategies reported in the literature are comparatively reviewed. In the practical dimension, a prototype system named HalluScope is developed by combining self-consistency checking with retrieval-augmented generation. The system consists of Wikipedia-based information retrieval, vector indexing with FAISS, inconsistency assessment using a natural language inference-based cross-encoder, and a Gradio-based user interface. A baseline configuration without retrieval and a retrieval-augmented configuration are compared using five pilot questions. The mean inconsistency score is calculated as 0.3488 for the baseline configuration and 0.2145 for the retrieval-augmented configuration. The relative reduction calculated from the overall means is 38.50%, whereas the arithmetic mean of the question-level relative changes is 31.81%. The retrieval-augmented configuration reduces inconsistency for four of the five questions but increases it for one question. The findings indicate that external information can improve semantic consistency among generated responses; however, its effectiveness depends on the coverage and relevance of the retrieved documents. Because the evaluation metric does not directly measure factual accuracy, the findings should not be interpreted as a definitive reduction in hallucination frequency. Future studies should combine larger evaluation datasets, domain-specific information sources, factuality metrics, and human assessment.

Keywords: Large language models, retrieval-augmented generation, FAISS, hallucination, natural language inference, self-consistency

GİRİŞ

Büyük dil modellerinde (BDM) son yıllarda yaşanan gelişmeler, doğal dil işleme alanındaki araştırma ve uygulama biçimlerini önemli ölçüde değiştirmiştir. Geniş ölçekli metin verileri üzerinde eğitilen bu modeller; metin üretimi, soru yanıtlama, özetleme, çeviri, kod üretimi ve problem çözme gibi birçok görevde kullanılabilmektedir. Bununla birlikte, dilsel açıdan akıcı ve ikna edici yanıtlar üretmeleri, bu yanıtların her zaman doğru ve güvenilir olduğu anlamına gelmemektedir. Modellerin yanlış, verilen bağlamla çelişen veya güvenilir kaynaklarla doğrulanamayan içerikler üretebilmesi, BDM'lerin güvenilir biçimde kullanılması önündeki temel sorunlardan biri hâline gelmiştir (Huang et al., 2025; Ji et al., 2023).

BDM tarafından üretilen içeriğin verilen kaynakla çelişmesi, mevcut bağlamdan doğrulanamaması veya dış dünyadaki olgularla uyuşmaması genel olarak model halüsinasyonu şeklinde adlandırılmaktadır. Literatürde, kaynak içerikle doğrudan çelişen çıktılar içsel halüsinasyon; kaynak tarafından desteklenemeyen veya çürütülemeyen çıktılar ise dışsal halüsinasyon olarak ele alınmaktadır (Ji et al., 2023). Bu ayrım, doğrulanamayan her ifadenin zorunlu olarak yanlış olmadığını göstermesi bakımından önemlidir. Kaynakta yer almayan bir model çıktısı olgusal olarak doğru olabilir; ancak haricî doğrulama gerçekleştirilmediği sürece bu çıktının güvenilirliği belirlenemez.

Halüsinasyonların etkisi yalnızca hatalı bir yanıt üretilmesiyle sınırlı değildir. Tıbbi karar destek sistemlerinde yanlış sağlık bilgilerinin sunulması, hukuki metinlerde var olmayan karar ve emsallere yer verilmesi ve akademik araştırmalarda uydurulmuş kaynakların kullanılması ciddi sonuçlara yol açabilmektedir. Bu risk, model çıktılarının karar verme süreçlerinde doğrudan kullanıldığı ve bağımsız olarak doğrulanmadığı durumlarda daha da artmaktadır. Özellikle karar verme odaklı sistemlerde gerçeğe aykırı ancak makul görünen çıktıların üretilmesi, güvenli ve hesap verebilir yapay zekâ sistemlerinin geliştirilmesi önünde önemli bir engel oluşturmaktadır (Chakraborty et al., 2025).

Sorunun akademik yayıncılıktaki boyutuna ilişkin bulgular da dikkat çekicidir. Zhao et al. (2026), arXiv, bioRxiv, SSRN ve PubMed Central platformlarında yayımlanan 2,5 milyon çalışmadaki yaklaşık 111 milyon referansı incelemiştir. Henüz ön baskı niteliğindeki araştırmada, BDM kullanımının yaygınlaşmasının ardından var olmayan referansların sayısında belirgin bir artış gözlendiği bildirilmiş ve 2025 yılında 146.932 halüsinasyonlu atıf bulunduğuna yönelik muhafazakâr bir tahmin sunulmuştur. Bu sayı, BDM kullanılarak üretildiği tek tek doğrulanmış referansların doğrudan sayısını değil, referans eşleştirme ve eğilim analizi sonucunda elde edilen tahmini göstermektedir. Dolayısıyla söz konusu bulgu kesin bir sayım olarak değil, bilimsel yayıncılıkta büyüyen referans güvenilirliği sorununun geniş ölçekli bir göstergesi olarak değerlendirilmelidir.

Halüsinasyonların belirlenmesinde dış kaynaklara dayalı olgusal doğrulama, doğal dil çıkarımı, model belirsizliği ve öz-tutarlılık denetimi gibi farklı yöntemlerden yararlanılmaktadır (Huang et al., 2025). SelfCheckGPT, aynı istem için örneklenen farklı yanıtların birbiriyle ne ölçüde tutarlı olduğunu inceleyerek olası halüsinasyonları belirlemeyi amaçlayan örnekleme temelli bir yaklaşımdır (Manakul et al., 2023). Bununla birlikte, model yanıtlarının birbiriyle tutarlı olması bu yanıtların olgusal olarak doğru olduğunu tek başına kanıtlamamaktadır. Model, aynı yanlış bilgiyi farklı üretimlerde tutarlı biçimde tekrarlayabilir. Bu nedenle öz-tutarlılık denetiminin güvenilir dış kaynaklara dayanan doğrulama mekanizmalarıyla birlikte kullanılması önem taşımaktadır.

Halüsinasyonları azaltmak için kullanılan yaklaşımlardan biri erişim destekli üretimdir. Bu yaklaşımda model, yalnızca eğitim sırasında parametrelerine aktarılan bilgiye dayanmak yerine yanıt üretimi sırasında haricî bir bilgi koleksiyonundan getirilen metinlerden yararlanmaktadır (Lewis et al., 2020). Erişim destekli üretim, model yanıtlarının dış bilgilerle desteklenmesine katkı sağlayabilmekle birlikte halüsinasyonları tamamen ortadan kaldırmamaktadır. İlgisiz metinlerin getirilmesi, güvenilir olmayan kaynakların kullanılması, doğru bilginin yanlış yorumlanması veya modelin getirilen kanıtları göz ardı etmesi durumunda hatalı içerik üretimi devam edebilmektedir (Huang et al., 2025; Zhang & Zhang, 2025).

Bu çalışmanın amacı, büyük dil modellerinde görülen halüsinasyonları sınıflandırma, tespit ve azaltma boyutlarıyla incelemek ve seçilen yöntemleri prototip bir sistem üzerinde değerlendirmektir. Bu doğrultuda çalışma, kuramsal inceleme ve uygulamalı değerlendirme olmak üzere birbirini tamamlayan iki boyuttan oluşmaktadır. Kuramsal boyutta halüsinasyon kavramı, halüsinasyonların ortaya çıkış nedenleri, tespit yöntemleri ve azaltma stratejileri ilgili literatür doğrultusunda incelenmiştir. Uygulamalı boyutta ise öz-tutarlılık denetimi ile erişim destekli üretimi bir araya getiren HalluScope adlı prototip sistem geliştirilmiştir.

HalluScope, aynı istem için üretilen yanıtlar arasındaki anlamsal tutarsızlıkları doğal dil çıkarımına dayalı bir model yardımıyla değerlendirmektedir. Erişim destekli yapılandırmada ise önceden belirlenen 10 İngilizce Wikipedia sayfasından oluşturulan sınırlı bilgi koleksiyonundaki metin parçaları yanıt üretiminde bağlam olarak kullanılmaktadır. Bu nedenle sistem, Wikipedia üzerinde gerçek zamanlı veya dinamik bir arama gerçekleştirmemekte; yalnızca önceden oluşturulan koleksiyon içerisinde bilgi erişimi yapmaktadır.

Çalışmanın temel katkısı, örnekleme temelli öz-tutarlılık denetimi ile erişim destekli üretimi aynı prototip içerisinde ele alması ve erişim desteği bulunmayan temel yapılandırma ile erişim destekli yapılandırmayı ortak bir tutarsızlık ölçütü üzerinden karşılaştırmasıdır. Kullanılan doğal dil çıkarımı tabanlı skor, model yanıtlarının olgusal doğruluğunu veya gerçek halüsinasyon olasılığını doğrudan ölçmemekte; ana yanıt ile aynı istem için oluşturulan stokastik örnekler arasındaki anlamsal tutarsızlığı göstermektedir. Bu nedenle deney sonuçları, kesin bir halüsinasyon oranı olarak değil, HalluScope'un mevcut yapılandırması altında gözlenen yanıtlar arası tutarsızlık düzeyi olarak yorumlanmıştır.

Bu amaç doğrultusunda aşağıdaki araştırma sorularına yanıt aranmıştır:

- **AK1:** Büyük dil modellerinde görülen halüsinasyonlar nasıl sınıflandırılabilir?
- **AK2:** Halüsinasyonların tespit edilmesinde hangi yöntemler kullanılabilir ve bu yöntemlerin sınırlılıkları nelerdir?
- **AK3:** HalluScope'un erişim destekli yapılandırması, erişim desteği bulunmayan temel yapılandırmaya kıyasla doğal dil çıkarımı tabanlı tutarsızlık skorunu nasıl etkilemektedir?

Bu araştırma soruları doğrultusunda öncelikle ilgili literatür incelenmiş, ardından HalluScope sisteminin mimarisi ve çalışma süreci açıklanmıştır. Uygulamalı değerlendirmede, erişim desteği bulunmayan temel yapılandırma ile erişim destekli yapılandırma beş sorudan oluşan bir pilot soru kümesi üzerinde karşılaştırılmıştır. Karşılaştırmada erişim mekanizmasının doğal dil çıkarımı tabanlı tutarsızlık skoru üzerindeki etkisi incelenmiştir. Bu değerlendirme, BDM halüsinasyonlarına ilişkin bütün kuramsal yaklaşımların geçerliliğini kanıtlamayı veya erişim destekli üretim için genellenebilir bir başarı oranı ortaya koymayı değil, çalışmada seçilen yöntemlerin HalluScope prototipi üzerindeki etkisini incelemeyi amaçlamaktadır.

1. KURAMSAL ÇERÇEVE

1.1 Büyük Dil Modellerinde Halüsinasyon Kavramı

Büyük dil modelleri, bir metin dizisindeki sonraki birimin olasılığını tahmin ederek çıktı üretmektedir. Bu üretim biçimi, dilsel açıdan akıcı ve bağlama uygun görünen yanıtlar oluşturulmasını sağlasa da içeriğin olgusal doğruluğunu garanti etmemektedir. Modelin kaynak içerikle uyuşmayan, eğitim verilerinde yeterince temsil edilmeyen veya dış dünyadaki bilgilerle desteklenemeyen ifadeleri ikna edici bir anlatımla sunması genel olarak halüsinasyon olarak adlandırılmaktadır (Huang et al., 2025; Ji et al., 2023).

Halüsinasyonun kapsamı, doğal dil üretimi görevinin niteliğine göre değişmektedir. Özetleme görevinde kaynak metinle çelişen veya kaynakta bulunmayan bilgiler; soru yanıtlama sistemlerinde güvenilir dış bilgilerle uyuşmayan yanıtlar; diyalog sistemlerinde ise konuşma geçmişiyle çelişen ifadeler halüsinasyon kapsamında değerlendirilebilmektedir (Ji et al., 2023).

Halüsinasyon, dil bilgisi hatası veya anlamsız çıktı ile eş anlamlı değildir. Bir metin sözdizimsel olarak doğru, anlam bakımından tutarlı ve ikna edici görünmesine rağmen olgusal olarak yanlış olabilir. Bu nedenle akıcılık ve dilsel tutarlılık, olgusal doğruluk ve kaynak bağlılığından ayrı değerlendirilmelidir (Huang et al., 2025; Zhang et al., 2025).

1.2. Olgusal Doğruluk Ve Kaynak Bağlılığı

Halüsinasyonların incelenmesinde olgusal doğruluk ve kaynak bağlılığı birbirinden ayrılmaktadır. Olgusal doğruluk, üretilen ifadenin dış dünyadaki doğrulanabilir bilgilerle uyuşmasını; kaynak bağlılığı ise içeriğin kullanıcı girdisine, kaynak belgeye, konuşma geçmişine veya getirilen kanıtlara uygun olmasını ifade etmektedir (Huang et al., 2025; Maynez et al., 2020).

Bu iki ölçüt her zaman aynı sonucu vermemektedir. Kaynak metinde bulunmayan ancak dış dünyada doğru olan bir ifade olgusal açıdan doğru olmakla birlikte kaynağa bağlı değildir. Buna karşılık model, kaynak metindeki yanlış bir bilgiyi doğru biçimde aktarabilir; bu durumda çıktı kaynağa bağlı olmasına rağmen olgusal olarak yanlıştır. Huang et al. (2025), bu ayrımdan hareketle BDM halüsinasyonlarını olgusal doğruluk ve kaynak bağlılığı boyutlarında ele almaktadır. Dolayısıyla halüsinasyon değerlendirmesi yalnızca doğru–yanlış ikiliğine indirgenmemeli, çıktının hangi bilgi kaynağına göre değerlendirildiği de dikkate alınmalıdır.

1.3. İçsel Ve Dışsal Halüsinasyonlar

Ji et al. (2023), doğal dil üretimindeki halüsinasyonları içsel ve dışsal olmak üzere iki ana kategoride ele almaktadır. Bu sınıflandırmada kullanılan "kaynak", görevin niteliğine göre bir belge, veri tablosu, konuşma geçmişi veya sisteme sağlanan haricî bilgi olabilir.

İçsel halüsinasyon, model çıktısının kaynak içerikle doğrudan çelişmesi durumudur. Kaynakta bir olayın 2019 yılında gerçekleştiği belirtilmesine rağmen modelin 2021 yılını vermesi bu tür bir hataya örnek gösterilebilir. İçsel halüsinasyonda, model çıktısının yanlışlığı kaynak içerikle karşılaştırılarak belirlenebilir (Ji et al., 2023).

Dışsal halüsinasyon ise model çıktısındaki bir ifadenin kaynak içerikten doğrulanamaması durumudur. Böyle bir ifade kaynak tarafından ne desteklenmekte ne de açıkça çürütülmektedir. Bu nedenle dışsal halüsinasyon her zaman olgusal olarak yanlış değildir. Model, kaynakta bulunmayan ancak dış dünyada doğru olan ek bilgiler üretmiş olabilir. Bununla birlikte, söz konusu içeriğin doğrulanabilmesi için güvenilir haricî kaynaklara ihtiyaç duyulur (Ji et al., 2023; Maynez et al., 2020).

İçsel ve dışsal halüsinasyon ayrımı, kaynak temelli doğal dil üretimi görevleri için işlevsel olmakla birlikte biçimsel ve şematik çıktı hatalarını kapsamamaktadır. Bu nedenle HalluScope çalışmasında yerleşik sınıflandırma değiştirilmeden, yapısal hatalar ayrı bir değerlendirme boyutu olarak ele alınmıştır.

1.4. Yapısal Hata Boyutu

Bu çalışmada yapısal hata, model çıktısının kullanıcı tarafından belirtilen biçimsel, şematik veya mantıksal kurallara uymaması olarak tanımlanmaktadır. Zorunlu JSON alanlarının üretilmemesi, tablo yapısının bozulması, gerekli başlıkların atlanması veya belirtilen yanıt biçiminin dışına çıkılması bu tür hatalara örnek gösterilebilir.

Yapısal hata, Ji et al. (2023) tarafından ortaya konulan içsel ve dışsal halüsinasyon sınıflandırmasının üçüncü kategorisi olmadığı gibi Huang et al. (2025) tarafından incelenen olgusal doğruluk ve kaynak bağlılığı ayrımının da doğrudan bir alt sınıfı değildir. Bu çalışmada yapısal uygunluk, halüsinasyonla ilişkili ancak ondan ayrı bir değerlendirme boyutu olarak ele alınmıştır. HalluScope'un mevcut sürümünde yapısal hataları otomatik olarak belirleyen bir bileşen bulunmadığından bu boyut deneysel olarak ölçülmemiştir.

1.5. Halüsinasyonların Ortaya Çıkış Nedenleri

BDM halüsinasyonları tek bir nedenden kaynaklanmamaktadır. Eğitim verisinin özellikleri, modelin öğrenme hedefi, bilgi temsili, istemin yapısı, bağlamın uzunluğu ve çıkarım sırasında kullanılan üretim ayarları birlikte etkili olabilmektedir (Huang et al., 2025; Zhang et al., 2025).

1.5.1. Eğitim Verisinden Kaynaklanan Nedenler

Büyük dil modellerinin eğitildiği veri kümeleri hatalı, güncelliğini yitirmiş, çelişkili veya eksik bilgiler içerebilir. Model, eğitim sürecinde bu içerikler arasındaki farkı her zaman belirleyemediği için yanlış örüntüleri de öğrenebilir. Belirli kişi, olay veya kavramların eğitim verisinde yetersiz temsil edilmesi ise modelin eksik bilgileri dilsel olasılıklara dayanarak tamamlamasına yol açabilir (Huang et al., 2025; Zhang et al., 2025).

Modelin eğitim verisinin belirli bir tarihte sona ermesi de güncellik problemi doğurur. Eğitim sonrasında gerçekleşen olaylara ilişkin sorularda model, bilgi eksikliğini açıkça belirtmek yerine daha önce öğrendiği örüntülerden hareketle makul görünen ancak yanlış yanıtlar oluşturabilir. Haricî bilgi erişimi bulunmayan modellerde bu sorun daha belirgin hâle gelebilir.

1.5.2. Eğitim Hedefinden Kaynaklanan Nedenler

BDM'lerin temel eğitim hedefi, üretilen her ifadenin dış dünyadaki doğruluğunu denetlemek değil, bağlam içinde olası bir sonraki metin birimini tahmin etmektir. Bu nedenle olasılık bakımından uygun görünen bir ifade, gerçekte yanlış olabilir. Modelin akıcı bir yanıt üretmeye yönelmesi, yeterli bilgi bulunmadığında yanıt vermekten kaçınmak yerine eksik bilgileri tamamlamasına neden olabilir (Huang et al., 2025).

İnsan geri bildiriminden pekiştirmeli öğrenme, modellerin kullanıcı talimatlarını daha iyi izlemesine ve tercih edilen davranışları göstermesine katkı sağlamaktadır. Bununla birlikte, kullanıcı beklentilerine uygun ve ikna edici yanıt üretme amacı olgusal doğruluğu tek başına garanti etmemektedir. İnsan geri bildirimiyle eğitilen modellerin de basit hatalar yapabildiği ve bütünüyle güvenilir hâle gelmediği gösterilmiştir (Ouyang et al., 2022).

1.5.3. Parametrik Bilginin Sınırlılıkları

BDM'ler eğitim verilerindeki bilgileri doğrudan düzenlenmiş bir veri tabanı biçiminde saklamamaktadır. Bilgi, model parametrelerine dağıtılmış örüntüler şeklinde aktarılmaktadır. Bu durum, belirli bir olgunun model içinde nerede ve nasıl temsil edildiğini açıklamayı güçleştirmektedir. Meng et al. (2022), bazı olgusal ilişkilerin orta katmanlardaki ileri beslemeli ağ bileşenleriyle ilişkilendirilebildiğini ve model düzenleme teknikleriyle değiştirilebildiğini göstermiştir. Bununla birlikte, dağıtılmış bilgi temsili nedeniyle tek bir olgunun güncellenmesi diğer çıktılar üzerinde beklenmeyen etkiler oluşturabilir.

1.5.4. Bağlam Uzunluğu Ve Bilgi Konumu

Bir bilginin modelin bağlam penceresinde bulunması, modelin bu bilgiyi etkili biçimde kullanacağını garanti etmemektedir. Liu et al. (2024), ilgili bilgi uzun bağlamın başında veya sonunda yer aldığında modellerin daha başarılı olabildiğini, bilgi orta bölümlere yerleştirildiğinde ise performansın düşebildiğini göstermiştir. "Ortada kaybolma" olarak adlandırılan bu durum, uzun belgelerle çalışan erişim destekli sistemler için önemlidir. Doğru belge getirilmiş olsa bile ilgili kısmın bağlam içindeki konumu modelin yanıtını etkileyebilir.

1.5.5. İstem Ve Çıkarım Süreci

Belirsiz, eksik veya birbiriyle çelişen talimatlar modelin hatalı varsayımlar oluşturmasına neden olabilir. Üretim sırasında kullanılan sıcaklık ve örnekleme ayarları da yanıtların çeşitliliğini ve tutarlılığını etkileyebilir. Düşük sıcaklık değerleri daha kararlı çıktılar üretme eğilimindeyken yüksek değerler yanıt çeşitliliğini artırabilir. Bu nedenle örnekleme temelli halüsinasyon tespit yöntemlerinden elde edilen sonuçlar, kullanılan istemler ve üretim parametreleriyle birlikte değerlendirilmelidir.

1.6. Halüsinasyon Tespit Yaklaşımları

Halüsinasyon tespit yöntemleri farklı çalışmalarda farklı ölçütlerle sınıflandırılmaktadır. Bu çalışmada, ilgili derlemeler ve uygulamalı araştırmalar doğrultusunda yöntemler altı işlevsel grupta düzenlenmiştir. Bu sınıflandırma, tek bir kaynaktan aynen alınmış yerleşik bir taksonomi değil, literatürün karşılaştırmalı incelenmesi sonucunda oluşturulan çalışma içi bir sentezdir.

1.6.1. İnsan Değerlendirmesi

İnsan değerlendirmesinde model çıktıları, alan uzmanları veya bağımsız değerlendiriciler tarafından doğruluk, kaynak bağlılığı, tutarlılık ve ilgililik ölçütleri üzerinden incelenir. İnsanlar bağlamı, örtük anlamları ve alan bilgisini birlikte değerlendirebildiği için bu yaklaşım önemli bir referans noktasıdır. Bununla birlikte, değerlendirme maliyetli ve zaman alıcıdır. Değerlendiriciler arasındaki görüş farklılıkları da sonuçların tutarlılığını etkileyebilir (Ji et al., 2023; Min et al., 2023).

1.6.2. Kaynakla Karşılaştırmaya Dayalı Yöntemler

Bu yöntemlerde model çıktısındaki iddialar güvenilir belgeler, bilgi tabanları veya referans metinlerle karşılaştırılır. Bir iddianın kaynak tarafından desteklenmesi, çürütülmesi veya kaynaktan doğrulanamaması incelenir. Kaynak tabanlı yöntemler olgusal doğruluk değerlendirmesinde güçlü bir dayanak sağlasa da sonuçların güvenilirliği kullanılan kaynağın kapsamına, güncelliğine ve doğruluğuna bağlıdır.

FActScore, uzun biçimli metinleri atomik iddialara ayırarak her iddianın güvenilir bir bilgi kaynağı tarafından desteklenip desteklenmediğini ölçmektedir (Min et al., 2023). Bu yaklaşım, bir metnin tamamını tek bir doğru–yanlış etiketiyle değerlendirmek yerine desteklenen olguların oranını hesaplamaya olanak sağlar.

1.6.3. Doğal Dil Çıkarımı Tabanlı Yöntemler

Doğal dil çıkarımı, iki ifade arasındaki ilişkinin gerektirme, çelişki veya nötr sınıflarından biriyle belirlenmesine dayanır. Halüsinasyon tespitinde kaynak belge öncül, model çıktısı ise hipotez olarak değerlendirilebilir. Yüksek çelişki olasılığı, üretilen ifadenin kaynakla uyumsuz olabileceğini gösterir. Nötr sonuç ise ifadenin kaynaktan doğrulanamadığına işaret edebilir; ancak tek başına ifadenin yanlış olduğunu kanıtlamaz.

Çelişki ve nötr sonuçlarının aynı şekilde yorumlanması, karşılaştırılan metinde bulunmayan ancak olgusal olarak doğru olabilecek ifadelerin yanlış sınıflandırılmasına yol açabilir. HalluScope'ta doğal dil çıkarımı modeli, getirilen belgelerle doğrudan kanıt doğrulaması yapmak yerine aynı istem için oluşturulan yanıtlar arasındaki anlamsal tutarsızlığı değerlendirmek amacıyla kullanılmaktadır. Bu nedenle elde edilen skor olgusal doğruluk ölçütü olarak yorumlanmamıştır.

1.6.4. Soru Yanıtlama Tabanlı Yöntemler

Soru yanıtlama tabanlı yöntemlerde değerlendirilen metinden sorular üretilir ve bu sorular kaynak metin ile model çıktısı kullanılarak ayrı ayrı yanıtlanır. Yanıtlar arasındaki uyumsuzluk, içeriğin kaynakla tutarlı olmadığına işaret edebilir. Bu yöntem, metindeki belirli olguları hedefleyebilmesine rağmen soru üretme ve yanıtlama bileşenlerinde oluşan hatalardan etkilenebilir (Ji et al., 2023; Manakul et al., 2023).

1.6.5. Model İçi Belirsizlik Yöntemleri

Bu yaklaşım, modelin ürettiği birimlere atadığı olasılıklar, entropi değerleri veya iç durumlar üzerinden güven düzeyini tahmin etmeye çalışır. Düşük olasılık ya da yüksek belirsizlik, modelin ilgili ifade konusunda yeterli bilgiye sahip olmayabileceğini gösterebilir. Ancak bu yöntemler çoğunlukla modelin iç olasılık dağılımına erişim gerektirir. Kapalı kaynaklı veya yalnızca uygulama programlama arayüzü üzerinden kullanılan modellerde gerekli bilgilere erişilemeyebilir (Manakul et al., 2023).

1.6.6. Öz-Tutarlılık Ve Örnekleme Tabanlı Yöntemler

Öz-tutarlılık yaklaşımında aynı istem için birden fazla yanıt oluşturularak bu yanıtlar arasındaki anlamsal uyum incelenir. Yaklaşım, modelin iyi bildiği konularda benzer bilgiler üretme, yeterli bilgiye sahip olmadığı durumlarda ise birbiriyle farklılaşan veya çelişen yanıtlar oluşturma eğiliminde olabileceği varsayımına dayanmaktadır.

SelfCheckGPT, modelin parametrelerine veya çıktı olasılıklarına erişmeden farklı örnekler arasındaki bilgi tutarlılığını değerlendiren kara kutu ve örnekleme temelli bir yöntemdir. Özgün çalışmada BERTScore, soru yanıtlama, n-gram, doğal dil çıkarımı ve dil modeli istemi gibi farklı değerlendirme yöntemleri incelenmiştir (Manakul et al., 2023).

HalluScope'un tespit bileşeni, SelfCheckGPT'nin örnekleme temelli yaklaşımından esinlenmekle birlikte özgün SelfCheckGPT-NLI yönteminin birebir uygulaması değildir. Ayrıca öz-tutarlılık, olgusal doğrulukla eş anlamlı değildir: model aynı yanlış bilgiyi farklı üretimlerde tutarlı biçimde tekrar edebilir veya doğru bilgileri farklı ifadelerle sunabilir. Bu nedenle sistemin ürettiği değer kesin bir halüsinasyon kararı ya da olasılığı olarak değil, yanıtlar arasındaki anlamsal tutarsızlığın göstergesi olarak ele alınmaktadır.

1.7. Halüsinasyon Değerlendirme Veri Kümeleri Ve Ölçütleri

Halüsinasyon tespit yöntemlerinin karşılaştırılması amacıyla geliştirilen veri kümeleri ve ölçütler, sorunun farklı boyutlarını değerlendirmektedir. Bu nedenle tek bir değerlendirme aracının bütün halüsinasyon türlerini kapsadığı kabul edilmemelidir.

TruthfulQA, modellerin insanlar arasında yaygın olan yanlış inanışları veya yanıltıcı kabulleri tekrar edip etmediğini ve gerçeğe uygun yanıt üretme eğilimini değerlendirmektedir (Lin et al., 2022). HaluEval, büyük dil modellerinin halüsinasyonlu içerikleri tanıma yeteneğini ölçmek amacıyla üretilmiş ve insan tarafından etiketlenmiş örneklerden oluşmaktadır (Li et al., 2023). FActScore ise uzun metinleri atomik iddialara ayırarak güvenilir kaynaklar tarafından desteklenen iddiaların oranını değerlendirmektedir (Min et al., 2023).

Bu araçlar birbirinin doğrudan alternatifi değildir. TruthfulQA gerçeğe uygun yanıt üretme eğilimini, HaluEval halüsinasyonlu içerikleri tanıma yeteneğini, FActScore ise atomik iddiaların kaynaklarla desteklenme düzeyini ölçmektedir. HalluScope deneylerinde bu veri kümeleri ve ölçütler kullanılmamış; ana yanıt ile örnek yanıtlar arasındaki anlamsal uyum NLI tabanlı tutarsızlık skoru üzerinden değerlendirilmiştir. Bu nedenle HalluScope sonuçları söz konusu ölçütlerle doğrudan karşılaştırılabilir bir olgusal doğruluk sonucu değildir.

1.8. Halüsinasyon Azaltma Stratejileri

Halüsinasyonların azaltılması veri hazırlama, model eğitimi, çıkarım ve üretim sonrası doğrulama aşamalarında uygulanabilen farklı stratejileri kapsamaktadır. Bu çalışmada ilgili literatürde yer alan yaklaşımlar sekiz işlevsel grup altında değerlendirilmiştir. Bu gruplandırma, tek bir kaynakta tanımlanmış standart bir sekizli taksonomi değil, çalışmanın karşılaştırmalı inceleme amacıyla oluşturduğu bir sentezdir.

1.8.1. Veri İyileştirme

Eğitim verilerindeki yanlış, çelişkili, düşük kaliteli veya tekrarlanan içeriklerin azaltılması modelin güvenilirliğini artırabilir. Veri temizleme, kaynak güvenilirliği değerlendirmesi ve alan odaklı veri seçimi bu kapsamda ele alınabilir. Bununla birlikte, büyük ölçekli eğitim verilerinin tamamının olgusal olarak doğrulanması uygulamada oldukça güçtür (Huang et al., 2025; Zhang et al., 2025).

1.8.2. İnsan Geri Bildirimiyle Hizalama

İnsan geri bildiriminden yararlanılarak modelin talimatları daha iyi izlemesi, zararlı içerikten kaçınması ve kullanıcı beklentileriyle daha uyumlu yanıtlar üretmesi sağlanabilir. Ouyang et al. (2022), insan geri bildirimiyle

pekiştirmeli öğrenmenin model çıktılarının yararlılığını ve doğruluk eğilimini iyileştirebildiğini göstermiştir. Ancak hizalama, bütün olgusal hataları ortadan kaldıran bir doğrulama mekanizması değildir.

1.8.3. İstem Tasarımı

Modelden kaynak göstermesini, belirsizliğini açıklamasını, yanıtını doğrulamasını veya yeterli kanıt bulunmadığında cevap vermekten kaçınmasını isteyen istemler halüsinasyon riskini azaltabilir. Bununla birlikte istem tasarımının etkisi modele, göreve ve bağlama bağlıdır. İstemle getirilen davranışsal yönlendirmeler, modelin temel bilgi eksikliklerini tek başına gideremez.

1.8.4. Akıl Yürütme Ve Öz-Doğrulama

Modelin ilk yanıtını yeniden incelemesi, iddialarını alt bileşenlere ayırması ve olası çelişkileri kontrol etmesi bazı hataların belirlenmesini sağlayabilir. Ancak model kendi ürettiği yanlış bilgiyi doğrulama sırasında yeniden kullanabilir. Bu nedenle öz-doğrulama, bağımsız kanıt bulunmadığında sınırlı bir güvence sağlar (Huang et al., 2025).

1.8.5. Model Düzenleme

Model düzenleme yöntemleri, belirli olgusal ilişkileri bütün modeli yeniden eğitmeden değiştirmeyi amaçlamaktadır. Meng et al. (2022) tarafından geliştirilen ROME yaklaşımı, belirli olgusal ilişkilerin modelin ileri beslemeli katmanlarındaki ağırlıklara müdahale edilerek güncellenebileceğini göstermiştir. Bununla birlikte model düzenleme, geniş kapsamlı ve sürekli değişen bilgilerin yönetilmesi bakımından ölçeklenebilirlik ve istenmeyen yan etkiler gibi sorunlar taşımaktadır.

1.8.6. Erişim Destekli Üretim

Erişim destekli üretim, dil modelinin parametrik bilgisini haricî bir bilgi kaynağından getirilen belgelerle birleştirmektedir. Lewis et al. (2020), önceden eğitilmiş bir dizi-dizi modeli ile Wikipedia'dan oluşturulan yoğun vektör indeksini birlikte kullanarak parametrik ve parametrik olmayan belleği bir araya getirmiştir. Bu yaklaşım, bilgi tabanının model yeniden eğitilmeden güncellenebilmesine ve üretilen yanıtların haricî bilgilerle desteklenmesine olanak sağlamaktadır.

RAG sistemleri genel olarak bilgi erişimi ve yanıt üretimi olmak üzere iki aşamadan oluşmaktadır. Kullanıcı sorgusu vektör gösterimine dönüştürülmekte, benzer belgeler bilgi koleksiyonundan getirilmekte ve seçilen metin parçaları modelin bağlamına eklenmektedir. Model daha sonra yanıtını bu bağlamdan yararlanarak üretmektedir.

Bununla birlikte RAG, halüsinasyonları bütünüyle ortadan kaldırmamaktadır. İlgisiz veya hatalı belgelerin getirilmesi, doğru kanıtların sıralamada geride kalması, bağlamın aşırı uzaması ya da modelin getirilen içeriği yanlış yorumlaması yeni hata kaynakları oluşturabilir. Bu nedenle RAG sistemlerinde yalnızca son yanıt değil, erişim kalitesi ve yanıtın getirilen kanıtlarla desteklenme düzeyi de değerlendirilmelidir (Huang et al., 2025; Zhang & Zhang, 2025). HalluScope, bu yaklaşımın sınırlı bir bilgi koleksiyonu üzerinde gerçekleştirilen prototip uygulamasıdır; kullanılan koleksiyon ve erişim ayarları Yöntem bölümünde açıklanmaktadır.

1.8.7. Üretim Sonrası Doğrulama

Üretim sonrası doğrulamada model çıktısındaki iddialar güvenilir kaynaklarla karşılaştırılır ve desteklenmeyen ifadeler işaretlenir, düzeltilir veya yanıttan çıkarılır. Doğal dil çıkarımı, bilgi tabanı sorgulama, arama motoru doğrulaması ve atomik iddia denetimi bu amaçla kullanılabilir. Bu yöntemler modelin yeniden eğitilmesini gerektirmese de kullanılan kaynakların kalitesine ve doğrulama modelinin başarısına bağlıdır.

1.8.8. İnsan Denetimi

Tıp, hukuk ve akademik yayıncılık gibi yüksek riskli alanlarda otomatik yöntemlerin insan denetimiyle desteklenmesi gerekir. İnsan değerlendirmesi, otomatik ölçütlerin gözden kaçırdığı bağlamsal, etik veya alana

özgü sorunları belirleyebilir. Bununla birlikte insan denetiminin de uzmanlık, zaman ve maliyet gerektirdiği dikkate alınmalıdır. Bu nedenle otomatik tespit sistemleri, insan kararının yerine geçen araçlar olarak değil, değerlendirme sürecini destekleyen sistemler olarak konumlandırılmalıdır.

1.9. HalluScope'un Kavramsal Modeli

HalluScope'un kavramsal modeli, halüsinasyonla ilişkili tutarsızlıkların belirlenmesi ile erişim destekli üretim yoluyla bu riskin azaltılmasını birbirinden farklı ancak tamamlayıcı iki süreç olarak ele almaktadır. Değerlendirme sürecinde SelfCheckGPT'nin örnekleme temelli yaklaşımından esinlenen öz-tutarlılık denetimi, azaltım sürecinde ise erişim destekli üretim kullanılmaktadır. Öz-tutarlılık bileşeni aynı istem için oluşturulan yanıtlar arasındaki anlamsal farklılıkları değerlendirmekte, erişim bileşeni ise modele önceden oluşturulmuş Wikipedia koleksiyonundan getirilen metin parçalarını sunmaktadır.

Deneylerde erişim desteği bulunmayan temel yapılandırma ile erişim destekli yapılandırma aynı NLI tabanlı tutarsızlık ölçütü üzerinden karşılaştırılmaktadır. Bununla birlikte RAG yapılandırmasında modele yalnızca sağlanan bağlamdan yararlanması yönünde ek bir talimat da verildiğinden iki yapılandırma arasında gözlenen değişim yalnızca bilgi erişim mekanizmasının bağımsız etkisi olarak değerlendirilmemelidir.

HalluScope'un mevcut sürümü getirilen belgelerle model yanıtı arasında ayrı bir kanıt doğrulaması yapmamakta, yapısal uygunluğu otomatik olarak denetlememekte ve insan değerlendirmesi kullanmamaktadır. Bu nedenle sistem, halüsinasyonları kesin olarak belirleyen veya tamamen ortadan kaldıran bir araç olarak değil, erişim destekli üretimin yanıtlar arasındaki NLI tabanlı tutarsızlık üzerindeki etkisini inceleyen bir araştırma prototipi olarak konumlandırılmaktadır. Sistem mimarisi, model ayarları, bilgi koleksiyonu, erişim süreci ve skor hesaplama yöntemi Yöntem bölümünde açıklanmaktadır.

2. YÖNTEM

2.1. Araştırma Tasarımı

Bu çalışma, yapılandırılmış literatür incelemesi, prototip sistem geliştirme ve karşılaştırmalı pilot değerlendirmeyi bir araya getiren iki aşamalı bir araştırma tasarımına sahiptir. Çalışmanın kuramsal aşamasında büyük dil modellerinde görülen halüsinasyonların sınıflandırılması, tespit edilmesi ve azaltılmasına yönelik çalışmalar incelenmiştir. Uygulamalı aşamada ise öz-tutarlılık denetimi ile erişim destekli üretimi bir araya getiren HalluScope adlı prototip sistem geliştirilmiştir.

Çalışmanın deneysel kısmında aynı büyük dil modeli iki farklı yapılandırma altında değerlendirilmiştir. Birinci yapılandırmada model, herhangi bir haricî bilgi erişimi olmadan yalnızca parametrik bilgisine dayanarak yanıt üretmiştir. Bu yapılandırma çalışmanın temel koşulunu oluşturmuştur. İkinci yapılandırmada ise aynı sorular için Wikipedia'dan getirilen ilgili metin parçaları modelin bağlamına eklenmiş ve yanıtlar erişim destekli üretim yaklaşımıyla oluşturulmuştur. İki yapılandırmada elde edilen doğal dil çıkarımı tabanlı tutarsızlık skorları karşılaştırılarak Wikipedia tabanlı bilgi erişimi ile kaynakla sınırlandırılmış üretim talimatını birlikte içeren RAG yapılandırmasının model çıktıları üzerindeki etkisi incelenmiştir.

Çalışmanın bağımlı değişkeni, ana yanıt ile aynı istem için oluşturulan stokastik örnek yanıtlar arasındaki NLI tabanlı ortalama tutarsızlık skorudur. Karşılaştırılan iki deney koşulu, erişim desteği bulunmayan temel yapılandırma ile Wikipedia tabanlı erişim desteğinin kullanıldığı RAG yapılandırmasıdır. Her iki koşulda aynı büyük dil modeli, ana yanıt sıcaklığı, örnek yanıt sıcaklığı, maksimum çıktı uzunluğu, örnekleme sayısı, soru kümesi ve NLI modeli kullanılmıştır.

Bununla birlikte, iki yapılandırma arasındaki fark yalnızca Wikipedia bağlamının eklenmesi değildir. Temel yapılandırmada modelden soruyu kısa ve olgusal biçimde yanıtlaması istenirken RAG yapılandırmasında yalnızca sağlanan bağlamın kullanılması ve bağlamın yetersiz olması durumunda bunun açıkça belirtilmesi istenmiştir. Bu

nedenle istem yapısı kontrol değişkeni olarak değerlendirilmemiştir. Gözlenen skor değişimi, bilgi erişimi ile RAG istemindeki kaynakla sınırlı üretim talimatının ortak etkisini yansıtmaktadır.

Deney, araştırmacı tarafından belirlenen beş soru ve her koşul için tek çalıştırma üzerinden yürütülmüştür. Bu nedenle çalışma geniş ölçekli bir benchmark olarak değil, HalluScope prototipinin çalışma biçimini ve iki yapılandırma arasındaki skor değişimini inceleyen keşfedici bir pilot değerlendirme olarak tasarlanmıştır.

2.2. Literatür İnceleme Süreci

Kuramsal çerçevenin oluşturulmasında büyük dil modellerinde halüsinasyon, halüsinasyon tespiti, öz-tutarlılık denetimi, erişim destekli üretim ve olgusal doğruluk değerlendirmesi konularındaki çalışmalar incelenmiştir. Literatür seçilirken hakemli dergi makaleleri, hakemli konferans bildirileri ve araştırma alanında temel kabul edilen birincil çalışmalar önceliklendirilmiştir.

İnceleme kapsamında çalışmalar aşağıdaki temalar altında değerlendirilmiştir:

1. Halüsinasyonun tanımı ve sınıflandırılması,
2. Halüsinasyonların ortaya çıkış nedenleri,
3. Halüsinasyon tespit yöntemleri,
4. Halüsinasyon azaltma stratejileri,
5. Değerlendirme veri kümeleri ve ölçütleri,
6. Öz-tutarlılık ve erişim destekli üretim yaklaşımları.

İçsel ve dışsal halüsinasyon ayrımında Ji et al. (2023), olgusal doğruluk ve kaynak bağlılığı ayrımında Huang et al. (2025), erişim destekli üretimin kuramsal temelinde Lewis et al. (2020) ve örnekleme temelli öz-tutarlılık yaklaşımında Manakul et al. (2023) esas alınmıştır. TruthfulQA, HaluEval ve FActScore çalışmaları ise halüsinasyon ve olgusal doğruluk değerlendirmelerinin karşılaştırılmasında kullanılmıştır (Li et al., 2023; Lin et al., 2022; Min et al., 2023).

Literatür incelemesi, önceden kaydedilmiş bir araştırma protokolüne veya PRISMA gibi sistematik derleme standartlarına göre yürütülmemiştir. Bu nedenle çalışmada gerçekleştirilen süreç "sistematik literatür taraması" olarak değil, araştırma konularına göre düzenlenen yapılandırılmış literatür incelemesi olarak tanımlanmıştır. Çalışma seçim ve eleme sürecinin nicel olarak raporlandığı kapsamlı bir sistematik derleme iddiasında bulunmamaktadır.

2.3. HalluScope Sisteminin Genel Mimarisi

HalluScope, büyük dil modeli tarafından üretilen yanıtların haricî bilgilerle desteklenmesini ve farklı üretimler arasındaki anlamsal tutarsızlıkların belirlenmesini amaçlayan modüler bir prototiptir. Sistem; kullanıcı arayüzü, bilgi erişimi, yanıt üretimi, örnekleme ve tutarsızlık değerlendirmesi olmak üzere beş temel bileşenden oluşmaktadır.

Sistemin çalışma süreci aşağıdaki aşamalardan oluşmaktadır:

1. Önceden belirlenen 10 İngilizce Wikipedia sayfası Wikipedia-API aracılığıyla alınmıştır.
2. Her sayfanın ilk 8.000 karakteri cümle sınırları korunarak yaklaşık 200 kelimelik metin parçalarına ayrılmıştır.
3. Elde edilen 60 metin parçası all-MiniLM-L6-v2 modeliyle vektör gösterimlerine dönüştürülmüş ve FAISS IndexFlatL2 indeksine eklenmiştir.
4. Kullanıcı, değerlendirilmesini istediği soruyu Gradio arayüzü üzerinden sisteme göndermiştir.

5. Temel yapılandırmada soru doğrudan büyük dil modeline verilmiş; bir ana yanıt ve beş stokastik örnek yanıt oluşturulmuştur.
6. RAG yapılandırmasında soru vektöre dönüştürülmüş ve FAISS indeksinden L2 uzaklığına göre en yakın beş metin parçası getirilmiştir.
7. Getirilen parçalar kaynak başlıklarıyla birleştirilerek RAG bağlamı oluşturulmuş; aynı soru için bir ana yanıt ve beş stokastik örnek yanıt üretilmiştir.
8. Her iki yapılandırmadaki ana yanıtlar cümlelere ayrılmış ve her ana yanıt cümlesi, ilgili yapılandırmanın örnek yanıtlarındaki cümlelerle NLI modeli üzerinden karşılaştırılmıştır.
9. Cümle düzeyindeki değerler birleştirilerek temel ve RAG yapılandırmaları için ayrı tutarsızlık skorları hesaplanmıştır.
10. Soru düzeyindeki skorlar ve göreli değişimler CSV dosyasına kaydedilerek karşılaştırılmıştır.

Bilgi koleksiyonu ve FAISS indeksi her kullanıcı sorusunda yeniden oluşturulmamaktadır. Bu işlemler sistem başlatılırken bir kez gerçekleştirilmekte, sonraki sorular mevcut indeks üzerinde aranmaktadır.

2.4. Kullanıcı Arayüzü

HalluScope'un kullanıcı arayüzü Gradio kullanılarak geliştirilmiştir. Arayüz, kullanıcının doğal dilde soru girmesine, oluşturulan yanıtları görüntülemesine ve sistem tarafından hesaplanan tutarsızlık skorlarını incelemesine olanak sağlamaktadır.

Arayüzde kullanıcı sorusu için temel ve RAG yapılandırmaları birlikte çalıştırılmaktadır. Analiz sonucunda temel ve RAG yanıtları ayrı sekmelerde gösterilmekte, cümleler hesaplanan tutarsızlık düzeylerine göre renklerle vurgulanmaktadır. Her iki yapılandırmanın genel skorları gösterge grafikleriyle, cümle düzeyindeki skorlar karşılaştırmalı sütun grafiğiyle ve yapılandırmalar arasındaki sonuçlar radar grafiğiyle sunulmaktadır. Ayrıca soru düzeyindeki göreli skor değişimi, getirilen Wikipedia kaynaklarının başlıkları ve RAG bağlamının ilk 600 karakteri arayüzde gösterilmektedir. Bağlamın yalnızca ilk 600 karakterle sınırlandırılması görsel sunuma ilişkindir; yanıt üretiminde getirilen beş metin parçasının tamamından oluşturulan bağlam kullanılmıştır.

Gradio, sistemin temel algoritmik bileşenlerinden biri değildir. Araştırmadaki işlevi, geliştirilen yöntemin etkileşimli biçimde kullanılmasını ve sonuçların gözlemlenmesini sağlamaktır.

2.5. Wikipedia Tabanlı Bilgi Koleksiyonu

HalluScope'un haricî bilgi koleksiyonu, Python wikipedia-api kütüphanesi kullanılarak İngilizce Wikipedia'dan alınan önceden belirlenmiş 10 sayfadan oluşturulmuştur. Kullanılan sayfalar şunlardır: *Hallucination (artificial intelligence)*, *Large language model*, *Retrieval-augmented generation*, *GPT-4*, *Natural language processing*, *Transformer (machine learning model)*, *BERT (language model)*, *Reinforcement learning from human feedback*, *Artificial intelligence* ve *Machine learning*.

Her sayfanın yalnızca ilk 8.000 karakteri koleksiyona dâhil edilmiştir. Metinler NLTK kütüphanesinin cümle belirteçleyicisi kullanılarak cümlelere ayrılmıştır. Cümleler sırayla birleştirilmiş ve toplam kelime sayısı 200'e ulaştığında yeni bir metin parçası oluşturulmuştur. Bölme işlemi cümle sınırlarında yapıldığı için parçaların uzunluğu tam olarak 200 kelimeyle sınırlı değildir; eşik değerini aşan son cümle de aynı parçaya eklenmiştir. Parçalar arasında örtüşme kullanılmamıştır.

İndeksleme çıktısına göre her Wikipedia sayfasından altı metin parçası elde edilmiş ve toplam 60 parça oluşturulmuştur. Bir sayfanın bulunamaması durumunda sistem uyarı mesajı üretmekte ve diğer sayfaları işlemeye devam etmektedir. Hiçbir sayfadan içerik alınamaması durumunda indeksleme işlemi sıfır parça ile sonlandırılmaktadır.

Sistem, kullanıcı sorusuna göre Wikipedia'da gerçek zamanlı arama yapmamaktadır. Bilgi erişimi yalnızca önceden belirlenen sayfalardan oluşturulan 60 metin parçası içerisinde gerçekleştirilmektedir. Bu nedenle sistemin bilgi kapsamı seçilen sayfalarla ve her sayfanın alınan ilk 8.000 karakteriyle sınırlıdır.

2.6. FAISS İle Vektör İndeksleme

Wikipedia metin parçaları sentence-transformers kütüphanesindeki all-MiniLM-L6-v2 modeli kullanılarak 384 boyutlu yoğun vektörlere dönüştürülmüştür. Elde edilen vektörler float32 veri türüne çevrilmiş ve ek bir normalleştirme işlemi uygulanmadan FAISS IndexFlatL2 indeksine eklenmiştir.

IndexFlatL2, indeks içerisindeki bütün vektörlerle tam arama gerçekleştirmekte ve sorgu vektörü ile metin parçası vektörleri arasındaki karesel L2 uzaklığına göre sonuç döndürmektedir. Bu nedenle HalluScope'taki erişim işlemi kosinüs benzerliğine değil, normalleştirilmemiş vektörler üzerindeki L2 uzaklığına dayanmaktadır.

Kullanıcı sorusu, Wikipedia parçalarında kullanılan aynı all-MiniLM-L6-v2 modeliyle vektöre dönüştürülmüştür. FAISS indeksi üzerinde yapılan arama sonucunda sorgu vektörüne en yakın beş metin parçası seçilmiştir. Seçilen parçalar, ait oldukları Wikipedia sayfasının başlığıyla birlikte birleştirilmiş ve RAG destekli yanıt üretiminde bağlam olarak kullanılmıştır. Temel yapılandırmada FAISS indeksinden herhangi bir metin alınmamıştır.

2.7. Yanıt Üretim Yapılandırmaları

Yanıt üretiminde Google Generative AI hizmeti üzerinden gemini-3.5-flash-lite modeli kullanılmıştır. Model yerel olarak çalıştırılmamış, API aracılığıyla çağrılmıştır. Her iki yapılandırmada ana yanıt 0,1 sıcaklık değeriyle, öz-tutarlılık değerlendirmesinde kullanılan beş örnek yanıt ise 0,8 sıcaklık değeriyle üretilmiştir. Maksimum çıktı uzunluğu 512 token olarak belirlenmiştir. Kodda top-p değeri ve sabit rastgelelik tohumu tanımlanmamış; bu ayarlarda API'nin varsayılan davranışı kullanılmıştır.

2.7.1. Temel Yapılandırma

Temel yapılandırmada büyük dil modeline yalnızca kullanıcı sorusu verilmiştir. Kullanılan istem şablonu aşağıdaki yapıdadır:

"Answer the following question concisely and factually in 3–5 sentences.

Question: [kullanıcı sorusu]

Answer:"

2.7.2. RAG Destekli Yapılandırma

RAG yapılandırmasında FAISS indeksinden getirilen beş Wikipedia metin parçası kaynak başlıklarıyla birlikte birleştirilmiş ve modele bağlam olarak sunulmuştur. Kullanılan istem şablonu aşağıdaki yapıdadır:

"Answer the question using ONLY the provided context. Be factual and concise (3–5 sentences). If the context does not contain enough information, say so.

Context:
[getirilen metin parçaları]

Question: [kullanıcı sorusu]

Answer:"

RAG istemi, temel istemden farklı olarak modelin yalnızca sağlanan bağlamı kullanmasını ve bağlam yetersiz olduğunda bunu açıkça belirtmesini istemektedir. Bu nedenle iki yapılandırma arasındaki deneysel fark yalnızca bilgi erişiminin kullanılması değildir. RAG koşulunda ayrıca kaynakla sınırlandırılmış üretim talimatı bulunmaktadır. Sonuçlar yorumlanırken bu istem farklılığı dikkate alınmıştır.

API çağrıları en fazla üç kez denenmiştir. Oran sınırıyla ilişkili 429 hatası alınması durumunda ilk hatadan sonra 60, ikinci hatadan sonra 120 ve üçüncü hatadan sonra 180 saniyelik bekleme süresi tanımlanmıştır. Diğer API hatalarında hata mesajı yanıt olarak döndürülmüştür.

2.8. Öz-Tutarlılık Denetimi

HalluScope'un tutarsızlık değerlendirme bileşeni, SelfCheckGPT'nin örnekleme temelli öz-tutarlılık yaklaşımından yararlanmaktadır (Manakul et al., 2023). Bununla birlikte uygulanan hesaplama, özgün SelfCheckGPT-NLI yönteminin birebir uygulaması değildir; çalışmaya özgü sezgisel bir NLI hesaplama düzenidir.

Her soru ve her yapılandırma için bir ana yanıt ile beş stokastik örnek yanıt oluşturulmuştur. Ana yanıtlar 0,1, örnek yanıtlar ise 0,8 sıcaklık değeriyle üretilmiştir. Temel koşulun ana ve örnek yanıtlarında temel istem, RAG koşulunun ana ve örnek yanıtlarında ise aynı getirilen bağlamı içeren RAG istemi kullanılmıştır.

Öz-tutarlılık değerlendirmesi şu sırayla gerçekleştirilmiştir:

1. Ana yanıt NLTK cümle belirteçleyicisiyle cümlelere ayrılmıştır.
2. Beş örnek yanıtın her biri ayrı ayrı cümlelere ayrılmıştır.
3. Ana yanıttaki her cümle, her örnek yanıtın yalnızca ilk üç cümlesiyle karşılaştırılmıştır.
4. Karşılaştırmada örnek yanıt cümlesi öncül, ana yanıt cümlesi ise hipotez olarak kullanılmıştır.
5. Her örnek yanıt için ilk üç cümleden elde edilen değerler arasındaki en düşük tutarsızlık değeri seçilmiştir.
6. Beş örnek yanıt için seçilen değerlerin ortalaması alınarak ana yanıt cümlesinin tutarsızlık skoru hesaplanmıştır.
7. Ana yanıttaki bütün cümle skorlarının aritmetik ortalaması alınarak yanıt düzeyindeki genel skor elde edilmiştir.

Bu yaklaşım, modelin aynı istem karşısında ürettiği yanıtlar arasındaki anlamsal değişkenliği değerlendirmektedir. Yanıtların tutarlı olması olgusal olarak doğru olduklarını, tutarsız olması ise kesin olarak yanlış olduklarını göstermemektedir.

2.9. Doğal Dil Çıkarımı Tabanlı Tutarsızlık Skoru

Yanıtlar arasındaki anlamsal ilişkinin belirlenmesinde cross-encoder/nli-deberta-v3-small doğal dil çıkarımı modeli kullanılmıştır. NLI modeli, iki cümle arasındaki ilişkiyi gerektirme, çelişki veya nötr sınıflarından biriyle değerlendirmektedir.

Ana yanıttaki s_i cümlesi ile j. örnek yanıtın k. cümlesi arasındaki NLI tabanlı tutarsızlık değeri aşağıdaki biçimde gösterilmiştir:

$$d_{ijk} = NLI(r_{jk}, s_i)$$

Burada s_i, ana yanıttaki i. cümleyi; r_{jk}, j. örnek yanıtın k. cümlesini; d_{ijk} ise bu iki cümle için hesaplanan NLI tabanlı tutarsızlık değerini ifade etmektedir.

NLI modelinin en yüksek olasılıklı sınıfı çelişki olduğunda modelin güven değeri doğrudan d_{ijk} olarak kullanılmıştır. En yüksek olasılıklı sınıf gerektirme olduğunda tutarsızlık değeri "1 − güven değeri" olarak hesaplanmıştır. Nötr sınıfında veya işlem sırasında hata oluşması durumunda ise d_{ijk}= 0,5 kabul edilmiştir.

Bir örnek yanıttan karşılaştırmaya alınacak cümle sayısı aşağıdaki biçimde belirlenmiştir:

$$K_j = \min(3, L_j)$$

Burada L_j), j. örnek yanıttaki toplam cümle sayısını; $K_j$ise karşılaştırmaya alınan cümle sayısını göstermektedir. Buna göre her örnek yanıtın en fazla ilk üç cümlesi değerlendirilmiştir.

Ana yanıttaki s_i cümlesi için j. örnek yanıttan elde edilen tutarsızlık değeri, karşılaştırılan cümleler arasındaki en düşük değer seçilerek hesaplanmıştır:

$$c_{ij} = \min(d_{ij1}, d_{ij2}, \ldots, d_{ijk})$$

Burada c_{ij}, ana yanıttaki i. cümle ile j. örnek yanıt arasındaki en düşük tutarsızlık değerini göstermektedir.

Ana yanıttaki i. cümlenin ortalama tutarsızlık skoru, beş örnek yanıttan elde edilen değerlerin ortalaması alınarak hesaplanmıştır:

$$h_i = (c_{i^1} + c_{i^2} \ldots + c_{i^n})/n$$

Burada n, aynı istem için oluşturulan örnek yanıt sayısını göstermektedir. HalluScope deneylerinde n = 5 olarak kullanılmıştır.

Yanıt düzeyindeki genel tutarsızlık skoru, ana yanıtta bulunan bütün cümlelerin tutarsızlık skorlarının ortalaması alınarak hesaplanmıştır:

$$H = (h_1 + h_2 + \ldots + h_m)/m$$

Burada m, ana yanıttaki toplam cümle sayısını; H ise yanıt düzeyindeki NLI tabanlı tutarsızlık skorunu göstermektedir. H değerinin yükselmesi, ana yanıt ile örnek yanıtlar arasındaki anlamsal tutarsızlığın arttığını göstermektedir. Ancak H değeri doğrudan olgusal doğruluk veya halüsinasyon olasılığı olarak yorumlanmamıştır.

2.10. Pilot Değerlendirme Soru Kümesi

Deneyde, HalluScope'un temel ve RAG destekli yapılandırmalarını karşılaştırmak amacıyla araştırmacı tarafından belirlenen beş İngilizce soru kullanılmıştır:

1. "What causes hallucination in large language models?"
2. "How does RLHF improve language model alignment?"
3. "What is the difference between GPT-3 and GPT-4?"
4. "Explain how FAISS works for similarity search."
5. "What are the limitations of retrieval-augmented generation?"

Sorular standart bir benchmark veri kümesinden alınmamış ve bağımsız uzmanlar tarafından doğrulanmış bir değerlendirme kümesi olarak hazırlanmamıştır. Soru kümesi; BDM halüsinasyonları, insan geri bildirimiyle hizalama, GPT modelleri, FAISS ve RAG sınırlılıkları gibi sistemin bilgi koleksiyonuyla ilişkili konuları kapsayacak biçimde seçilmiştir. Soru sayısının sınırlı olması ve soruların araştırmacı tarafından belirlenmesi nedeniyle veri kümesi geniş ölçekli veya genellenebilir bir benchmark olarak değil, prototipin iki yapılandırmasını karşılaştırmaya yönelik pilot soru kümesi olarak değerlendirilmiştir.

2.11. Deneysel İşlem

Her soru önce temel, ardından RAG destekli yapılandırmada çalıştırılmıştır. Her iki yapılandırmada aynı dil modeli, ana yanıt sıcaklığı, örnek yanıt sıcaklığı, maksimum çıktı uzunluğu, örnek sayısı ve NLI modeli kullanılmıştır. Bununla birlikte temel ve RAG istemleri aynı değildir. RAG isteminde getirilen bağlamın kullanılması ve bağlamın yetersiz olması durumunda bunun belirtilmesi yönünde ek talimatlar bulunmaktadır.

Deneysel işlem aşağıdaki sırayla gerçekleştirilmiştir:

1. Değerlendirme sorusu temel yapılandırmaya verilmiştir.
2. Temel yapılandırma için ana yanıt ve örnek yanıtlar üretilmiştir.
3. Temel yapılandırmanın tutarsızlık skoru hesaplanmıştır.
4. Aynı soru için Wikipedia bilgi erişimi çalıştırılmıştır.
5. En ilgili metin parçaları RAG bağlamına eklenmiştir.
6. RAG destekli ana yanıt ve örnek yanıtlar üretilmiştir.
7. RAG destekli yapılandırmanın tutarsızlık skoru hesaplanmıştır.
8. İki yapılandırmadan elde edilen skorlar soru düzeyinde eşleştirilmiştir.
9. Soru düzeyindeki skorların ortalaması alınarak genel sonuçlar elde edilmiştir.

Beş soru sabit sırayla ve her yapılandırma için bir kez çalıştırılmıştır. Kodda sabit rastgelelik tohumu tanımlanmamıştır. Bu nedenle aynı deney yeniden çalıştırıldığında stokastik örnek yanıtlar ve bunlardan elde edilen skorlar değişebilir. Çalışmada tekrarlı deneyler yürütülmediği için koşullar arası değişkenlik, standart sapma veya güven aralığı hesaplanmamıştır. API oran sınırı nedeniyle iki sorunun işlenmesi sırasında 429 hatası oluşmuş; kodda tanımlanan yeniden deneme mekanizması ilk 60 saniyelik beklemenin ardından çağrıyı başarıyla tamamlamıştır.

2.12. Değerlendirme Ölçütleri

Deneylerde, erişim desteği bulunmayan temel yapılandırma ile RAG destekli yapılandırma aynı soru kümesi üzerinde karşılaştırılmıştır. Her yapılandırmada kendi istem şablonu kullanılarak bir ana yanıt ve beş stokastik örnek yanıt oluşturulmuştur. Yanıtlar arasındaki anlamsal ilişkiler, doğal dil çıkarımı modelinin gerektirme, çelişki ve nötr sınıflarına ilişkin çıktıları kullanılarak değerlendirilmiş ve her yapılandırma için NLI tabanlı tutarsızlık skoru hesaplanmıştır.

Her soru için elde edilen ortalama doğal dil çıkarımı tabanlı tutarsızlık skoru 0 ile 1 arasında değişmektedir. Düşük skor, aynı istem için oluşturulan yanıtların birbirleriyle daha tutarlı olduğunu; yüksek skor ise yanıtlar arasındaki anlamsal çelişkinin daha fazla olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte bu skor, doğrudan olgusal doğruluk oranı veya halüsinasyon olasılığı olarak yorumlanmamıştır. Bir model birbiriyle tutarlı ancak olgusal olarak yanlış yanıtlar üretebileceğinden, ölçüt yalnızca örneklenen yanıtlar arasındaki anlamsal tutarlılığı değerlendirmektedir.

Her soru için RAG kullanımından sonra meydana gelen göreli skor değişimi aşağıdaki biçimde hesaplanmıştır:

$$I_i = [(V_i - R_i)/V_i] \times 100$$

Bu eşitlikte;

- I_i, i'inci sorudaki göreli tutarsızlık azalmasını,
- V_i, i'inci sorunun erişim desteği bulunmayan temel yapılandırmadaki tutarsızlık skorunu,
- R_i, i'inci sorunun RAG destekli yapılandırmadaki tutarsızlık skorunu göstermektedir.

I_i değerinin pozitif olması, RAG destekli yapılandırmada tutarsızlık skorunun azaldığını; negatif olması ise skorun arttığını göstermektedir.

Sorular için hesaplanan göreli değişimlerin aritmetik ortalaması aşağıdaki şekilde belirlenmiştir:

$$\bar{I} = (I_1 + I_2 + \cdots + I_n)/n$$

Burada **n**, değerlendirmeye alınan toplam soru sayısını ifade etmektedir.

İki yapılandırmanın genel ortalamaları ise aşağıdaki eşitliklerle hesaplanmıştır:

$$\bar{I} = (63{,}87 + 52{,}84 - 82{,}61 + 96{,}40 + 28{,}54) / 5 = \%31{,}81$$

$$V^- = (V_1 + V_2 + \ldots + V_n) / \mathrm{n}$$

$$R^- = (R_1 + R_2 + \ldots + R_n) / \mathrm{n}$$

Genel ortalamalar üzerinden hesaplanan toplu göreli azalma aşağıdaki eşitlikle belirlenmiştir:

$$I_{toplu} = [(V^- - R^-)/V^-] \times 100$$

Soruların göreli değişimlerinin aritmetik ortalaması ile genel ortalamalar üzerinden hesaplanan toplu göreli azalma farklı hesaplama yaklaşımlarını temsil etmektedir. Birinci yaklaşım her soruya eşit ağırlık verirken ikinci yaklaşım yapılandırmaların genel ortalamalarını temel almaktadır. Deney sonucunda elde edilen değerler Bulgular bölümünde sunulmuştur.

2.13. Geçerlilik, Yeniden Üretilebilirlik Ve Yöntemsel Sınırlılıklar

Deneyde temel ve RAG yapılandırmalarında aynı dil modeli, soru kümesi, sıcaklık değerleri, maksimum çıktı uzunluğu, örnekleme sayısı ve NLI modeli kullanılmıştır. Kullanılan gömme modeli, NLI modeli, Wikipedia sayfaları, metin parçalama eşiği, FAISS indeks türü, getirilen parça sayısı ve istem şablonları Yöntem bölümünde açıklanmıştır.

Bununla birlikte kullanılan Python kütüphanelerinin sürümleri sabitlenmemiş, deney tarihi kod çıktısında kaydedilmemiş ve rastgelelik tohumu tanımlanmamıştır. Uzaktan API aracılığıyla kullanılan modelin sağlayıcı tarafından güncellenebilmesi de gelecekte gerçekleştirilecek tekrarların farklı sonuçlar üretmesine neden olabilir. Araştırma tasarımına ve ölçüm yaklaşımına ilişkin sınırlılıklar Sonuç, Tartışma ve Öneriler bölümünde ele alınmıştır.

3. BULGULAR

Bu bölümde HalluScope'un erişim desteği bulunmayan temel yapılandırması ile RAG destekli yapılandırmasından elde edilen sonuçlar sunulmaktadır. Karşılaştırma, araştırmacı tarafından belirlenen beş İngilizce soru üzerinde gerçekleştirilmiştir. Her soru için iki yapılandırmada da bir ana yanıt ve beş stokastik örnek yanıt üretilmiş, ardından ana yanıt ile örnek yanıtlar arasındaki NLI tabanlı tutarsızlık skoru hesaplanmıştır.

Kullanılan skor 0 ile 1 arasında değişmektedir. Yüksek değer, ana yanıt ile aynı istem için oluşturulan örnek yanıtlar arasında daha fazla anlamsal tutarsızlık bulunduğunu göstermektedir. Bu skor doğrudan olgusal doğruluk veya halüsinasyon olasılığı olarak değerlendirilmemiştir.

3.1. Yapılandırmaların genel karşılaştırması

Erişim desteği bulunmayan temel yapılandırmada ortalama doğal dil çıkarımı tabanlı tutarsızlık skoru 0,3488 olarak hesaplanmıştır. RAG destekli yapılandırmada ise bu değer 0,2145'e düşmüştür. İki yapılandırmanın genel ortalamaları kullanılarak hesaplanan toplu göreli azalma %38,50'dir.

Her soru için ayrı ayrı hesaplanan göreli değişimlerin aritmetik ortalaması ise %31,81 olarak bulunmuştur. Bu iki oranın birbirinden farklı olması hesaplama yöntemlerinden kaynaklanmaktadır. %38,50 değeri iki yapılandırmanın genel ortalamaları üzerinden hesaplanırken %31,81 değeri, beş soruya ait göreli değişim oranlarının aritmetik ortalamasıdır.

Tablo 1. Temel ve RAG destekli yapılandırmalara ait betimsel sonuçlar.

Yapılandırma	Soru Sayısı	Ortalama tutarsızlık skoru	En düşük skor	En yüksek skor
Temel Yapılandırma	5	0,3488	0,2738	0,4054
RAG Destekli Yapılandırma	5	0,2145	0,0135	0,5000

Sonuçlar, RAG destekli yapılandırmanın incelenen pilot soru kümesi genelinde daha düşük bir ortalama tutarsızlık skoru ürettiğini göstermektedir. Ancak ortalama değerdeki bu azalma, her soruda aynı yönde bir değişim gerçekleştiği anlamına gelmemektedir. Soru düzeyindeki farklılıklar bir sonraki alt bölümde ayrıntılı olarak sunulmuştur.

3.2. Soru düzeyindeki bulgular

Sorulara göre elde edilen temel yapılandırma ve RAG destekli yapılandırma skorları Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Soru düzeyinde tutarsızlık skorları ve göreli değişimler.

Soru	Temel yapılandırma	RAG destekli yapılandırma	Göreli azalma (%)
1	0,4054	0,1465	63,87
2	0,3326	0,1569	52,84
3	0,2738	0,5000	−82,61
4	0,3744	0,0135	96,40
5	0,3577	0,2556	28,54

RAG destekli yapılandırma, beş sorunun dördünde tutarsızlık skorunu azaltmıştır. En yüksek göreli azalma dördüncü soruda, en düşük pozitif azalma ise beşinci soruda gerçekleşmiştir. Üçüncü soruda ise RAG kullanımıyla tutarsızlık skoru artmış ve göreli değişim negatif yönde gerçekleşmiştir. Bu bulgu, erişim desteğinin bütün sorularda tutarlılığı artırmadığını ve sistem performansının getirilen belgelerin niteliğine bağlı olarak değişebildiğini göstermektedir.

3.3. Bilgi erişimi bulguları

RAG destekli yapılandırmada her soru için FAISS indeksinden en yakın beş metin parçası getirilmiştir. Aynı Wikipedia sayfasından birden fazla parça getirilebildiği için kaynak başlığı sayısı, getirilen toplam parça sayısından daha düşük olabilmektedir. Deney kayıtlarında her soruyla ilişkilendirilen benzersiz Wikipedia sayfaları Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Sorular için getirilen Wikipedia kaynakları.

Soru	Getirilen benzersiz Wikipedia kaynakları
BDM'lerde halüsinasyonların nedenleri	Hallucination (artificial intelligence); Transformer (machine learning model)
RLHF ve model hizalama	Large language model; Retrieval-augmented generation; Reinforcement learning from human feedback; Natural language processing
GPT-3 ve GPT-4 arasındaki farklar	GPT-4
FAISS benzerlik aramasının çalışma biçimi	Retrieval-augmented generation; Reinforcement learning from human feedback; BERT (language model); Natural language processing
RAG yaklaşımının sınırlılıkları	Retrieval-augmented generation

FAISS sorusu için getirilen benzersiz kaynaklar arasında doğrudan FAISS başlıklı bir Wikipedia sayfası bulunmamaktadır. Bu soru için *Retrieval-augmented generation*, *Reinforcement learning from human feedback*, *BERT (language model)* ve *Natural language processing* sayfalarından metin parçaları getirilmiştir. GPT-3 ve GPT-4 karşılaştırması sorusunda getirilen parçaların tamamı *GPT-4* sayfasıyla ilişkilendirilmiştir.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışmada büyük dil modellerindeki halüsinasyon sorunu; sınıflandırma, tespit ve azaltma boyutlarıyla incelenmiş, kuramsal incelemede ele alınan yaklaşımlar HalluScope adlı prototip sistem üzerinde uygulamalı olarak değerlendirilmiştir. Sistem, aynı istem için oluşturulan yanıtların öz-tutarlılık yaklaşımıyla karşılaştırılmasını ve yanıt üretiminin Wikipedia'dan getirilen içeriklerle desteklenmesini sağlamaktadır.

Pilot deneyler, erişim destekli üretimin incelenen soruların çoğunda yanıtlar arasındaki anlamsal tutarsızlığı azaltabildiğini, ancak bu etkinin bütün sorularda ortaya çıkmadığını göstermiştir. Bu nedenle elde edilen sonuçlar, RAG yönteminin halüsinasyonları genel olarak ve kesin biçimde azalttığının kanıtı olarak değil, belirli bir soru kümesi ve sistem yapılandırması altında gözlenen deneysel bir bulgu olarak değerlendirilmelidir.

4.1. Bulguların Değerlendirilmesi

Çalışmanın bulguları, erişim destekli üretimin model çıktıları üzerindeki etkisinin getirilen bilgi bağlamına göre değiştiğini göstermektedir. Soruların çoğunda RAG destekli yapılandırmanın daha düşük tutarsızlık skorları üretmesi, dış kaynaklardan sağlanan ortak bir bağlamın farklı yanıtların benzer bilgiler etrafında oluşturulmasına katkıda bulunabildiğini düşündürmektedir. Bununla birlikte bir soruda tutarsızlığın artması, bilgi erişiminin tek başına güvenilir ve tutarlı çıktı üretimini garanti etmediğini ortaya koymaktadır.

GPT modellerinin karşılaştırılmasına ilişkin soruda tutarsızlık skorunun artması, getirilen belgelerin sorunun bütün kapsamını karşılamamasıyla ilişkilendirilebilir. Sistemin yalnızca GPT-4 ile ilgili bir içeriğe erişmesi, karşılaştırma için gereken diğer model sürümleri hakkında yeterli kanıt sağlayamamış olabilir. Bu durum, eksik veya dengesiz getirilen bağlamın model yanıtlarını farklı yönlere sevk edebileceğini göstermektedir.

FAISS ile ilgili soruda ise doğrudan ve yeterli bir bilgi kaynağına ulaşılamamasına rağmen tutarsızlığın azalması, skorun olgusal doğruluğu doğrudan ölçmediğini göstermesi bakımından önemlidir. Modelin bilgi yetersizliğini benzer ifadelerle belirtmesi, yanıtlar arasındaki tutarlılığı artırmış olabilir. Dolayısıyla düşük tutarsızlık skoru, yanıtların mutlaka doğru ya da yeterli olduğu biçiminde yorumlanmamalıdır.

Bu bulgular, RAG sistemlerinin başarısının yalnızca bir erişim bileşeninin bulunmasına değil; doğru belgelerin getirilmesine, getirilen içeriğin soruyu yeterli ölçüde kapsamasına ve üretici modelin bu içeriği uygun biçimde kullanmasına bağlı olduğunu belirten çalışmalarla uyumludur (Huang et al., 2025; Lewis et al., 2020; Zhang &

Zhang, 2025). Ayrıca öz-tutarlılık yaklaşımının model yanıtları arasındaki farklılıkları belirleyebilmesine karşın olgusal doğruluğu tek başına kanıtlayamaması, SelfCheckGPT yaklaşımının temel sınırlılıklarıyla örtüşmektedir (Manakul et al., 2023).

4.2. Çalışmanın sınırlılıkları

Çalışmanın ilk sınırlılığı, değerlendirme kümesinin araştırmacı tarafından belirlenen yalnızca beş sorudan oluşmasıdır. Sorular standart bir ölçüt veri kümesinden alınmamış ve farklı konu alanlarını temsil edecek biçimde sistematik olarak örneklenmemiştir. Bu nedenle elde edilen sonuçlar daha geniş soru kümelerine, farklı alanlara veya diğer büyük dil modellerine genellenemez.

İkinci sınırlılık, her sorunun her yapılandırmada yalnızca bir kez çalıştırılmasıdır. Örnek yanıtlar stokastik olarak üretilmiş olmasına rağmen sabit bir rastgelelik tohumu kullanılmamış ve deney bağımsız tekrarlarla yinelenmemiştir. Bu nedenle sonuçların rastgele örnekleme değişkenliğine karşı ne ölçüde kararlı olduğu belirlenememiştir. Soru sayısının ve tekrar sayısının sınırlı olması nedeniyle çıkarımsal istatistik uygulanmamış; sonuçlar betimsel pilot bulgular olarak sunulmuştur.

Üçüncü sınırlılık, temel ve RAG yapılandırmalarında aynı istemin kullanılmamasıdır. Temel istem yalnızca kısa ve olgusal bir yanıt isterken RAG istemi modelin yalnızca sağlanan bağlamı kullanmasını ve bağlam yetersizse bunu belirtmesini istemektedir. Dolayısıyla gözlenen skor farkı yalnızca bilgi erişiminin etkisini değil, RAG istemindeki kaynakla sınırlı üretim talimatının etkisini de içermektedir.

Dördüncü sınırlılık, bilgi koleksiyonunun önceden belirlenen 10 İngilizce Wikipedia sayfasının ilk 8.000 karakterinden oluşturulan 60 metin parçasıyla sınırlı olmasıdır. Sistem gerçek zamanlı Wikipedia veya internet araması gerçekleştirmemektedir. İlgili bilginin seçilen sayfalarda bulunması hâlinde bile sayfanın ilk 8.000 karakteri içerisinde yer almaması, bilginin erişim koleksiyonuna alınmamasına neden olmaktadır.

Beşinci sınırlılık, bilgi erişiminde yeniden sıralama veya kaynak kalitesi denetimi uygulanmamasıdır. Metin vektörleri normalleştirilmeden FAISS IndexFlatL2 indeksine eklenmiş ve her soru için L2 uzaklığına göre en yakın beş parça doğrudan kullanılmıştır. Getirilen parçaların soruyla gerçekten ilgili olup olmadığı, güvenilir kanıt içerip içermediği veya sorunun bütün yönlerini kapsayıp kapsamadığı ayrıca değerlendirilmemiştir.

Altıncı sınırlılık, kullanılan NLI tabanlı skorun olgusal doğruluğu doğrudan ölçmemesidir. Ana yanıt cümleleri yalnızca örnek yanıtların ilk üç cümlesiyle karşılaştırılmış ve her örnek için en düşük tutarsızlık değeri seçilmiştir. Bu seçim, örnek yanıtın herhangi bir cümlesi ana yanıtla uyumlu olduğunda diğer çelişkili cümlelerin etkisini azaltabilir. Ayrıca NLI girdisinin kod düzeyinde ilk 512 karakterle sınırlandırılması, uzun cümle çiftlerinde bazı bilgilerin değerlendirme dışında kalmasına neden olabilir.

Son olarak, HalluScope'un mevcut sürümünde insan değerlendirmesi, yanıt–kaynak bağlılığı denetimi, atomik iddia doğrulaması ve yapısal hata kontrolü bulunmamaktadır. Bu nedenle sistem tarafından üretilen skorlar otomatik bir risk göstergesi olarak değerlendirilmiş, kesin doğru–yanlış kararı olarak kullanılmamıştır.

4.3. Gelecek çalışmalar için öneriler

Gelecek çalışmalarda öncelikle soru sayısı artırılmalı ve farklı konu alanlarını kapsayan standart değerlendirme veri kümelerinden yararlanılmalıdır. TruthfulQA, HaluEval ve FActScore gibi ölçütler, HalluScope'un öz-tutarlılık skorunu tamamlayan farklı değerlendirme boyutları sağlayabilir (Li et al., 2023; Lin et al., 2022; Min et al., 2023). Bununla birlikte kullanılacak veri kümesi, araştırmanın ölçmek istediği halüsinasyon türüne göre seçilmelidir.

Deneyler farklı rastgelelik koşullarında birden fazla kez tekrarlanmalı; ortalama, standart sapma ve güven aralıkları raporlanmalıdır. Kullanılan model sürümü, deney tarihi, istem şablonları, kütüphane sürümleri ve

mümkünse rastgelelik tohumu kayıt altına alınmalıdır. Yeterli soru ve tekrar sayısına ulaşıldığında temel ve RAG yapılandırmaları arasındaki fark eşleştirilmiş istatistiksel yöntemlerle incelenebilir.

Bilgi erişiminin bağımsız etkisini belirleyebilmek için temel ve RAG istemleri mümkün olduğunca eşitlenmelidir. İki koşul arasındaki tek farkın getirilen bağlam olması, skor değişiminin daha açık biçimde yorumlanmasını sağlayacaktır. Kaynakla sınırlı yanıt verme veya yetersiz bilgi durumunu belirtme talimatlarının etkisi ise ayrı bir deney koşulunda incelenebilir.

Wikipedia koleksiyonu daha geniş, güncel ve alan odaklı güvenilir kaynaklarla desteklenmelidir. Tıp, hukuk veya akademik yayıncılık gibi yüksek riskli alanlarda genel amaçlı Wikipedia içerikleri yerine uzmanlar tarafından denetlenmiş veri tabanları ve resmî kaynaklar kullanılmalıdır. Yoğun vektör erişimine ek olarak anahtar kelime tabanlı arama, hibrit erişim ve çapraz kodlayıcıyla yeniden sıralama yöntemleri karşılaştırılabilir.

Getirilen metinlerin yalnızca yanıt üretiminde kullanılması yeterli görülmemeli; yanıt içerisindeki iddiaların kaynak parçaları tarafından desteklenip desteklenmediği ayrıca değerlendirilmelidir. Bu amaçla yanıt–kanıt NLI karşılaştırması, atomik iddia çıkarımı, kaynak gösterme ve otomatik atıf doğrulama bileşenleri sisteme eklenebilir. Otomatik ölçütlerden elde edilen sonuçlar, alan uzmanlarının gerçekleştirdiği kör insan değerlendirmesiyle karşılaştırılmalıdır.

Öz-tutarlılık hesaplamasında yalnızca örnek yanıtların ilk üç cümlesini kullanmak yerine bütün cümleleri kapsayan veya iddia düzeyinde eşleştirme yapan yöntemler değerlendirilebilir. En düşük tutarsızlık değerini seçmenin sonuçlar üzerindeki etkisi ortalama, maksimum veya öğrenilmiş bir birleştirme yöntemiyle karşılaştırılabilir. NLI girdilerinin karakter düzeyinde kesilmesi yerine modelin token sınırına uygun biçimde hazırlanması da ölçüm kaybını azaltabilir.

Yapısal hata boyutunun deneysel olarak değerlendirilmesi isteniyorsa JSON şeması, zorunlu alan, tablo biçimi veya çıktı şablonu denetimi yapan ayrı bir bileşen geliştirilmelidir. Bu bileşenden elde edilen yapısal uygunluk sonuçları, olgusal doğruluk ve kaynak bağlılığı ölçümlerinden ayrı raporlanmalıdır.

4.4. Sonuç

Bu çalışmada geliştirilen HalluScope, halüsinasyon tespiti ile halüsinasyon azaltımını aynı prototip yapı içinde ele almaktadır. Sistem, bir yandan aynı istem için oluşturulan yanıtlar arasındaki anlamsal çelişkileri doğal dil çıkarımı modeliyle değerlendirmekte, diğer yandan erişim destekli üretim aracılığıyla model yanıtlarını haricî bilgilerle desteklemektedir.

Pilot deneyler, RAG kullanımının incelenen soruların çoğunda daha tutarlı yanıtlar üretilmesine katkı sağlayabildiğini, ancak etkinin soruya ve getirilen içeriğe bağlı olarak değiştiğini göstermiştir. Bu nedenle erişim desteği, halüsinasyonları bütünüyle ortadan kaldıran bir çözüm olarak değil, uygun bilgi kaynakları ve ek doğrulama mekanizmalarıyla birlikte kullanılması gereken bir azaltma yöntemi olarak değerlendirilmelidir.

Çalışmanın temel katkısı, öz-tutarlılık denetimi ile erişim destekli üretimi açıklanabilir bir deney düzeninde birleştirmesi ve kullanılan ölçütün sınırlarını açık biçimde ortaya koymasıdır. Daha geniş soru kümeleri, alan odaklı güvenilir bilgi kaynakları, olgusal doğruluk ölçütleri ve insan değerlendirmesiyle gerçekleştirilecek çalışmalar, HalluScope'un etkinliği hakkında daha güçlü ve genellenebilir sonuçlara ulaşılmasını sağlayabilir.

KAYNAKLAR

Chakraborty, N., Ornik, M., & Driggs-Campbell, K. (2025). Hallucination detection in foundation models for decision-making: A flexible definition and review of the state of the art. *ACM Computing Surveys, 57*(7), Article 188, 1–35. https://doi.org/10.1145/3716846

Huang, L., Yu, W., Ma, W., Zhong, W., Feng, Z., Wang, H., Chen, Q., Peng, W., Feng, X., Qin, B., & Liu, T. (2025). A survey on hallucination in large language models: Principles, taxonomy, challenges, and open questions. *ACM Transactions on Information Systems, 43*(2), Article 42, 1–55. https://doi.org/10.1145/3703155

Ji, Z., Lee, N., Frieske, R., Yu, T., Su, D., Xu, Y., Ishii, E., Bang, Y. J., Madotto, A., & Fung, P. (2023). Survey of hallucination in natural language generation. *ACM Computing Surveys, 55*(12), Article 248, 1–38. https://doi.org/10.1145/3571730

Lewis, P., Perez, E., Piktus, A., Petroni, F., Karpukhin, V., Goyal, N., Küttler, H., Lewis, M., Yih, W., Rocktäschel, T., Riedel, S., & Kiela, D. (2020). Retrieval-augmented generation for knowledge-intensive NLP tasks. *Advances in Neural Information Processing Systems, 33*, 9459–9474.

Li, J., Cheng, X., Zhao, X., Nie, J.-Y., & Wen, J.-R. (2023). HaluEval: A large-scale hallucination evaluation benchmark for large language models. In *Proceedings of the 2023 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing* (pp. 6449–6464). Association for Computational Linguistics. https://doi.org/10.18653/v1/2023.emnlp-main.397

Lin, S., Hilton, J., & Evans, O. (2022). TruthfulQA: Measuring how models mimic human falsehoods. In *Proceedings of the 60th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (Volume 1: Long Papers)* (pp. 3214–3252). Association for Computational Linguistics. https://doi.org/10.18653/v1/2022.acl-long.229

Liu, N. F., Lin, K., Hewitt, J., Paranjape, A., Bevilacqua, M., Petroni, F., & Liang, P. (2024). Lost in the middle: How language models use long contexts. *Transactions of the Association for Computational Linguistics, 12*, 157–173. https://doi.org/10.1162/tacl_a_00638

Manakul, P., Liusie, A., & Gales, M. J. F. (2023). SelfCheckGPT: Zero-resource black-box hallucination detection for generative large language models. In *Proceedings of the 2023 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing* (pp. 9004–9017). Association for Computational Linguistics. https://doi.org/10.18653/v1/2023.emnlp-main.557

Maynez, J., Narayan, S., Bohnet, B., & McDonald, R. (2020). On faithfulness and factuality in abstractive summarization. In *Proceedings of the 58th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics* (pp. 1906–1919). Association for Computational Linguistics. https://doi.org/10.18653/v1/2020.acl-main.173

Meng, K., Bau, D., Andonian, A., & Belinkov, Y. (2022). Locating and editing factual associations in GPT. *Advances in Neural Information Processing Systems, 35*, 17359–17372. https://doi.org/ 10.52202/068431-1262

Min, S., Krishna, K., Lyu, X., Lewis, M., Yih, W., Koh, P. W., Iyyer, M., Zettlemoyer, L., & Hajishirzi, H. (2023). FActScore: Fine-grained atomic evaluation of factual precision in long form text generation. In *Proceedings of the 2023 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing* (pp. 12076–12100). Association for Computational Linguistics. https://doi.org/10.18653/v1/2023.emnlp-main.741

Ouyang, L., Wu, J., Jiang, X., Almeida, D., Wainwright, C. L., Mishkin, P., Zhang, C., Agarwal, S., Slama, K., Ray, A., Schulman, J., Hilton, J., Kelton, F., Miller, L., Simens, M., Askell, A., Welinder, P., Christiano, P. F.,

Leike, J., & Lowe, R. (2022). Training language models to follow instructions with human feedback. *Advances in Neural Information Processing Systems, 35*, 27730–27744. https://doi.org/ 10.48550/arXiv.2203.02155

Zhang, W., & Zhang, J. (2025). Hallucination mitigation for retrieval-augmented large language models: A review. *Mathematics, 13*(5), Article 856. https://doi.org/10.3390/math13050856

Zhang, Y., Li, Y., Cui, L., Cai, D., Liu, L., Fu, T., Huang, X., Zhao, E., Zhang, Y., Chen, Y., Wang, L., Luu, A. T., Bi, W., Shi, F., & Shi, S. (2025). Siren's song in the AI ocean: A survey on hallucination in large language models. *Computational Linguistics, 51*(4), 1373–1418. https://doi.org/10.1162/coli.a.16

Zhao, Z., Wang, Y., Stuart, T., De Vaan, M., Ginsparg, P., & Yin, Y. (2026). *LLM hallucinations in the wild: Large-scale evidence from non-existent citations* [Preprint]. arXiv. https://doi.org/10.48550/arXiv.2605.07723

DIPLOMACHAIN: BLOKZİNCİR TABANLI AKADEMİK DİPLOMA DOĞRULAMA SİSTEMİ

Fatmanur Şahin[1] / Prof. Dr. Ali H. Işık[2]

1Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, shnfatmanurr@gmail.com

0009-0005-9455-0509

2Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, ahakan@mehmetakif.edu.tr,

0000-0003-3561-9375

Özet

Bu çalışmada, akademik diploma ve sertifikaların sahteciliğini ortadan kaldırmaya yönelik olarak geliştirilen, blokzincir tabanlı bir doğrulama sistemi olan DiplomaChain sunulmaktadır. Sistem; Ethereum uyumlu Solidity akıllı sözleşmeleri, merkeziyetsiz IPFS dosya depolama altyapısı ve ethers.js entegrasyonlu modern bir web arayüzünden oluşan üç katmanlı bir mimari üzerine inşa edilmiştir. Temel ilke, diploma belgesinin SHA-256 hash değerinin Polygon blokzincirine kaydedilmesi ve bu kaydın hiçbir otorite tarafından değiştirilememesidir. Sunum katmanında hash değeri W3C Web Cryptography API aracılığıyla doğrudan kullanıcının tarayıcısında hesaplanmakta, böylece belge herhangi bir uygulama sunucusuna gönderilmemektedir. Belgenin kendisi Pinata sabitleme servisi üzerinden IPFS ağında saklanırken, blokzincir katmanında yalnızca hash değeri ve içerik tanımlayıcısı (CID) tutulmaktadır. Mevcut sürümde akıllı sözleşme katmanı tamamlanmış, 13 birim test senaryosunun tamamı başarıyla geçilmiş, IPFS entegrasyonu gerçekleştirilmiş, MetaMask ile gerçek blokzincir yazma akışı tamamlanmış ve Polygon Amoy test ağı üzerinde uçtan uca doğrulama başarıyla gerçekleştirilmiştir. Sözleşme dağıtımı, kurum yetkilendirme, diploma kaydı ve iptal işlemleri için gaz tüketimi ölçülmüş; doğrulama işlemi view tipinde olduğundan herhangi bir işlem maliyeti oluşturmamıştır. Sistem ayrıca STRIDE tabanlı bir tehdit modeli kullanılarak veri bütünlüğü, değiştirilemezlik ve veri koruma gereksinimleri açısından değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar, blokzincir tabanlı yaklaşımın diploma doğrulama sürecinde uygulanabilir bir alternatif sunduğunu; buna karşılık yönetişim merkeziyeti, tekil sabitleme sağlayıcısı bağımlılığı ve veri minimizasyonu konularının açık araştırma başlıkları olarak kaldığını göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: *Blokzincir, akıllı sözleşme, IPFS, diploma doğrulama, veri bütünlüğü*

DIPLOMACHAIN: BLOKZİNCİR TABANLI AKADEMİK DİPLOMA DOĞRULAMA SİSTEMİ

Fatmanur Şahin1 / Prof. Dr. Ali H. Işık2

1Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, shnfatmanurr@gmail.com

0009-0005-9455-0509

2Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, ahakan@mehmetakif.edu.tr,

0000-0003-3561-9375

Abstract

This study presents DiplomaChain, a blockchain-based verification system developed to eliminate the forgery of academic diplomas and certificates. The system is built on a three-layer architecture consisting of Ethereum-compatible Solidity smart contracts, a decentralized IPFS file storage infrastructure, and a modern web interface integrated with ethers.js. The underlying principle is that the SHA-256 hash value of the diploma document is recorded on the Polygon blockchain and cannot subsequently be altered by any authority. In the presentation layer, the hash value is computed locally in the user's browser through the W3C Web Cryptography API, so the document is never transmitted to an application server. The document itself is stored on the IPFS network through the Pinata pinning service, while the blockchain layer holds only the hash value and the content identifier (CID). In the current version, the smart contract layer has been completed, all 13 unit test scenarios have been passed successfully, IPFS integration has been implemented, the actual blockchain write flow has been completed with MetaMask, and end-to-end verification has been carried out successfully on the Polygon Amoy test network. Gas consumption was measured for contract deployment, institution authorization, diploma issuance, and revocation, whereas the verification operation is a view call and therefore incurs no transaction cost. The system was further evaluated in terms of data integrity, immutability, and data protection requirements using a STRIDE-based threat model. The results show that the blockchain-based approach offers a feasible alternative for diploma verification, while governance centralization, dependence on a single pinning provider, and data minimization remain open research issues.

Anahtar Kelimeler: *Blokzincir, akıllı sözleşme, IPFS, diploma doğrulama, veri bütünlüğü*

Gd_2O_3 KATKISININ BORAT–TELLÜRİT CAM BİLEŞİMİNDE RADYASYON ZIRHLAMA ÜZERİNE ETKİSİ

Prof. Dr. Yusuf KAVUN

[1]Kahramanmaras Sütçü Imam University, Dept. of Medical Imaging Techniques, Kahramanmaras,Türkiye, Nuclear Physics, yusufkavun@gmail.com, 0000-0001-9635-4388

Özet

Borat-Tellürit camlarda Gd_2O_3 bileşiğinin cam yapısına eklenmesi ile Gd^{3+} iyonları cam yapısında bulunan borat ağının yapısında $BO_3 \leftrightarrow BO_4$ birimleri üzerinde etkilidir. Bu nedenle Gd_2O_3 artışı cam bileşiminin yoğunluğu ve radyasyon zırhlama parametrelerinin artışı üzerine oldukça etkilidir. Bu çalışma kapsamında geliştirilen $50B_2O_3$–$20TeO_2$–15BaO–$10HfO_2$–xGd_2O_3 (x = 0, 2.5, 5, 7.5 ve 10 mol%) cam sistemi için Gd_2O_3 katkısının borat–tellürit camların radyasyon zırhlama özellikleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bu inceleme için Phy-X/PSD kodu kullanılmış ve 100 keV ile 10 MeV arasında hesaplamalar gerçekleştirilmiştir. Hesaplanan parametreler Lineer Attenuation coefficient (LAC), Mass Attenuation Coefficient (MAC), Yarı değer kalınlığı (HVL), Onda bir değer kalınlığı (TVL) ve Ortalama serbest yol (MFP)'dir. Oluşturulan cam bileşiminin yoğunluğu Gd_2O_3 katkısının artması ile 4.265 g/cm³'ten 4.996 g/cm³'e yükselmiş olup bu artış hesaplanan radyasyon zırhlama parametreleri üzerine olumlu katkı sağlamıştır. Düşük ve orta enerjili fotonların soğurulmasında Gd_2O_3 katkısının artışı daha çok rol oynamakta ancak yüksek enerjilerde Compton saçılmasının baskın hale gelmesi nedeniyle radyasyon soğurma zayıflamaktadır. İncelen tüm enerji aralığında elde edilen sonuçlara göre Gd_2O_3 katkısı borat–tellürit camların radyasyon zırhlama kapasitesinin iyileştirilmesinde etkili olduğunu ve incelenen cam sisteminin radyasyona karşı etkin bir malzeme olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Borat–tellürit cam, Gd_2O_3, radyasyon zırhlama, Phy-X/PSD

EFFECT OF Gd_2O_3 DOPING ON RADIATION SHIELDING IN BORATE-TELLURITE GLASS COMPOSITION

Assoc. Prof. Dr. Yusuf KAVUN

[1]Kahramanmaras Sütçü Imam University, Dept. of Medical Imaging Techniques, Kahramanmaras,Türkiye, Nuclear Physics, yusufkavun@gmail.com, 0000-0001-9635-4388

Abstract

In borate-tellurite glasses, the addition of Gd_2O_3 to the glass structure causes Gd^{3+} ions to affect the $BO_3 \leftrightarrow BO_4$ units in the borate network structure. Therefore, the increase in Gd_2O_3 significantly affects the density of the glass composition and the increase in radiation shielding parameters. In this study, the effects of Gd_2O_3 addition on the radiation shielding properties of borate-tellurite glasses were investigated for the $50B_2O_3$–$20TeO_2$–15BaO–$10HfO_2$–xGd_2O_3 (x = 0, 2.5, 5, 7.5 and 10 mol%) glass system developed within the scope of this study. For this investigation, the Phy-X/PSD code was used and calculations were performed between 100 keV and 10 meV. The calculated parameters are Linear Attenuation Coefficient (LAC), Mass Attenuation Coefficient (MAC), Half Value Layer (HVL), Tenth Value Layer (TVL), and Mean Free Path (MFP). The density of the resulting glass composition increased from 4.265 g/cm³ to 4.996 g/cm³ with increasing Gd_2O_3 doping, and this increase positively contributed to the calculated radiation shielding parameters. Increasing Gd_2O_3 doping plays a more significant role in the absorption of low and medium-energy photons, but radiation absorption weakens at high energies due to the dominance of Compton scattering. According to the results obtained across the entire energy range studied, Gd_2O_3 doping is effective in improving the radiation shielding capacity of borate-tellurite glasses, and the studied glass system can be used as an effective material against radiation.

Key Words: Borate-tellurite glass, Gd_2O_3, radiation shielding, Phy-X/PSD

INTRODUCTION

Today, oxide-based glasses are among the most preferred materials due to the ease with which their chemical composition can be modified and the resulting changeable and regulated effect on the structural network of the glass (Krane, 1991). Because they allow different geometries to coexist within the same network in bond configurations, they enable controlled modification of numerous physical parameters such as density, molar volume, optical band gap, refractive index, thermal stability, and radiation absorption capacity (Knoll, 2010).

B_2O_3, found in borate glasses, is an effective glass former due to its low melting point, high glass-forming tendency, and ability to adapt to different coordination states (Wu and Wang, 2024). The interconversion of BO_3 trigonal and BO_4 tetrahedral units is effective in the structural arrangement (Singh et al., 2002). TeO_2-based glasses, which are also part of the glass composition, generally possess properties such as high polarizability, high density, high refractive index, and a wide infrared transmittance range (Kaur and Khanna, 2014). Since network modifiers and intermediate oxides are known to affect the local structure, BaO has the ability to alter the bonding state and ionic environment of the network in borate glass systems (Saudi et al., 2021). Another component, HfO_2, can influence the structural and physical properties in oxide glass formation due to its high bond energy, high density, and the strong character of its Hf–O bonds (Clark and Zoitos, 1992) (Varshneya and Mauro, 2019).

Another compound used in modifying glass structures is rare earth oxides (Hlavae, 1983). One of these, Gd_2O_3, is known as a compound that can affect the bulk density of glass and the coordination of glass components due to its high molecular weight and the characteristic ionic properties of Gd^{3+} ions (Saddeek et al., 2010).

In this study, which has an important place in glass systems, a $50B_2O_3$–$20TeO_2$–$15BaO$–$10HfO_2$–xGd_2O_3 glass system was selected, and the effect of Gd_2O_3 concentration on radiation shielding parameters was investigated by including Gd_2O_3 in the glass composition at varying percentages between 0 and 10 mol%. This investigation was carried out in the gamma energy range of 100 keV to 10 meV using the Phy-X/PSD code, which is available online.

2. MATERIAL and METHOD

In this study, where the radiation shielding properties of the glass were theoretically investigated using the Phy-X/PSD code (Şakar et al., 2020), the composition of the glass is $(50-x)B_2O_3$–$20TeO_2$–$15BaO$–$10HfO_2$–xGd_2O_3 (x = 0, 2.5, 5, 7.5 and 10 mol%). As the compound indicated by xGd2O3 in the glass composition was increased, the density of the glass increased from 4.265 $g.cm^{-3}$ to 4.996 $g.cm^{-3}$. Therefore, the radiation shielding properties of the glass were investigated between 100 keV and 10 MeV, and the results are given. The glass composition and densities in this glass study are given in Table 1.

Table 1. The compositions and densities of the glasses

Code	Composition	Density (g/cm^3)
H0	$(50-x)B_2O_3$–$20TeO_2$–$15BaO$–$10HfO_2$	4.265
H1	$(50-x)B_2O_3$–$20TeO_2$–$15BaO$–$10HfO_2$–$2.5d_2O_3$	4.458
H2	$(50-x)B_2O_3$–$20TeO_2$–$15BaO$–$10HfO_2$–$5Gd_2O_3$	4.644
H3	$(50-x)B_2O_3$–$20TeO_2$–$15BaO$–$10HfO_2$–$7.5Gd_2O_3$	4.823
H4	$(50-x)B_2O_3$–$20TeO_2$–$15BaO$–$10HfO_2$–$10Gd_2O_3$	4.996

Phy-X/PSD Calculations

The Phy-X/PSD code (Şakar et al., 2020) is a web-based computational tool used to theoretically evaluate the radiation shielding properties of various materials and composites. By inputting data such as elemental composition, density, and specific energy levels into the software, users can perform theoretical radiation shielding calculations.

3. Results and Discussion

The MAC (Mass Attenuation Coefficient) (Kavun, 2026)values obtained for the developed glass system are given in Table 2. Examination of these MAC values reveals that samples H0, H1, H2, H3, and H4 show an effective change depending on the energy. These glass samples, which have different densities, range from 4.265 $g.cm^{-3}$ to 4.996 $g.cm^{-3}$, and this increase in density has a positive effect on the obtained MAC values. While the MAC values for H0–H4 range between 107.761 and 134.640 $cm^2.g^{-1}$ at 100 keV gamma energy, they decrease to the range of 8.840–9.10^9 $cm^2.g^{-1}$ at 0.5 energy and to approximately 5.76 $cm^2.g^{-1}$ at 1.0 energy. MAC values obtained at gamma energy of 10 MeV were 2.732 for H0, 2.787 for H1, 2.843 for H2, 2.898 for H3, and 2.954 for H4.

Table 3 presents the LAC (Linear Attenuation Coefficient) (Acikgoz et al., 2026)values. Examining the LAC values of the samples, a decrease in LAC values is observed with increasing energy. At 100 keV energy, the values for H0–H4 samples ranged from 459.6 to 672.661 cm^{-1}, respectively; with increasing energy, these values decreased to 37.703–45.507 cm^{-1} at 500 keV, and further decreased to 24.595–28.793 cm^{-1} at 1 MEV. This decrease indicates that the samples have more efficient absorption and that photons pass through the material without being absorbed with increasing energy. When the energy value reached 10 MeV, LAC values of 11.652 cm^{-1} were obtained for H0, 12.426 cm^{-1} for H1, 13.202 cm^{-1} for H2, 13.979 cm^{-1} for H3, and 14.757 cm^{-1} for H4.

When Tables 4, 5, and 6 are examined together, it is seen that the addition of Gd_2O_3 to the (50−x) B_2O_3–20TeO_2–15BaO–10HfO_2–xGd_2O_3 (x = 0, 2.5, 5, 7.5, and 10 mol%) glass system has effective results on radiation shielding parameters. Generally, when the HVL, TVL, and MFP values are examined, it is seen that these values decrease with increasing gamma energy and decrease at the same energy level with increasing Gd_2O_3 content.

When the HVL (Eken et al., 2026)values are examined, the lowest value around 100 keV is 0.001 cm in glasses containing 10% Gd_2O_3, while this value decreases as it rises towards 10 MeV, reaching approximately 0.059 cm. For TVL (Eken et al., 2026), the obtained values start at 0.004–0.005 cm at low energies and reach the highest value of 0.198 cm at 10 MeV.

When the HVL values are examined, the lowest value around 100 keV is 0.001 cm in glasses containing 10% Gd_2O_3, while this value decreases as it rises towards 10 MeV, dropping to around 0.059 cm. In TVL, the obtained values start at 0.004–0.005 cm at low energies and reach the highest value of 0.198 cm at 10 MeV.

Finally, the lowest MFP value (Duman et al., 2025) is 0.002 cm at 100 keV, rising to 0.086 cm around 9–10 MeV with low Gd_2O_3 content. Thus, it has been shown that as photon energy increases, the path photons can travel through the glass increases.

Table 2. The MAC values of the glass samples

Energy	S1	S2	S3	S4	S5
1,50E-01	42,809	45,008	47,207	49,406	51,605
2,00E-01	24,815	25,800	26,786	27,772	28,757
3,00E-01	14,001	14,314	14,626	14,939	15,251
4,00E-01	10,528	10,662	10,797	10,932	11,067
5,00E-01	8,840	8,907	8,974	9,041	9,109
6,00E-01	7,811	7,847	7,883	7,918	7,954
8,00E-01	6,553	6,562	6,572	6,581	6,590
1,00E+00	5,767	5,766	5,765	5,764	5,763
1,50E+00	4,626	4,621	4,615	4,609	4,603
2,00E+00	4,028	4,026	4,024	4,023	4,021
3,00E+00	3,408	3,417	3,426	3,436	3,445
4,00E+00	3,103	3,122	3,141	3,160	3,179
5,00E+00	2,934	2,961	2,988	3,015	3,043
6,00E+00	2,835	2,869	2,904	2,938	2,972
7,00E+00	2,778	2,819	2,859	2,900	2,940
8,00E+00	2,747	2,793	2,839	2,885	2,931
9,00E+00	2,734	2,785	2,836	2,887	2,938
1,00E+01	2,732	2,787	2,843	2,898	2,954

		S1	S2	S3	S4
1,00E-03		478139,926	476312,619	474485,312	472658,005
1,50E-03		199173,940	208281,091	217388,242	226495,393
2,00E-03		123883,713	130470,145	137056,577	143643,009
3,00E-03		48402,290	51013,109	53623,928	56234,748
4,00E-03		23289,747	24600,735	25911,724	27222,712
5,00E-03		25802,681	26561,477	27320,273	28079,069
6,00E-03		23477,017	23959,600	24442,182	24924,765
8,00E-03		11171,194	12077,412	12983,630	13889,848
1,00E-02		7509,040	8111,309	8713,579	9315,848
1,50E-02		3011,372	3220,396	3429,421	3638,446
2,00E-02		1405,254	1502,824	1600,394	1697,963
3,00E-02		482,804	515,792	548,779	581,767
4,00E-02		799,734	814,930	830,125	845,321
5,00E-02		449,703	458,024	466,345	474,666
6,00E-02		280,610	306,877	333,145	359,412
8,00E-02		187,298	199,584	211,870	224,157
1,00E-01		107,761	114,481	121,200	127,920
1,50E-01		42,809	45,008	47,207	49,406

Table 3. The LAC values of the glass samples

Energy	S1	S2	S3	S4	S5
1,00E-01	459,600	510,355	562,855	616,959	672,661
1,50E-01	182,579	200,645	219,229	238,286	257,820
2,00E-01	105,836	115,018	124,394	133,942	143,670
3,00E-01	59,715	63,811	67,924	72,050	76,196
4,00E-01	44,901	47,533	50,142	52,724	55,288
5,00E-01	37,703	39,708	41,677	43,607	45,507
6,00E-01	33,315	34,982	36,607	38,190	39,738
8,00E-01	27,950	29,255	30,519	31,739	32,923
1,00E+00	24,595	25,704	26,773	27,800	28,793
1,50E+00	19,731	20,599	21,432	22,230	22,999
2,00E+00	17,179	17,948	18,689	19,401	20,089
3,00E+00	14,535	15,234	15,913	16,570	17,211
4,00E+00	13,233	13,917	14,586	15,239	15,881
5,00E+00	12,512	13,200	13,877	14,543	15,201
6,00E+00	12,091	12,791	13,484	14,169	14,848
7,00E+00	11,849	12,566	13,278	13,985	14,688
8,00E+00	11,717	12,453	13,186	13,915	14,644
9,00E+00	11,661	12,415	13,170	13,923	14,677
1,00E+01	11,652	12,426	13,202	13,979	14,757

		S1	S2	S3	S4
1,00E-03		##########	##########	##########	##########
1,50E-03		849476,856	928517,106	##########	##########
2,00E-03		528364,037	581635,907	636490,744	692790,232
3,00E-03		206435,766	227416,440	249029,523	271220,188
4,00E-03		99330,771	109670,078	120334,045	131295,140
5,00E-03		110048,434	118411,064	126875,347	135425,349
6,00E-03		100129,478	106811,895	113509,495	120212,141
8,00E-03		47645,142	53841,103	60295,979	66990,738
1,00E-02		32026,056	36160,218	40465,860	44930,335
1,50E-02		12843,500	14356,527	15926,232	17548,225
2,00E-02		5993,410	6699,589	7432,228	8189,276
3,00E-02		2059,160	2299,400	2548,531	2805,861
4,00E-02		3410,867	3632,957	3855,102	4076,981
5,00E-02		1917,981	2041,870	2165,706	2289,314
6,00E-02		1196,800	1368,059	1547,124	1733,445
8,00E-02		798,824	889,745	983,925	1081,107
1,00E-01		459,600	510,355	562,855	616,959
1,50E-01		182,579	200,645	219,229	238,286
2,00E-01		105,836	115,018	124,394	133,942

Table 4. The HVL values of the glass samples

Energy	S1	S2	S3	S4	S5
1,00E-01	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001
1,50E-01	0,004	0,003	0,003	0,003	0,003
2,00E-01	0,007	0,006	0,006	0,005	0,005
3,00E-01	0,012	0,011	0,010	0,010	0,009
4,00E-01	0,015	0,015	0,014	0,013	0,013
5,00E-01	0,018	0,017	0,017	0,016	0,015
6,00E-01	0,021	0,020	0,019	0,018	0,017
8,00E-01	0,025	0,024	0,023	0,022	0,021
1,00E+00	0,028	0,027	0,026	0,025	0,024
1,50E+00	0,035	0,034	0,032	0,031	0,030
2,00E+00	0,040	0,039	0,037	0,036	0,035
3,00E+00	0,048	0,045	0,044	0,042	0,040
4,00E+00	0,052	0,050	0,048	0,045	0,044
5,00E+00	0,055	0,053	0,050	0,048	0,046
6,00E+00	0,057	0,054	0,051	0,049	0,047
7,00E+00	0,058	0,055	0,052	0,050	0,047
8,00E+00	0,059	0,056	0,053	0,050	0,047
9,00E+00	0,059	0,056	0,053	0,050	0,047
1,00E+01	0,059	0,056	0,053	0,050	0,047

		S1	S2	S3	S4
1,00E-03		0,000	0,000	0,000	0,000
1,50E-03		0,000	0,000	0,000	0,000
2,00E-03		0,000	0,000	0,000	0,000
3,00E-03		0,000	0,000	0,000	0,000
4,00E-03		0,000	0,000	0,000	0,000
5,00E-03		0,000	0,000	0,000	0,000
6,00E-03		0,000	0,000	0,000	0,000
8,00E-03		0,000	0,000	0,000	0,000
1,00E-02		0,000	0,000	0,000	0,000
1,50E-02		0,000	0,000	0,000	0,000
2,00E-02		0,000	0,000	0,000	0,000
3,00E-02		0,000	0,000	0,000	0,000
4,00E-02		0,000	0,000	0,000	0,000
5,00E-02		0,000	0,000	0,000	0,000
6,00E-02		0,001	0,001	0,000	0,000
8,00E-02		0,001	0,001	0,001	0,001
1,00E-01		0,002	0,001	0,001	0,001
1,50E-01		0,004	0,003	0,003	0,003
2,00E-01		0,007	0,006	0,006	0,005

Table 5. The TVL values of the glass samples

Energy	S1	S2	S3	S4	S5
1,00E-01	0,005	0,005	0,004	0,004	0,003
1,50E-01	0,013	0,011	0,011	0,010	0,009
2,00E-01	0,022	0,020	0,019	0,017	0,016
3,00E-01	0,039	0,036	0,034	0,032	0,030
4,00E-01	0,051	0,048	0,046	0,044	0,042
5,00E-01	0,061	0,058	0,055	0,053	0,051
6,00E-01	0,069	0,066	0,063	0,060	0,058
8,00E-01	0,082	0,079	0,075	0,073	0,070
1,00E+00	0,094	0,090	0,086	0,083	0,080
1,50E+00	0,117	0,112	0,107	0,104	0,100
2,00E+00	0,134	0,128	0,123	0,119	0,115
3,00E+00	0,158	0,151	0,145	0,139	0,134
4,00E+00	0,174	0,165	0,158	0,151	0,145
5,00E+00	0,184	0,174	0,166	0,158	0,151
6,00E+00	0,190	0,180	0,171	0,163	0,155
7,00E+00	0,194	0,183	0,173	0,165	0,157
8,00E+00	0,197	0,185	0,175	0,165	0,157
9,00E+00	0,197	0,185	0,175	0,165	0,157
1,00E+01	0,198	0,185	0,174	0,165	0,156

Table 6. The MFP values of the glass samples

Energy	S1	S2	S3	S4	S5
1,00E-01	0,002	0,002	0,002	0,002	0,001
1,50E-01	0,005	0,005	0,005	0,004	0,004
2,00E-01	0,009	0,009	0,008	0,007	0,007
3,00E-01	0,017	0,016	0,015	0,014	0,013
4,00E-01	0,022	0,021	0,020	0,019	0,018
5,00E-01	0,027	0,025	0,024	0,023	0,022
6,00E-01	0,030	0,029	0,027	0,026	0,025
8,00E-01	0,036	0,034	0,033	0,032	0,030
1,00E+00	0,041	0,039	0,037	0,036	0,035
1,50E+00	0,051	0,049	0,047	0,045	0,043
2,00E+00	0,058	0,056	0,054	0,052	0,050
3,00E+00	0,069	0,066	0,063	0,060	0,058
4,00E+00	0,076	0,072	0,069	0,066	0,063
5,00E+00	0,080	0,076	0,072	0,069	0,066
6,00E+00	0,083	0,078	0,074	0,071	0,067
7,00E+00	0,084	0,080	0,075	0,072	0,068
8,00E+00	0,085	0,080	0,076	0,072	0,068
9,00E+00	0,086	0,081	0,076	0,072	0,068
1,00E+01	0,086	0,080	0,076	0,072	0,068

		S1	S2	S3	S4
1,00E-03		0,000	0,000	0,000	0,000
1,50E-03		0,000	0,000	0,000	0,000
2,00E-03		0,000	0,000	0,000	0,000
3,00E-03		0,000	0,000	0,000	0,000
4,00E-03		0,000	0,000	0,000	0,000
5,00E-03		0,000	0,000	0,000	0,000
6,00E-03		0,000	0,000	0,000	0,000
8,00E-03		0,000	0,000	0,000	0,000
1,00E-02		0,000	0,000	0,000	0,000
1,50E-02		0,000	0,000	0,000	0,000
2,00E-02		0,000	0,000	0,000	0,000
3,00E-02		0,000	0,000	0,000	0,000
4,00E-02		0,000	0,000	0,000	0,000
5,00E-02		0,001	0,000	0,000	0,000
6,00E-02		0,001	0,001	0,001	0,001
8,00E-02		0,001	0,001	0,001	0,001
1,00E-01		0,002	0,002	0,002	0,002
1,50E-01		0,005	0,005	0,005	0,004
2,00E-01		0,009	0,009	0,008	0,007

REFERENCES

Acikgoz, A., Kavun, Y., Fidan, M., Yorulmaz, N., 2026. Nd_2O_3 tailored B_2O_3–TeO_2–Al_2O_3–Na_2O glasses: Correlating composition with structural, optical, elastic, and gamma shielding behaviors. J. Alloys Compd. 1059, 187113. https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2026.187113

Clark, D.E., Zoitos, B.K., 1992. Corrosion of Glass, Ceramics, and Ceramic Superconductors: Principles, Testing, Characterization, and Applications, Materials science and process technology series. Noyes.

Duman, S., Kavun, Y., Çelikçi, N., Kerli, S., 2025. Additive Manufacturing in Radiation Shielding Design: Production of Ulexite-Doped Polymers with DLP Technology, Structural and Physical Properties. Appl. Radiat. Isot. 112158. https://doi.org/10.1016/J.APRADISO.2025.112158

Eken, S., Kavun, Y., Çelikçi, N., Kerli, S., 2026. Production of bio-based Photopolymer–Colemanite resin composites using 3D DLP printing for advanced radiation protection. Appl. Radiat. Isot. 229, 112380. https://doi.org/10.1016/J.APRADISO.2025.112380

Hlavae, J., 1983. Technology of glass and ceramics. Elsevier Science Pub.,New York, NY, Golden, CO. https://doi.org/10.2172/850486

Kaur, N., Khanna, A., 2014. Structural characterization of borotellurite and alumino-borotellurite glasses. J. Non. Cryst. Solids 404, 116–123. https://doi.org/10.1016/J.JNONCRYSOL.2014.08.002

Kavun, Y., 2026. Effect of NiO Addition on Structural, Mechanical, and Gamma Radiation Shielding Behavior of Boron-Telluride Bioactive Glasses. J. Electron. Mater. 2026 1–21. https://doi.org/10.1007/s11664-026-12724-1

Knoll, G.F., 2010. Radiation Detection and Measurement (4th Edition). John Wiley Sons, Inc.

Krane, K.S., 1991. Introductory nuclear physics. John Wiley & Sons.

Saddeek, Y.B., Yahia, I.S., Aly, K.A., Dobrowolski, W., 2010. Spectroscopic, mechanical and magnetic characterization of some bismuth borate glasses containing gadolinium ions. Solid State Sci. 12, 1426–1434. https://doi.org/10.1016/J.SOLIDSTATESCIENCES.2010.05.023

Şakar, E., Özpolat, Ö.F., Alım, B., Sayyed, M.I., Kurudirek, M., 2020. Phy-X / PSD: Development of a user friendly online software for calculation of parameters relevant to radiation shielding and dosimetry. Radiat. Phys. Chem. 166, 108496. https://doi.org/10.1016/J.RADPHYSCHEM.2019.108496

Saudi, H.A., Issa, S.A.M., Elazaka, A.I., Zakaly, H.M.H., Kilic, G., Tekin, H.O., 2021. Exploration of material characteristics of tantalum borosilicate glasses by experimental, simulation, and theoretical methods. J. Phys. Chem. Solids 159, 110282. https://doi.org/10.1016/J.JPCS.2021.110282

Singh, K., Singh, H., Sharma, V., Nathuram, R., Khanna, A., Kumar, R., Singh Bhatti, S., Singh Sahota, H., 2002. Gamma-ray attenuation coefficients in bismuth borate glasses. Nucl. Instruments Methods Phys. Res. Sect. B Beam Interact. with Mater. Atoms 194, 1–6. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0168-583X(02)00498-6

Varshneya, A.K., Mauro, J.C., 2019. Fundamentals of inorganic glasses. Fundam. Inorg. Glas. 1–735. https://doi.org/10.1016/C2017-0-04281-7

Wu, Y., Wang, Z., 2024. Progress in Ionizing Radiation Shielding Materials. Adv. Eng. Mater. 26, 2400855. https://doi.org/10.1002/ADEM.202400855

Lu_2O_3 KATKILI BORAT-BİZMUT CAMLARIN RADYASYON ZIRHLAMA ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Prof. Dr. Yusuf KAVUN

[1]Kahramanmaras Sütçü Imam University, Dept. of Medical Imaging Techniques, Kahramanmaras,Türkiye, Nuclear Physics, yusufkavun@gmail.com, 0000-0001-9635-4388

Özet

Radyasyon zırhlama özelliğine sahip bileşiklerin yüksek atom numaralı olması radyasyon zırhlama materyali geliştirme çalışmalarında istenen bir durumdur. Bu çalışma kapsamında (55−x) B_2O_3–20Bi_2O_3–15ZnO–5Ta_2O_5–5Nb_2O_5–xLu_2O_3 (x = 0, 2.5, 5, 7.5 ve 10 mol%) bileşimine sahip cam sisteminin radyasyon zırhlama özellikleri incelenmiştir. Cam sistemine katkılanan Lu2O3 bileşiğinin miktarı arttıkça camın yoğunluğu artmakta (5.299'den 6.022 $g.cm^{-3}$) ve bu camın gama ışınlarını soğurma kapasitesini arttırmaktadır. Bu cam sistemine ait radyasyon zırhlama özellikleri Phy-X/PSD kodu ile incelenmiş olup, gama enerjileri 100 keV ile 10 MeV enerji aralığındadır. Phy-X/PSD kodu ile elde edilen zırhlama parametreleri doğrusal zayıflama katsayısı (LAC), kütle zayıflama katsayısı (MAC), yarı değer tabakası (HVL), ondalık değer tabakası (TVL) ve ortalama serbest yol (MFP) parametreleridir. Elde edilen sonuçlara göre Lu_2O_3 katkılı camların radyasyon zırhlamada etkin oldukları sonucu elde edilerek bu cam sisteminin özellikle düşük enerjili radyasyonlu alanlarda kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Lu_2O_3, Radyasyon zırhlama, Phy-X, borat Bizmut camlar

INVESTIGATION OF THE RADIATION SHIELDING PROPERTIES OF Lu_2O_3-DOPED BORATE-BISMUTH GLASSES

Prof. Dr. Yusuf KAVUN

[1]Kahramanmaras Sütçü Imam University, Dept. of Medical Imaging Techniques, Kahramanmaras,Türkiye, Nuclear Physics, yusufkavun@gmail.com, 0000-0001-9635-4388

Abstract

High atomic number is a desirable property in the development of radiation shielding materials because compounds with high atomic numbers exhibit enhanced radiation shielding capabilities. In this study, the radiation shielding properties of a glass system with the composition (55−x)B_2O_3–20Bi_2O_3–15ZnO–5Ta_2O_5–5Nb_2O_5–xLu_2O_3 (x = 0, 2.5, 5, 7.5, and 10 mol%) were investigated. As the amount of Lu_2O_3 incorporated into the glass system increased, the density of the glass increased from 5.299 to 6.022 $g \cdot cm^{-3}$, resulting in an enhanced gamma-ray attenuation capacity. The radiation shielding properties of this glass system were evaluated using the Phy-X/PSD code over the gamma-ray energy range of 100 keV to 10 MeV. The shielding parameters obtained using the Phy-X/PSD code included the linear attenuation coefficient (LAC), mass attenuation coefficient (MAC), half-value layer (HVL), tenth-value layer (TVL), and mean free path (MFP). The results revealed that the Lu_2O_3-doped glasses exhibit effective radiation shielding performance, indicating that this glass system could be particularly suitable for applications in environments exposed to low-energy radiation.

Key Words: Lu_2O_3; Radiation shielding; Phy-X/PSD; Bismuth borate glasses.

1. INTRODUCTION

Due to the increasing need for radiation applications today, ionizing radiation is increasingly used in medical imaging, radiotherapy, nuclear energy, industrial applications, and scientific research (Knoll and Kraner, 1981). Among radiation shielding materials, lead and lead-based materials have been used for many years, particularly due to their high density and high atomic numbers (Knoll and Kraner, 1981). Due to the increasing need for radiation applications today, ionizing radiation is increasingly used in medical imaging, radiotherapy, nuclear energy, industrial applications, and scientific research (Issa et al., 2018). Among radiation shielding materials, lead and lead-based materials have been used for many years, particularly due to their high density and high atomic numbers (Kumar et al., 2019). However, the toxicity of lead and its components prevents its widespread use (Knoll and Kraner, 1981). Therefore, research into substitute materials that can replace lead is rapidly progressing, and glass materials are among the commonly studied materials (Sanaullah et al., 2023). Glass materials stand out due to the ease of their composition and modification (Hanfi et al., 2021). The ease with which their composition can be adjusted allows for the improvement of radiation shielding parameters (Sopapan et al., 2020).

Considering the breadth of their production processes and application areas, borate-based glasses stand out (Duran et al., 2022). B_2O_3 plays a significant role in the formation of the glass network (KILIÇ, 2020). Furthermore, the doping of borate glasses with high atomic number heavy metal oxides positively affects the physical and radiation shielding properties of the glass (Turkbay et al., 2022). Another compound in the glass system examined here, Bi_2O_3, stands out with its high atomic number and high polarization properties (Saddeek et al., 2010). ZnO in the glass contributes to the structural and thermal properties of the glass network (Sayyed, 2016). Compounds such as Ta_2O_5 and Nb_2O_5 contribute to polarization while also increasing the density of the glass (Krane and Lynch, 1989).

Rare earth elements are widely used in radiation shielding materials due to their properties such as high density and high atomic numbers (Tekin et al., 2025). The Lu_2O_3 element within this glass system is particularly noteworthy because of its high atomic number (Z = 71) (Glumglomchit et al., 2018). Furthermore, the addition of Lu_2O_3 to the borate-bismuth glass system can cause changes not only in the density of the glass but also in the structural properties of the glass network, its polarizability, and its interaction with photons (Alsaif et al., 2024). In this glass system, reducing the amount of B_2O_3 in response to increasing the amount of Lu_2O_3 allows the total oxide composition to be kept constant (Alsaif et al., 2024)(Bale and Rahman, 2008). Thus, the effect of Lu_2O_3 addition on the radiation shielding properties of the glass can be evaluated in a more controlled manner (Glumglomchit et al., 2018). Determining the effect of including the high atomic number Lu element in the glass system on density and photon attenuation capacity is particularly important for revealing the potential of such glasses in radiation shielding applications (Glumglomchit et al., 2018).

In this study, the radiation shielding properties of glass systems with the composition $(55-x)B_2O_3–20Bi_2O_3–15ZnO–5Ta_2O_5–5Nb_2O_5–xLu_2O_3$ and x = 0, 2.5, 5, 7.5 and 10 mol% were investigated. The shielding performance of the glasses against photon radiation, investigated with the Phy-x/PSD code (Şakar et al., 2020), was examined in the energy range of 100 keV–10 meV, and basic radiation shielding parameters such as linear attenuation coefficient (LAC), mass attenuation coefficient (MAC), half-value layer (HVL), decimal value layer (TVL) and mean free path (MFP) were determined. In addition, the effect of the change in Lu_2O_3 amount on glass density and photon attenuation capacity was evaluated.

2. MATERIAL and METHOD

In this study, the radiation shielding properties of a borate-bismuth glass system with a composition of $(55-x)B_2O_3–20Bi_2O_3–15ZnO–5Ta_2O_5–5Nb_2O_5–xLu_2O_3$ (x = 0, 2.5, 5, 7.5 and 10 mol%) were theoretically investigated. The effect of five different glass compositions with varying Lu_2O_3 doping levels on radiation

shielding was evaluated by increasing the Lu_2O_3 content in the glass composition while decreasing the B_2O_3 content proportionally. The absorption properties of the glasses against gamma radiation were determined using the Phy-X/PSD program (Şakar et al., 2020). The densities and compositions of designed glasses are given in Table 1.

Table 1. The compositions and densities of the glasses

Code	Composition	Density (g/cm³)
A1	$(55-x)B_2O_3–20Bi_2O_3–15ZnO–5Ta_2O_5–5Nb_2O_5$	5.299
A2	$(55-x)B_2O_3–20Bi_2O_3–15ZnO–5Ta_2O_5–5Nb_2O_5–2.5Lu_2O_3$	5.485
A3	$(55-x)B_2O_3–20Bi_2O_3–15ZnO–5Ta_2O_5–5Nb_2O_5–5Lu_2O_3$	5.668
A4	$(55-x)B_2O_3–20Bi_2O_3–15ZnO–5Ta_2O_5–5Nb_2O_5–7.5Lu_2O_3$	5.846
A5	$(55-x)B_2O_3–20Bi_2O_3–15ZnO–5Ta_2O_5–5Nb_2O_5–10Lu_2O_3$	6.022

Phy-X/PSD Calculations

The Phy-X/PSD code (Şakar et al., 2020), used to calculate the radiation shielding parameters of the glass system developed in this study, is an online calculation and analysis tool used for the theoretical evaluation of the radiation shielding properties of different materials and compositions. This program allows for the calculation of various parameters related to radiation interactions at different photon energies using the chemical compositions and densities of materials. It can be used to compare the shielding performance of different material groups, such as glass, ceramics, concrete, polymers, and composites, which are among the most studied materials today (Knoll and Kraner, 1981). Basic parameters such as the mass attenuation coefficient (MAC) and the linear attenuation coefficient (LAC) can be calculated online based on the material composition and density values entered by the user, depending on the photon energy.

In this study, the Phy-X/PSD code was used to calculate the shielding behavior of the $(55-x)B_2O_3–20Bi_2O_3–15ZnO–5Ta_2O_5–5Nb_2O_5–xLu_2O_3$ (x = 0, 2.5, 5, 7.5 and 10 mol%) glass system against gamma radiation. Calculations were performed in the gamma energy range of 100 keV–10 MeV, and the effect of variation in Lu_2O_3 content on shielding performance was investigated.

3. RESULTS AND DISCUSSION

Table 2 shows the MAC values of the developed CAM system. In all samples examined in the energy range of 100 keV–10 MeV, the mass attenuation coefficient (MAC, cm²/g) decreases significantly as the energy increases. The main reason for this can be explained by the fact that photoelectric absorption is dominant at low energies, while Compton scattering becomes more important at high energies. Initially, at 100 keV, the MAC values of samples A1, A2, A3, A4, and A5 are approximately 145.8; 153.9; 162.8; 171.7 and 180.6 cm²/g, respectively, and it is understood that A5 has the highest attenuation capacity and A1 has the lowest. However, the difference between the samples decreases significantly as the energy increases. For example, when the energy value is 1 MeV, all samples decrease to approximately 6 cm²/g. When the energy value increases to the 5–10 MeV range, the MAC values remain quite close to each other, around 3 cm²/g. Among the samples, A1 generally gives the lowest values at high energies, while A5 has higher MAC values. Accordingly, sample A5 is observed to be the most advantageous sample, especially in attenuating low-energy photons, while A1 has the lowest attenuation performance. Here, the decrease in the difference between the samples when the energy rises above 1 MeV reveals that the effect of sample composition becomes more limited in attenuating high-energy photons.

Table 3 shows the LAC (cm^{-1}) values. This clearly demonstrates that glass is effective in radiation shielding. Examining the LAC values of the samples, it is observed that the values decrease continuously from 100 keV gamma energy down to 10 MeV. Accordingly, the LAC value for sample A1 is 772.552 cm^{-1}, and for sample A5, the LAC value is 1087.794 cm^{-1}. Based on these values, sample A5 is significantly more effective than sample A1 in attenuating low-energy photons. Increasing energy lowers the LAC value. When the energy is increased to 10 MeV, the LAC value for sample A1 is calculated as 15.249 cm^{-1}, for sample A3 as 16.464 cm^{-1}, and for sample A5 as 18.243 cm^{-1}.

Tables 4, 5, and 6 show the HVL, TVL, and MFP values, respectively. When these values are evaluated together, it is revealed that with increasing energy, photons can travel longer distances within the samples, thus making attenuation more difficult. Initially, at 100 keV, HVL was approximately 0.001 cm, TVL approximately 0.002–0.003 cm, and MFP approximately 0.001 cm in all samples, which are very low. However, as the energy value increases to 10 MeV, these values rise to 0.038–0.045 cm for HVL, 0.126–0.151 cm for TVL, and 0.055–0.066 cm for MFP, respectively. This increase may be due to the fact that as energy increases, the probability of photons interacting with the material decreases, and their penetration ability within the material increases. Here, a comparison of the samples reveals that A5 has the lowest HVL, TVL, and MFP values, especially at high energies, indicating that this sample can attenuate photons over a shorter distance and therefore exhibits the best radiation shielding performance. Furthermore, since A1 and A2 have higher HVL, TVL, and MFP values at high energies, it has been observed that photons can travel longer distances in these samples. For example, at 10 MeV, HVL is calculated as 0.045 cm for A1 and 0.038 cm for A5; TVL is 0.151 and 0.126 cm respectively; and MFP is 0.066 and 0.055 cm. The results show that the change in these three parameters in the same direction is consistent with the LAC results: samples with higher LAC values have lower HVL, TVL, and MFP, and these samples demonstrate a stronger photon attenuation capacity. Consequently, the fact that the required shielding thickness increases in all samples as the energy increases clearly demonstrates that high-energy photons have higher penetrating power.

4. CONCLUSION

In this glass system under investigation, MAC, LAC, HVL, TVL, and MFP parameters were calculated to determine the radiation attenuation properties of all glasses in the system analyzed with the Phy-X/PSD code. Examination of the results shows that the MAC and LAC values of the glass samples decreased significantly as the energy increased, which is a positive sign, while the HVL, TVL, and MFP values increased accordingly. This can be explained by the dominance of the photoelectric effect at low energies and the negative impact of energy increase on absorption. Specifically, sample A5, the most effective glass sample, exhibited generally superior photon attenuation performance, showing high MAC and LAC values at low energies and low HVL, TVL, and MFP values at high energies. Another important finding is that the general decrease in differences between samples as the energy increases indicates that the effect of material composition on the interaction mechanisms of high-energy photons is more limited. Based on these results, it can be concluded that this glass system can be effectively used in low-energy radiation fields.

Table 2. The MAC values of the glass samples

Energy	A1	A2	A3	A4	A5
1,00E-01	145,792	153,946	162,843	171,740	180,637
1,50E-01	58,230	60,557	63,541	66,525	69,508
2,00E-01	32,898	33,659	35,020	36,380	37,740
3,00E-01	17,426	17,354	17,800	18,246	18,692
4,00E-01	12,526	12,263	12,463	12,663	12,864
5,00E-01	10,228	9,910	10,016	10,121	10,227
6,00E-01	8,877	8,547	8,608	8,668	8,729
8,00E-01	7,300	6,979	7,001	7,024	7,046
1,00E+00	6,357	6,055	6,063	6,070	6,077
1,50E+00	5,046	4,793	4,791	4,790	4,788
2,00E+00	4,378	4,164	4,166	4,167	4,169
3,00E+00	3,684	3,523	3,536	3,549	3,562
4,00E+00	3,336	3,210	3,233	3,257	3,280
5,00E+00	3,139	3,038	3,070	3,102	3,134
6,00E+00	3,021	2,939	2,979	3,018	3,058
7,00E+00	2,951	2,884	2,930	2,976	3,022
8,00E+00	2,909	2,854	2,906	2,958	3,010
9,00E+00	2,887	2,843	2,900	2,958	3,015
1,00E+01	2,878	2,842	2,905	2,967	3,029

Table 3. The LAC values of the glass samples

Energy	A1	A2	A3	A4	A5
1,00E-01	772,552	844,392	922,992	1003,990	1087,794
1,50E-01	308,562	332,156	360,150	388,903	418,579
2,00E-01	174,324	184,622	198,491	212,676	227,269
3,00E-01	92,339	95,185	100,890	106,666	112,564
4,00E-01	66,376	67,262	70,641	74,030	77,465
5,00E-01	54,196	54,356	56,768	59,168	61,585
6,00E-01	47,039	46,878	48,788	50,676	52,568
8,00E-01	38,683	38,280	39,684	41,061	42,433
1,00E+00	33,685	33,214	34,363	35,485	36,597
1,50E+00	26,738	26,289	27,157	28,000	28,833
2,00E+00	23,198	22,838	23,610	24,363	25,107
3,00E+00	19,520	19,325	20,043	20,749	21,452
4,00E+00	17,676	17,607	18,327	19,039	19,752
5,00E+00	16,631	16,663	17,401	18,135	18,874
6,00E+00	16,009	16,122	16,884	17,646	18,415
7,00E+00	15,635	15,816	16,606	17,398	18,200
8,00E+00	15,413	15,655	16,473	17,295	18,129
9,00E+00	15,298	15,592	16,438	17,290	18,156
1,00E+01	15,249	15,590	16,464	17,345	18,243

Table 4. The HVL values of the glass samples

Energy	A1	A2	A3	A4	A5
1,00E-01	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
1,50E-01	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
2,00E-01	0,004	0,004	0,003	0,003	0,003
3,00E-01	0,008	0,007	0,007	0,006	0,006
4,00E-01	0,010	0,010	0,010	0,009	0,009
5,00E-01	0,013	0,013	0,012	0,012	0,011
6,00E-01	0,015	0,015	0,014	0,014	0,013
8,00E-01	0,018	0,018	0,017	0,017	0,016
1,00E+00	0,021	0,021	0,020	0,020	0,019
1,50E+00	0,026	0,026	0,026	0,025	0,024
2,00E+00	0,030	0,030	0,029	0,028	0,028
3,00E+00	0,036	0,036	0,035	0,033	0,032
4,00E+00	0,039	0,039	0,038	0,036	0,035
5,00E+00	0,042	0,042	0,040	0,038	0,037
6,00E+00	0,043	0,043	0,041	0,039	0,038
7,00E+00	0,044	0,044	0,042	0,040	0,038
8,00E+00	0,045	0,044	0,042	0,040	0,038
9,00E+00	0,045	0,044	0,042	0,040	0,038
1,00E+01	0,045	0,044	0,042	0,040	0,038

Table 5. The TVL values of the glass samples

Energy	A1	A2	A3	A4	A5
1,00E-01	0,003	0,003	0,002	0,002	0,002
1,50E-01	0,007	0,007	0,006	0,006	0,006
2,00E-01	0,013	0,012	0,012	0,011	0,010
3,00E-01	0,025	0,024	0,023	0,022	0,020
4,00E-01	0,035	0,034	0,033	0,031	0,030
5,00E-01	0,042	0,042	0,041	0,039	0,037
6,00E-01	0,049	0,049	0,047	0,045	0,044
8,00E-01	0,060	0,060	0,058	0,056	0,054
1,00E+00	0,068	0,069	0,067	0,065	0,063
1,50E+00	0,086	0,088	0,085	0,082	0,080
2,00E+00	0,099	0,101	0,098	0,095	0,092
3,00E+00	0,118	0,119	0,115	0,111	0,107
4,00E+00	0,130	0,131	0,126	0,121	0,117
5,00E+00	0,138	0,138	0,132	0,127	0,122
6,00E+00	0,144	0,143	0,136	0,130	0,125
7,00E+00	0,147	0,146	0,139	0,132	0,127
8,00E+00	0,149	0,147	0,140	0,133	0,127
9,00E+00	0,151	0,148	0,140	0,133	0,127
1,00E+01	0,151	0,148	0,140	0,133	0,126

Table 6. The MFP values of the glass samples

Energy	**A1**	**A2**	**A3**	**A4**	**A5**
1,00E-01	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
1,50E-01	0,003	0,003	0,003	0,003	0,002
2,00E-01	0,006	0,005	0,005	0,005	0,004
3,00E-01	0,011	0,011	0,010	0,009	0,009
4,00E-01	0,015	0,015	0,014	0,014	0,013
5,00E-01	0,018	0,018	0,018	0,017	0,016
6,00E-01	0,021	0,021	0,020	0,020	0,019
8,00E-01	0,026	0,026	0,025	0,024	0,024
1,00E+00	0,030	0,030	0,029	0,028	0,027
1,50E+00	0,037	0,038	0,037	0,036	0,035
2,00E+00	0,043	0,044	0,042	0,041	0,040
3,00E+00	0,051	0,052	0,050	0,048	0,047
4,00E+00	0,057	0,057	0,055	0,053	0,051
5,00E+00	0,060	0,060	0,057	0,055	0,053
6,00E+00	0,062	0,062	0,059	0,057	0,054
7,00E+00	0,064	0,063	0,060	0,057	0,055
8,00E+00	0,065	0,064	0,061	0,058	0,055
9,00E+00	0,065	0,064	0,061	0,058	0,055
1,00E+01	0,066	0,064	0,061	0,058	0,055

REFERENCES

Alsaif, N.A.M., Alfryyan, N., Al-Ghamdi, H., El-Seidy, A.M.A., Abdelghany, A.M., Rammah, Y.S., Abouhaswa, A.S., 2024. Raman Spectroscopy, Physical Parameters and γ-Ray Shielding Competence of Newly Lu3+ Ions Doped Borosilicate Glasses. J. Inorg. Organomet. Polym. Mater. 2024 348 34, 3623–3631. https://doi.org/10.1007/S10904-024-03054-Y

Bale, S., Rahman, S., 2008. Glass structure and transport properties of Li2O containing zinc bismuthate glasses. Opt. Mater. (Amst). https://doi.org/10.1016/j.optmat.2008.05.007

Duran, S.U., Alver, Ü., Mucogllava, B., Demirköz, B., Özkalayci, F., 2022. RADIATION SHIELDING PROPERTIES OF 5% HDPE/BORON COMPOSITES. RAD Conf. Proc. 6, 43–48. https://doi.org/10.21175/RADPROC.2022.08

Glumglomchit, P., Rajagukguk, J., Kaewkhao, J., Kirdsiri, K., 2018. A Novel Radiation Shielding Material for Gamma-Ray: The Development of Lutetium Lithium Borate Glasses. Key Eng. Mater. 766, 246–251. https://doi.org/10.4028/WWW.SCIENTIFIC.NET/KEM.766.246

Hanfi, M.Y., Sayyed, M.I., Lacomme, E., Akkurt, I., Mahmoud, K.A., 2021. The influence of MgO on the radiation protection and mechanical properties of tellurite glasses. Nucl. Eng. Technol. 53, 2000–2010. https://doi.org/10.1016/J.NET.2020.12.012

Issa, S.A.M., Kumar, A., Sayyed, M.I., Dong, M.G., Elmahroug, Y., 2018. Mechanical and gamma-ray shielding properties of TeO2-ZnO-NiO glasses. Mater. Chem. Phys. 212, 12–20. https://doi.org/10.1016/J.MATCHEMPHYS.2018.01.058

KILIÇ, G., 2020. Synthesis and Optical, Thermal, Structural Investigation of Zinc-Borate Glasses Containing V2O5. Adıyaman Üniversitesi Fen Bilim. Derg. 10, 307–325. https://doi.org/10.37094/ADYUJSCI.678938

Knoll, G.F., Kraner, H.W., 1981. Radiation Detection and Measurement. Proc. IEEE. https://doi.org/10.1109/PROC.1981.12016

Krane, K.S., Lynch, W.G., 1989. Introductory Nuclear Physics . Phys. Today. https://doi.org/10.1063/1.2810884

Kumar, A., Ali, A.M., Sayyed, M.I., Aşkın, A., Rashad, M., Algarni, H., 2019. Structural, optical, and gamma-ray-sensing characterization of (35 − x) PbO–10 MgO–10Na2O–5 Fe2O3–10 BaO–(30 − x) B2O3 glasses. Appl. Phys. A Mater. Sci. Process. 125, 1–9. https://doi.org/10.1007/S00339-019-2810-7/FIGURES/10

Saddeek, Y.B., Yahia, I.S., Aly, K.A., Dobrowolski, W., 2010. Spectroscopic, mechanical and magnetic characterization of some bismuth borate glasses containing gadolinium ions. Solid State Sci. 12, 1426–1434. https://doi.org/10.1016/J.SOLIDSTATESCIENCES.2010.05.023

Şakar, E., Özpolat, Ö.F., Alım, B., Sayyed, M.I., Kurudirek, M., 2020. Phy-X / PSD: Development of a user friendly online software for calculation of parameters relevant to radiation shielding and dosimetry. Radiat. Phys. Chem. 166, 108496. https://doi.org/10.1016/J.RADPHYSCHEM.2019.108496

Sanaullah, Dinar, F., Khadija, Khattak, S.A., Shoib, M., Ullah, I., Rooh, G., Wabaidur, S.M., Islam, M.A., Zulfiqar, S., Khan, G., Khan, T., 2023. Comparative simulations study of radiations shielding properties of 69P2O5-10Gd2O3/10GdF3-10BaO-10ZnO-1Er2O3glasses. Radiochim. Acta 111, 203–209. https://doi.org/10.1515/RACT-2022-0087/MACHINEREADABLECITATION/RIS

Sayyed, M.I., 2016. Bismuth modified shielding properties of zinc boro-tellurite glasses. J. Alloys Compd. 688,

111–117. https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2016.07.153

Sopapan, P., Laopaiboon, J., Jaiboon, O., Yenchai, C., Laopaiboon, R., 2020. Feasibility study of recycled CRT glass on elastic and radiation shielding properties used as x-ray and gamma-ray shielding materials. Prog. Nucl. Energy 119, 103149. https://doi.org/10.1016/J.PNUCENE.2019.103149

Tekin, H.O., Yayla, N., Albayrak, M.G., Güler, Ö., Baykal, D. Sen, Alkarrani, H., ALMisned, G., 2025. Enhanced radiation shielding via incorporating europium oxide in 316L stainless steel: Synthesis, physical, microstructural, shielding, and mechanical properties. J. Mater. Res. Technol. 34, 184–194. https://doi.org/10.1016/J.JMRT.2024.12.054

Turkbay, T., Bongono, J., Alix, T., Laratte, B., Elevli, B., 2022. Prior knowledge of the data on the production capacity of boron facilities in Turkey. Clean. Eng. Technol. 10, 100539. https://doi.org/10.1016/J.CLET.2022.100539

KAMU POLİTİKASI BAĞLAMINDA TÜRKİYE'DE SU YÖNETİMİ: ULUSAL SU PLANI (2026–2035) ÜZERİNE BİR İNCELEME

Doç. Dr. Cem ANGIN

ORCID: 0000-0002-2813-5586

E-Posta: angin52@gmail.com

Ordu Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Siyaset Bilimi ve Kamu Yönetimi Bölümü, Yönetim Bilimleri Anabilim Dalı, Ordu, Türkiye

Özet

Bu çalışma, Türkiye'de su yönetimine ilişkin kamu politikası tasarımını, 11063 sayılı Cumhurbaşkanı Kararı ile onaylanarak 2026 yılında yürürlüğe giren Ulusal Su Planı (2026–2035) üzerinden incelemektedir. Çalışma, Plan'ı betimlemekle yetinmeyip politika araçları kuramı çerçevesinde çözümlemeyi ve Plan'ın yönetimden yönetişime geçiş iddiasını araç düzeyinde sınamayı amaçlamaktadır. Nitel araştırma deseni benimsenmiş; Plan'ın tam metni ve ilgili mevzuat doküman analizine tabi tutulmuş, Plan'daki 141 eylem yönlendirilmiş içerik analiziyle politika aracı türü, koordinasyon sorumluluğu, uygulama süresi ve gösterge niteliği bakımından kodlanmıştır. Bulgular, araç karmasının ağırlıklı olarak bilgi (%44,7) ve örgütlenme (%31,9) araçlarına dayandığını, otorite araçlarının %15,6, mali araçların ise %7,8 düzeyinde kaldığını göstermektedir. Eylemlerin %72,3'ü on yılın tamamına yayılmış, göstergelerin %91,5'i sayım veya tamamlanma beyanı niteliğinde tanımlanmıştır. Koordinasyon sorumluluğunun üçte ikisi Tarım ve Orman Bakanlığı birimlerinde toplanmakta; su kurulları mevzuatı ise kararların yürürlüğünü Cumhurbaşkanı onayına bağlamakta, devlet dışı aktörlere danışma düzeyinde yer vermektedir. Çalışma, Plan'ın bütünleşik su yönetimi yaklaşımını kamu kurumları arasındaki koordinasyon düzeyinde kurumsallaştırdığı, ancak yönetişim paradigmasının öngördüğü çok aktörlü karar alma ve bağlayıcı hesap verebilirlik mekanizmalarını sınırlı ölçüde içerdiği sonucuna ulaşmaktadır. Ayrıca Türkiye'de müstakil bir Su Kanunu'nun bulunmaması, mali araçların yetersizliği ve sonuç göstergelerinin zayıflığının, Plan'ın etkili biçimde uygulanması açısından önemli riskler oluşturduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Su Kaynakları Yönetimi, Kamu Politikası, Politika Araçları, Ulusal Su Planı

WATER MANAGEMENT IN TÜRKİYE IN THE CONTEXT OF PUBLIC POLICY: AN EXAMINATION OF THE NATIONAL WATER PLAN (2026–2035)

Assoc. Prof. Dr. Cem ANGIN

ORCID: 0000-0002-2813-5586

E-Mail: angin52@gmail.com

Ordu University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Political Science and Public Administration, Department of Administrative Sciences, Ordu, Türkiye

Abstract

This study examines public policy design for water management in Türkiye through the National Water Plan (2026–2035), which entered into force in 2026 following its approval by Presidential Decision No. 11063. Rather than merely describing the Plan, the research analyses it within the framework of policy instruments theory and tests, at the level of instruments, the Plan's claim of a shift from management to governance. A qualitative research design was adopted: the full text of the Plan and the related legislation were subjected to document analysis, and the Plan's 141 actions were coded through directed content analysis according to instrument type, coordination responsibility, implementation period and indicator quality. The findings show that the instrument mix relies predominantly on information-based (44.7%) and organisation-based (31.9%) instruments, while authority-based instruments account for 15.6% and treasure-based instruments for only 7.8%. Of the actions, 72.3% span the entire decade, and 91.5% of the indicators are defined as output counts or completion statements. Two thirds of coordination responsibility is concentrated in units of the Ministry of Agriculture and Forestry, while the legislation on water councils makes the entry into force of council decisions conditional on presidential approval and confines non-state actors to a consultative role. The study concludes that the Plan institutionalises integrated water management at the level of inter-agency coordination but incorporates only to a limited extent the multi-actor decision-making and binding accountability mechanisms envisaged by the governance paradigm. Furthermore, it was found that the absence of a standalone Water Law in Türkiye, the inadequacy of financial instruments, and the weakness of outcome indicators pose significant risks to the effective implementation of the Plan.

Keywords: Water Resources Management, Public Policy, Policy Instruments, National Water Plan

KUŞKUDAN GEREKÇELİ YARGIYA ELEŞTİREL DÜŞÜNME KILAVUZU

Dr. Öğr. Üyesi, Sermin ASIL

Amasya Üniversitesi, İletişim Çalışmaları, sermin.asil@amasya.edu.tr, ORCID: 0000-0002-3450-5416

Özet

Üretken yapay zekânın eğitim, öğrenme ve bilgi üretimi süreçlerinde yaygınlaşması, eleştirel düşünmenin yalnızca üretilen içeriğin doğruluğunu denetleyen bir beceri olarak değil kullanım kararından nihai yargıya uzanan daha geniş bir değerlendirme süreci olarak ele alınmasını gerekli kılmaktadır. Bu araştırmanın amacı, güncel kurumsal belgelerde yapay zekâ kullanımına ilişkin eleştirel değerlendirme gerekliliklerinin ve kullanıcıdan beklenen davranışların nasıl yapılandırıldığını incelemek ve ortaklaşan gerekliliklerden uygulamaya dönük kısa bir değerlendirme kılavuzu geliştirmektir. Araştırma, nitel doküman incelemesine dayalı karşılaştırmalı bir çalışmadır. UNESCO, OECD-Avrupa Birliği, Avrupa Komisyonu, Millî Eğitim Bakanlığı ve Yükseköğretim Kurulu tarafından 2024-2026 yılları arasında yayımlanan altı kurumsal belge incelenmiştir. Verilerin çözümlenmesinde Çerçeve Analizi kullanılmıştır. Belgelerde eleştirel değerlendirme talep eden anlam birimleri karşılaştırmalı matrisler aracılığıyla analiz edilmiştir. Analiz sonucunda dört ortak davranışsal bileşen ortaya çıkmıştır. Bunlar; yapay zekâ kullanımının ve ileri sürülen iddianın sorgulanması, çıktının doğrulanabilir bir dayanağa bağlanması, eksik ve dışarıda bırakılan unsurların görünür kılınması ve insan yargısı ile sorumluluğunun korunmasıdır. Yansıtma ve öz düzenleme ise bağımsız bir içerik alanından çok bu bileşenlerin yeni bilgi ve koşullar doğrultusunda yeniden işletilmesini sağlayan yinelemeli bir süreç özelliği olarak ortaya çıkmıştır. Belgelerin hedef kitleleri ve kurumsal işlevleri farklılaşmasına rağmen öğrenci yetkinliği, öğretmen profesyonelliği, eğitimsel etik yönetişim ve bilimsel araştırma etiği bağlamlarında benzer bir eleştirel değerlendirme çekirdeğinin tekrarlandığı görülmüştür. Bulgular ve ilgili literatürün sentezi sonucunda Fark et, Referanslandır, Eksikliği aç ve Nihai hükmü üstlen aşamalarından oluşan FREN kılavuzu geliştirilmiştir. Çalışma, eleştirel düşünmenin kör kabul ile otomatik ret arasında, kanıt, bağlam ve insan yargısına dayalı gerekçeli bir değerlendirme süreci olarak ele alınması gerektiğini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Eleştirel Düşünme, Üretken Yapay Zekâ, Yapay Zekâ Okuryazarlığı, Doküman Analizi, İnsan Yargısı.

FROM DOUBT TO REASONED JUDGMENT A CRITICAL THINKING GUIDE

Asst. Prof. Dr. Sermin ASIL
Amasya University, Communication Studies, sermin.asil@amasya.edu.tr, ORCID: 0000-0002-3450-5416

Abstract

The growing integration of generative artificial intelligence into education, learning, and knowledge production requires critical thinking to be understood not merely as the ability to verify the accuracy of generated content, but as a broader evaluative process extending from the decision to use AI to the formation of final judgment. This study aims to examine how current institutional documents frame critical evaluation requirements and expected user behaviors in generative AI use and to develop a concise, practice-oriented guide based on their shared requirements. The research was designed as a comparative qualitative document analysis. Six institutional documents published between 2024 and 2026 by UNESCO, the OECD–European Union, the European Commission, the Turkish Ministry of National Education, and the Council of Higher Education were examined. The data were analyzed using Framework Analysis, with meaning units requiring critical evaluation compared through structured matrices. The analysis identified four common behavioral components: questioning the use of AI and the claims it produces, linking outputs to verifiable evidence, making missing or excluded elements visible, and preserving human judgment and responsibility. Reflection and self-regulation emerged not as an independent content category, but as an iterative process through which these components can be revisited in response to new information and changing conditions. Although the documents differed in target groups and institutional functions, a shared core of critical evaluation was evident across student competencies, teacher professionalism, educational ethical governance, and research ethics. Based on the synthesis of these findings and the related literature, the FREN guide was developed around four stages: Fark et (Recognize), Referanslandır (Reference), Eksikliği aç (Expose what is missing), and Nihai hükmü üstlen (Own the final judgment). Rather than proposing generalized distrust of AI, the study conceptualizes critical thinking as a reasoned evaluation process situated between uncritical acceptance and automatic rejection. It argues that AI-supported production may be shared with technological systems, whereas the justification for relying on an output and responsibility for the resulting judgment must remain with the human user.

Keywords: Critical Thinking, Generative Artificial Intelligence, AI Literacy, Document Analysis, Human Judgment

GİRİŞ

Üretken yapay zekâ sistemlerinin eğitim, çalışma ve bilimsel bilgi üretimi süreçlerine giderek daha fazla dâhil olması, eleştirel düşünmenin önemini azaltmaktan çok bu becerinin nerede ve nasıl devreye girmesi gerektiğini değiştirmektedir. Bilgiye erişme, metin oluşturma, özetleme, karşılaştırma ve seçenek üretme gibi bilişsel işlemlerin kısa sürede dış sistemlere devredilebilmesi önemli kolaylıklar sağlamaktadır. Bununla birlikte düşünsel emeğin bir bölümünün yapay zekâya bırakılması, kullanıcının üretilen içeriğin doğruluğunu, dayanaklarını, sınırlarını ve kullanım sonuçlarını değerlendirme sorumluluğunu ortadan kaldırmamaktadır. Bu nedenle üretken yapay zekâ bağlamında eleştirel düşünme, yalnızca yanlış bilgiyi fark etme becerisi olarak değil; yapay zekânın hangi görevde ve hangi gerekçeyle kullanıldığını sorgulama, çıktıyı doğrulanabilir dayanaklarla sınama ve ulaşılan kararı bağımsız biçimde gerekçelendirme kapasitesi olarak ele alınmalıdır.

Güncel araştırmalar, üretken yapay zekâ ile eleştirel düşünme arasındaki ilişkinin tek yönlü olmadığını göstermektedir. Yapay zekâ, uygun görevlerde ve eleştirel gözetim altında kullanıldığında karşılaştırma, çözümleme ve alternatif üretme süreçlerini destekleyebilirken; aşırı dayanma, doğrulama gereksiniminin göz ardı edilmesi ve bilişsel görevlerin denetlenmeden dışarıya devredilmesi eleştirel çabayı zayıflatabilmektedir (Gerlich, 2025; Helal vd., 2025; Lee vd., 2025). Bu nedenle temel mesele yapay zekânın kullanılıp kullanılmamasından çok, kullanım sırasında insanın değerlendirme ve yargı kapasitesini ne ölçüde koruduğudur. Yapay zekâ kullanımında doğrulama ve yansıtıcı yargının eleştirel düşünmenin temel boyutları arasında yer alması da bu gerekliliği desteklemektedir (Lau vd., 2026).

Bununla birlikte mevcut literatürün önemli bir bölümü üretken yapay zekâ ile eleştirel düşünme arasındaki ilişkiyi bireysel kullanıcı düzeyinde incelemektedir. Bilişsel dış kaynak kullanımı, güven, doğrulama ve yansıtıcı yargı gibi süreçler giderek daha görünür hâle gelmiş olsa da eğitim ve bilgi üretimine yön veren kurumsal belgelerin eleştirel düşünmeyi hangi somut davranış ve sorumluluklar üzerinden yapılandırdığı daha az açıktır. Oysa öğrenci ve öğretmen yetkinliklerine ilişkin çerçeveler, eğitimde etik yapay zekâ kullanım rehberleri ve yükseköğretimde bilimsel araştırmaya yönelik düzenlemeler yalnızca genel ilkeler sunmamakta; aynı zamanda kullanıcıdan yapay zekâyı ne zaman sorgulaması, neyi doğrulaması, hangi sınırlılıkları dikkate alması ve hangi kararları kendi sorumluluğunda tutması gerektiğine ilişkin normatif beklentiler üretmektedir. Bu farklı kurumsal bağlamların birlikte incelenmesi, eleştirel düşünmenin soyut bir yeterlikten somut bir kullanım pratiğine nasıl dönüştürüldüğünü görünür kılabilir.

Bu araştırma, söz konusu gereksinimden hareketle UNESCO, OECD ve Avrupa Birliği, Avrupa Komisyonu, Millî Eğitim Bakanlığı ve Yükseköğretim Kurulu tarafından 2024–2026 yılları arasında yayımlanan altı kurumsal belgeyi karşılaştırmalı olarak incelemektedir. Çalışmanın temel amacı, bu belgelerde eleştirel düşünmeye ilişkin hangi değerlendirme gerekliliklerinin ve kullanıcı davranışlarının öne çıktığını belirlemek ve farklı kurumsal bağlamlarda ortaklaşan ve ayrışan yönleri ortaya koymaktır. Çalışmanın ikinci amacı ise analiz sonucunda belirlenen ortak davranışsal gereklilikleri ilgili eleştirel düşünme literatürüyle birlikte yorumlayarak gündelik üretken yapay zekâ kullanımında yararlanılabilecek kısa ve bütünlüklü bir değerlendirme kılavuzuna dönüştürmektir.

Bu yaklaşımda eleştirel düşünmenin amacı yapay zekâya daha fazla ya da daha az güvenilmesini önermek değildir. Daha önemli olan, bir çıktının hangi koşullarda kabul edilebileceğinin, ne zaman ek doğrulama gerektirdiğinin, hangi sınırlılıkların dikkate alınması gerektiğinin ve hangi durumlarda çıktının reddedilmesi ya da kullanımının sınırlandırılması gerektiğinin gerekçelendirilebilmesidir. Çalışma bu nedenle eleştirel düşünmeyi kör kabul ile otomatik ret arasında, kanıt, bağlam ve insan yargısına dayanan gerekçeli bir değerlendirme süreci olarak ele almaktadır.

1. ÜRETKEN YAPAY ZEKÂ KULLANIMINDA ELEŞTİREL DÜŞÜNME

Üretken yapay zekâ yalnızca bilgiye erişimi hızlandıran teknik bir araç değildir. Bilginin üretilmesine, düzenlenmesine, gerekçelendirilmesine ve kullanılmasına aracılık etmesi nedeniyle bilgiyle kurulan ilişkinin de bir parçası hâline gelmektedir. Bu durum, eleştirel düşünme tartışmasını sistemin doğru ya da yanlış yanıt verip vermediği sorusunun ötesine taşımaktadır. Kullanıcının bir iddiayı hangi gerekçeyle kabul ettiği, hangi kaynaklara başvurduğu, alternatif açıklamaları ne ölçüde değerlendirdiği ve yapay zekâ destekli bir çıktıya dayanma kararını nasıl gerekçelendirdiği de eleştirel değerlendirmenin kapsamına girmektedir.

Üretken yapay zekânın akıcı, bütünlüklü ve kendinden emin yanıtlar üretebilmesi bu gerekliliği daha görünür hâle getirmektedir. Sistem gerçekte bilen ve gerekçe sunan bir özne olmasa da ürettiği dilsel biçim, bilginin doğrudan ve tartışmasız biçimde sunulduğu izlenimini yaratabilir. Bu görünüm, kullanıcının kaynak değerlendirme, kanıt arama ve farklı iddiaları karşılaştırma gereksinimini geri plana itebilir. Dahası üretken yapay zekâ sistemleri yalnızca bilgi sunmamakta; belirli söylemleri, akıl yürütme biçimlerini ve bakış açılarını diğerlerinden daha görünür hâle getirebilmektedir. Bu nedenle eleştirel değerlendirme, açık hataların denetlenmesinin yanında yanıtın dayandığı varsayımların, temsil ettiği perspektiflerin ve görünmez kıldığı bilgi alanlarının da sorgulanmasını gerektirmektedir (Jose vd., 2025, ss. 2–4).

Bu kuramsal tartışmanın kullanıcı davranışı düzeyindeki karşılığı, üretken yapay zekâ ile etkileşim sırasında eleştirel düşünmenin hangi işlemler üzerinden gerçekleştiği sorusudur. Güncel çalışmalar eleştirel değerlendirmeyi yalnızca hatalı bir çıktının saptanmasıyla sınırlandırmamakta; doğrulama, sistemin sınırlarını anlama ve yapay zekâya dayanmanın sonuçlarını değerlendirme gibi birbirini tamamlayan süreçler üzerinden ele almaktadır. Lau ve arkadaşları (2026), üretken yapay zekâ kullanımında eleştirel düşünmeyi doğrulama, epistemik motivasyon ve yansıtıcı yargı olmak üzere üç ilişkili boyut üzerinden kavramsallaştırmaktadır. Doğrulama, yapay zekâ tarafından üretilen bilginin kaynağının ve içeriğinin değerlendirilmesini; epistemik motivasyon, sistemin nasıl çalıştığını ve hangi koşullarda başarısız olabileceğini anlamaya yönelik istekliliği; yansıtıcı yargı ise yapay zekâya dayanmanın bireysel, toplumsal ve etik sonuçlarının değerlendirilmesini içermektedir. Altı çalışma üzerinden geliştirilen ölçme aracının ulaştığı bu yapı, eleştirel düşünmenin yalnızca çıktıdaki hatayı saptama becerisinden oluşmadığını göstermektedir (Lau vd., 2026, ss. 2–10).

Bu yaklaşımda doğrulama, üretilen yanıtı başka bir kaynaktan kontrol etmenin ötesinde, kaynağın gerçekten ilgili iddiayı destekleyip desteklemediğini değerlendirmeyi gerektirir. Benzer biçimde sistemin sınırlılıklarını bilmek, ancak bu sınırlılıkların eldeki görev üzerindeki etkileri değerlendirildiğinde eleştirel bir işleve dönüşmektedir. Yansıtıcı yargı ise doğruluğu sınanmış bir çıktının her durumda uygun veya sorumlu biçimde kullanılabileceği varsayımını sorgulamaya açmaktadır. Böylece eleştirel düşünme, çıktının içeriğinden başlayarak kullanım kararına ve bu kararın sonuçlarına kadar uzanan daha geniş bir değerlendirme alanına yerleşmektedir. Bununla birlikte eleştirel düşünmeye ilişkin bir eğilimin veya yeterliğin tanımlanması, bu yeterliğin gerçek kullanım koşullarında davranışa dönüşeceği anlamına gelmemektedir. Kullanıcı doğrulamanın gerekli olduğunu bildiği hâlde zaman baskısı, görev kolaylığı, düşük risk algısı veya sisteme duyulan güven nedeniyle bu davranışı gerçekleştirmeyebilir. Bu durum, eleştirel düşünmenin yalnızca bilgi ve beceri düzeyinde değil, gerektiğinde devreye sokulan bir öz düzenleme pratiği olarak da ele alınmasını gerekli kılmaktadır.

1.1.Bilişsel Dış Kaynak Kullanımı

Üretken yapay zekâ ile eleştirel düşünme arasındaki ilişkinin önemli boyutlarından biri bilişsel dış kaynak kullanımıdır. Hatırlama, karşılaştırma, özetleme, seçenek üretme veya ilk taslağı oluşturma gibi işlemlerin dış bir sisteme devredilmesi zaman kazandırabilir ve kullanıcının daha karmaşık görevlere yönelmesini sağlayabilir. Bununla birlikte aynı devir, kişinin bilgiyi kendi zihinsel işlemleriyle yapılandırma, çelişkileri fark etme, alternatif açıklamalar geliştirme ve bağımsız gerekçe üretme fırsatlarını da azaltabilir. Gerlich'in (2025) bulguları, daha yoğun yapay zekâ kullanımı ve bilişsel dış kaynak kullanımı ile eleştirel düşünme puanları arasındaki negatif

ilişkiye dikkat çekmektedir. Bununla birlikte çalışma korelasyonel ve büyük ölçüde öz bildirime dayalı olduğundan, yapay zekâ kullanımının veya bilişsel dış kaynak kullanımının doğrudan eleştirel düşünmede azalmaya yol açtığı sonucuna varılamaz. Bulgular daha çok, hangi bilişsel işlemlerin dış sistemlere devredildiğinin ve bu devrin kullanıcı tarafından ne ölçüde denetlendiğinin önemine işaret etmektedir (Gerlich, 2025, ss. 10–16).

Eleştirel çabanın üretken yapay zekâ kullanımıyla tamamen ortadan kalkmak yerine biçim değiştirebilmesi de bu noktada önemlidir. Lee ve arkadaşlarının (2025) çalışmasında kullanıcıların eleştirel düşünme çabasının bilgi üretiminden çıktının kalitesini değerlendirme, farklı kaynaklarla karşılaştırma, bağlama uyarlama ve uygulama sonuçlarını gözetme gibi aşamalara kayabildiği görülmektedir. Ancak bu dönüşüm kendiliğinden gerçekleşmemektedir. Çıktının doğrudan kabul edilmesi durumunda üretim aşamasında azalan düşünsel çabanın değerlendirme aşamasında telafi edilmemesi mümkündür (Lee vd., 2025, ss. 8–16). Dolayısıyla eleştirel düşünme açısından yalnızca yapay zekâ kullanılıp kullanılmadığı değil, kullanıcı ile sistem arasında nasıl bir bilişsel iş bölümü kurulduğu da önem taşımaktadır.

1.2.Güven ve Sorumlu Yargı

Üretken yapay zekâya duyulan güven, eleştirel düşünmenin karşıtı olarak değerlendirilmemelidir. Eleştirel düşünme açısından belirleyici olan, güvenin düzeyinden çok hangi kanıta ve hangi koşullara göre kurulduğudur. Yapay zekâya duyulan güven arttıkça algılanan eleştirel düşünme çabasının azalabilmesi, çıktıya dayanma kararının sorgulanmasının önemini göstermektedir. Buna karşılık kullanıcının kendi bilgi ve becerilerine duyduğu güven, üretilen içeriği değerlendirme ve gerektiğinde değiştirme yönündeki eleştirel çabayla ilişkili görünmektedir (Lee vd., 2025, ss. 12–16). Bu nedenle eleştirel kullanım, sisteme yönelik sürekli bir güvensizlik geliştirmekten çok çıktıya dayanma kararını kanıt, bağlam ve görev koşulları üzerinden değerlendirmeyi gerektirmektedir. Bir yanıtın biçimsel olarak tutarlı veya ikna edici görünmesi onu tek başına güvenilir kılmadığı gibi, yapay zekâ tarafından üretilmiş olması da çıktının otomatik olarak reddedilmesini gerektirmez. Eleştirel değerlendirme, kullanıcının çıktının dayanaklarını sınamasını, sistemin sınırlılıklarını dikkate almasını ve elde edilen bilgiyi hangi ölçüde kullanacağına ilişkin kendi yargısını sürdürmesini gerektirir.

Mevcut literatür böylece üretken yapay zekâ kullanımında doğrulama, bilişsel dış kaynak kullanımı, güven, sistem sınırlılıklarının anlaşılması ve yansıtıcı yargı gibi birbirine bağlı süreçleri görünür kılmaktadır. Bununla birlikte bu gerekliliklerin eğitim, yapay zekâ okuryazarlığı, öğretmen yeterlikleri ve bilimsel araştırma etiği gibi farklı kurumsal bağlamlarda hangi somut kullanıcı davranışlarına dönüştürüldüğü açıklığa kavuşturulmaya ihtiyaç duymaktadır. Bu çalışma, söz konusu boşluğu güncel kurumsal belgelerde eleştirel düşünmeye ilişkin davranışsal beklentilerin karşılaştırmalı olarak incelenmesi yoluyla ele almaktadır.

2. YÖNTEM

2.1. Araştırmanın Amacı ve Soruları

Bu araştırmanın amacı, eğitim, yapay zekâ okuryazarlığı ve yükseköğretimde sorumlu üretken yapay zekâ kullanımına yön veren güncel kurumsal belgelerde eleştirel düşünmeye ilişkin değerlendirme gerekliliklerini ve kullanıcı davranışlarını karşılaştırmalı olarak incelemektir. Ayrıca farklı kurumsal bağlamlarda ortaklaşan ve ayrışan gerekliliklerin belirlenmesi ve analiz sonucunda ortaya çıkan ortak davranışların gündelik üretken yapay zekâ kullanımında yararlanılabilecek kısa bir değerlendirme kılavuzuna dönüştürülmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda aşağıdaki araştırma sorularına yanıt aranmıştır:

AS1. Güncel eğitim, yapay zekâ okuryazarlığı ve yükseköğretimde sorumlu üretken yapay zekâ kullanımına yön veren kurumsal belgelerde eleştirel düşünme hangi bilgi, beceri, tutum ve kullanıcı davranışları üzerinden yapılandırılmaktadır?

AS2. Eleştirel düşünmeye ilişkin gereklilikler incelenen belgelerde hangi yönlerden ortaklaşmakta ve farklılaşmaktadır?

AS3. Belgelerde ortaklaşan eleştirel düşünme gereklilikleri, gündelik üretken yapay zekâ kullanımında yararlanılabilecek kısa ve bütünlüklü bir değerlendirme kılavuzuna nasıl dönüştürülebilir?

2.2. Araştırma Deseni

Araştırma, nitel doküman inceleme yöntemine dayalı karşılaştırmalı çerçeve analiziyle yürütülmüştür. Doküman incelemesi, araştırma problemiyle ilişkili yazılı materyallerin sistematik biçimde seçilmesine, incelenmesine ve yorumlanmasına olanak sağlamaktadır (Bowen, 2009, ss. 27–29). Bu çalışmada belgeler birbirine eşdeğer metinler olarak değerlendirilmemiş; farklı kurumların yapay zekâ kullanıcısına yüklediği eleştirel değerlendirme görevleri ve sorumlulukları karşılaştırılmıştır.

Araştırmanın veri kaynağını 2024–2026 yılları arasında yayımlanan altı kurumsal belge oluşturmuştur. Korpus, ilgili dönemde yayımlanmış bütün belgeleri temsil ettiği iddiasıyla değil, araştırmanın amacı doğrultusunda belirlenen ölçütlere dayalı olarak amaçlı biçimde oluşturulmuştur. Belgenin resmî veya uluslararası ölçekte yönlendirici bir kurum tarafından yayımlanmış olması; eğitim, yapay zekâ okuryazarlığı, öğretme ve öğrenme süreçleri ya da yükseköğretimde üretken yapay zekâ kullanımıyla ilişkili olması; eleştirel, sorumlu veya etik kullanıma ilişkin açık ilke ya da davranış beklentileri içermesi; tam metnine erişilebilmesi ve araştırmanın yürütüldüğü dönemde geçerli bir kurumsal belge niteliği taşıması temel seçim ölçütleri olarak kullanılmıştır.

Tablo 1. Araştırma Kapsamında İncelenen Kurumsal Belgeler

Kurum ve belge	Yıl	Belge türü ve hedef kitle
UNESCO – AI Competency Framework for Students	2024	Öğrenci yetkinlik/müfredat çerçevesi
UNESCO – AI Competency Framework for Teachers	2024	Öğretmen mesleki yetkinlik çerçevesi
OECD / European Union – Empowering Learners for the Age of AI	2026	Öğrenci AI okuryazarlığı çerçevesi
European Commission – Updated Guidelines on the Ethical Use of AI and Data in Teaching and Learning for Educators	2026	Öğretmen ve okul yöneticilerine yönelik uygulama/etik rehberi
MEB - Eğitimde Yapay Zekâ Uygulamaları Etik Kılavuzu	2026	Eğitim sistemi kullanıcılarına yönelik etik ve yönetsel kılavuz
YÖK - Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Faaliyetlerinde Üretken Yapay Zekâ Kullanımına Dair Etik Rehber	2024	Akademisyen ve araştırmacılara yönelik araştırma-yayın etiği rehberi

İncelenen belgeler hedef kitleleri ve kurumsal işlevleri bakımından farklılaşmaktadır. UNESCO ile OECD–Avrupa Birliği belgeleri ağırlıklı olarak öğrenci ve öğretmen yetkinliklerine, Avrupa Komisyonu pedagojik uygulamalara, Millî Eğitim Bakanlığı etik yönetişim ve insan denetimine, Yükseköğretim Kurulu ise bilimsel doğruluk ve araştırmacı sorumluluğuna odaklanmaktadır. Bu nedenle karşılaştırma belgelerin bütünü üzerinden değil, benzer eleştirel değerlendirme gerekliliklerinin farklı bağlamlarda nasıl ifade edildiği üzerinden gerçekleştirilmiştir. YÖK rehberi de üretken yapay zekâ çıktılarının doğruluk, taraflılık ve bağlamsal tutarlılığının araştırmacı tarafından değerlendirilmesini ve nihai sorumluluğun araştırmacıda kalmasını öngördüğü için korpusa dâhil edilmiştir. Araştırmanın analiz birimini belgenin bütünü değil; üretken yapay zekânın kullanımının veya çıktısının sorgulanması, doğrulanması, sınırlılıklarının değerlendirilmesi, kullanım kararının gözden geçirilmesi ya da insan sorumluluğunun korunmasına ilişkin açık bir ilke, beklenti veya davranış içeren anlam birimleri oluşturmuştur.

2.3. Verilerin Analizi

Dokümanların çözümlenmesinde çerçeve analizi kullanılmıştır. Ritchie ve Spencer (1994, ss. 173–194) tarafından geliştirilen yaklaşım; veriye aşinalık kazanma, analitik çerçeve oluşturma, veriyi bu çerçeve doğrultusunda dizinleme, karşılaştırmalı matrislere aktarma ve örüntüleri yorumlama aşamalarına dayanmaktadır. Bu yöntem araştırma soruları ve kuramsal duyarlılıkların analize yön vermesine olanak sağlarken veriden türeyen kod ve kategorilerin analitik çerçeveye eklenebilmesini de desteklemektedir. Matris kullanımı ise farklı veri kaynaklarının sistematik biçimde karşılaştırılmasını ve yorumların özgün veri kaynaklarına kadar izlenebilmesini kolaylaştırmaktadır (Gale vd., 2013, ss. 2–5).

Gale ve arkadaşlarının (2013) prosedürü doküman verisine uyarlanmıştır. İncelenen materyaller hâlihazırda yazılı metinlerden oluştuğu için transkripsiyon aşaması uygulanmamış ve analiz altı aşamada yürütülmüştür. İlk aşamada belgeler bütün olarak okunarak kurum, belge türü, hedef kitle, kapsam ve temel işlev bakımından profillenmiştir. İkinci aşamada araştırma sorularıyla ilişkili anlam birimleri açık biçimde kodlanmıştır. Üçüncü aşamada benzer işlev taşıyan kodlar karşılaştırılarak geçici bir analitik çerçeve oluşturulmuştur. Dördüncü aşamada bu çerçeve bütün dokümanlara uygulanmış ve ilk kodlama kararları ikinci okuma sırasında yeniden değerlendirilmiştir. Beşinci aşamada kodlanmış anlam birimleri belge × kategori matrisine aktarılmış ve belgeler arasındaki ortaklıklar ile farklılıklar karşılaştırılmıştır. Son aşamada kategoriler arasındaki ilişkiler yorumlanmış ve ortaya çıkan davranışsal örüntüler ilgili literatürle birlikte değerlendirilmiştir.

Okuma sırasında altı duyarlılaştırıcı alan izlenmiştir: çıktının sorgulanması ve eleştirel değerlendirilmesi; kaynak, kanıt ve doğrulama; yanlılık, belirsizlik ve sınırlılıklar; alternatifler ve bağlam; insan yargısı, denetimi ve sorumluluğu; yansıtma ve öz düzenleme. Bu alanlar sabit kodlama kategorileri olarak değil, başlangıçtaki analitik duyarlılıklar olarak kullanılmıştır (Blumer, 1954, ss. 7–8). Dolayısıyla açık kodlama sırasında veriden türeyen örüntüler doğrultusunda alanların birleştirilmesine veya yeniden yorumlanmasına izin verilmiştir. Açık kodlama ve matrisleme sonucunda yanlılık, belirsizlik ve sınırlılıklara ilişkin kodlarla alternatifler ve bağlama ilişkin kodların büyük ölçüde aynı değerlendirme işlevine yöneldiği görülmüştür. Yansıtma ve öz düzenlemeye ilişkin kodlar ise bağımsız bir değerlendirme nesnesinden çok sorgulama, doğrulama, sınırları değerlendirme ve karar verme süreçlerinin yeniden işletilmesini sağlayan yinelemeli bir özellik olarak değerlendirilmiştir. Bu süreç sonunda dört içerik kategorisinden ve bunları kuşatan yansıtıcı bir süreç özelliğinden oluşan nihai analitik çerçeveye ulaşılmıştır.

Belgelerin farklı dilsel ve kurumsal söylemler kullanabileceği dikkate alınarak kodlama yalnızca anahtar sözcük eşleşmelerine dayandırılmamıştır. Örneğin İngilizce belgelerde *reflection*, *self-regulation* veya *monitoring* biçiminde ifade edilen işlevlerin Türkçe belgelerde "gözden geçirme", "izleme", "denetleme", "kontrol etme" veya "yeniden değerlendirme" kavramlarıyla karşılanabileceği göz önünde bulundurulmuş; kodlama işlevsel ve anlamsal eşdeğerlik temelinde gerçekleştirilmiştir. Analiz tek araştırmacı tarafından yürütüldüğünden kodlayıcılar arası uyum katsayısı hesaplanmamıştır. Analitik sürecin izlenebilirliğini artırmak amacıyla kod ve kategori değişiklikleri kayıt altına alınmış, anlam birimleri ile ait oldukları belge ve sayfa arasındaki bağlantılar korunmuş, analitik karar notları tutulmuş ve geçici çerçevenin oluşturulmasının ardından bütün belgeler ikinci kez incelenmiştir. Ayrıca başlangıçtaki kavramsal beklentilerle uyuşmayan anlam birimleri özellikle aranmış; yapay zekâ kullanımını olumlayan veya genelleştirilmiş güvensizliği sınırlandıran hükümler de analize dâhil edilmiştir. FREN analiz öncesinde bir model veya kodlama şeması olarak kullanılmamış; karşılaştırmalı analiz sonucunda belirlenen ortak eleştirel değerlendirme davranışlarının ilgili literatürle birlikte yorumlanması ve uygulamaya dönük biçimde sadeleştirilmesi sonucunda oluşturulmuştur.

3. BULGULAR

Altı kurumsal belgenin karşılaştırmalı analizi, eleştirel YZ kullanımının tek bir doğruluk kontrolüne veya yapay zekâya genelleştirilmiş bir kuşkuyla yaklaşmaya indirgenmediğini göstermiştir. Araştırmanın birinci sorusuna

ilişkin olarak belgelerde dört ortak davranışsal bileşen belirlenmiştir: YZ kullanımının ve ileri sürülen iddianın sorgulanması, çıktının doğrulanabilir bir dayanağa bağlanması, eksik ve dışarıda bırakılan unsurların görünür kılınması ve insan yargısı ile sorumluluğunun korunması. Yansıtma ve öz düzenleme ise bu bileşenlerden bağımsız bir içerik alanı olarak değil, değerlendirme sürecinin gerektiğinde yeniden işletilmesini sağlayan yinelemeli bir süreç özelliği olarak ortaya çıkmıştır.

Tablo 2. Kurumsal belgelerde ortaklaşan eleştirel değerlendirme bileşenleri

Bileşen	Analitik anlam	Belgelerdeki başlıca karşılıklar
Kullanımın ve iddianın sorgulanması	YZ'nin görevdeki rolünü, gerekliliğini, uygunluğunu ve üretilen iddianın niteliğini değerlendirme	Amaca uygunluk, kullanım gerekçesi, pedagojik uygunluk, YZ kullanmama veya sınırlandırma kararı
Çıktının doğrulanabilir bir dayanağa bağlanması	Çıktıyı kaynak, kanıt veya başka bir doğrulanabilir ölçütle sınama	Doğruluk ve geçerlilik kontrolü, güvenilir kaynak, kaynak–iddia uyumu, hata düzeltme, kabul/revizyon/ret
Eksik ve dışarıda bırakılanın görünür kılınması	Yanlılık, belirsizlik, sınırlılık, eksik bağlam ve temsil edilmeyen bakış açılarını araştırma	Temsiliyet, kültürel/toplumsal yanlılık, veri sınırlılıkları, dışlanan gruplar ve perspektifler
İnsan yargısı ve sorumluluğunun korunması	Kullanım ve karar yetkisinin insanda kalmasını ve nihai kararın gerekçelendirilmesini sağlama	İnsan gözetimi, mesleki özerklik, kabul/ret yetkisi, hesap verebilirlik, nihai sorumluluk
Yansıtma ve öz düzenleme	Dört bileşenin yeni bilgi ve koşullar doğrultusunda yeniden işletilmesini sağlama	İzleme, gözden geçirme, revizyon, yeniden değerlendirme, strateji değiştirme

3.1. Kullanımın ve İddianın Sorgulanması

İncelenen belgelerde eleştirel düşünme, yalnızca bir YZ çıktısı üretildikten sonra başlayan doğrulama işlemi değildir. Değerlendirme daha erken bir aşamada, YZ'nin belirli bir görev için gerekli, uygun ve gerekçelendirilebilir olup olmadığının sorgulanmasıyla başlamaktadır. UNESCO'nun öğrenci çerçevesinde YZ'nin amaca uygunluğu ve kullanım gerekçesi insan merkezli yaklaşımın bir parçası olarak değerlendirilmekte; özellikle yüksek etkili kararlarda insan seçiminin YZ'ye devredilmemesi gerektiği belirtilmektedir (Miao vd., 2024, s. 22). Öğretmen çerçevesinde ise aracın belirli bir ders veya öğrenci grubu için kullanılıp kullanılmaması ve kullanılacaksa neden tercih edildiğinin açıklanabilmesi pedagojik karar sürecinin parçasıdır (Miao & Cukurova, 2024, ss. 20, 31).

OECD–Avrupa Birliği çerçevesi de görevin niteliğinin ve YZ'nin çözüme sağlayacağı katkının kullanım öncesinde değerlendirilmesini öngörmektedir. Kullanıcıdan YZ kullanılan ve kullanılmayan seçenekleri karşılaştırması ve sistem amaçla uyumsuz, güvenilmez veya verimsiz olduğunda kullanımı sınırlandırması ya da terk etmesi beklenmektedir (Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD] & European Union [EU], 2026, ss. 22, 24). Avrupa Komisyonu aracın eğitimsel işlevini ve pedagojik uygunluğunu (European Commission, 2026, ss. 22–23), MEB kullanımın açık ve kanıta dayalı bir eğitsel faydaya dayanmasını (Millî Eğitim Bakanlığı [MEB], 2026, ss. 9, 12), YÖK ise hız ve kolaylık sağlamanın tek başına etik bir kullanım gerekçesi oluşturmadığını ve araştırmacının özgün katkısının korunması gerektiğini vurgulamaktadır (Yükseköğretim Kurulu [YÖK], 2024, s. 5). Böylece eleştirel değerlendirme, çıktının doğruluğundan önce YZ'nin neden ve hangi işlevle kullanıldığına yönelmektedir.

3.2. Çıktının Doğrulanabilir Dayanağa Bağlanması

İkinci bulgu, YZ çıktısının akıcı veya ikna edici görünümünün kendi başına bir kabul gerekçesi sayılmamasıdır. OECD-Avrupa Birliği çerçevesinde kullanıcıdan bilgi kaynaklarını sorgulaması, çıktının doğruluk ve ilgililiğini değerlendirmesi ve değerlendirme sonucunda çıktıyı kabul, düzeltme veya reddetme kararını gerekçelendirmesi beklenmektedir (OECD & EU, 2026, ss. 21, 29). Avrupa Komisyonu da öğretmenin YZ tarafından üretilen içeriği kullanmadan önce inceleyebilmesini, hatalı veya uygunsuz önerileri fark edebilmesini ve sistem önerilerini profesyonel yargısıyla doğrulayabilmesini insan gözetiminin bir göstergesi olarak ele almaktadır (European Commission, 2026, s. 23).

MEB, yanlış veya yanıltıcı çıktı riskinin açıkça ele alınmasını; özellikle kritik kullanım alanlarında sistemlerin temel doğruluk testlerinden geçirilmesini, performanslarının izlenmesini ve riskli çıktıların insan denetiminde düzeltilmesini istemektedir (MEB, 2026, ss. 10–11). YÖK rehberinde ise ÜYZ çıktılarının bilimsel geçerlilik açısından sınanması, atıfta bulunulan kaynakların varlığının ve uygunluğunun kontrol edilmesi, olgusal veya yorumsal hataların giderilmesi ve içeriğin araştırmacı tarafından onaylanması gerektiği belirtilmektedir (YÖK, 2024, ss. 5–6, 19). Belgelerdeki ortaklık bu nedenle yalnızca “kaynak istemek” değil, çıktı ile onu destekleyen dayanak arasında denetlenebilir bir ilişki kurmak biçiminde ortaya çıkmaktadır.

3.3. Eksik ve Dışarıda Bırakılanın Görünür Kılınması

Üçüncü bulgu, eleştirel değerlendirmenin yalnızca açık yanlışlıkları belirlemekle sınırlı olmadığını göstermektedir. OECD–Avrupa Birliği çerçevesinde kullanıcının hangi bakış açılarının öne çıkarıldığını veya sınırlandırıldığını, YZ kullanımından kimlerin yarar sağlayıp kimlerin dezavantajlı duruma düşebileceğini ve sistemin toplumsal etkilerini değerlendirmesi beklenmektedir (OECD & EU, 2026, s. 23). UNESCO’nun öğrenci çerçevesinde bağlama uygunluk, ayrımcılık ve toplumsal veya kültürel yanlılıklar değerlendirme konusu yapılırken (Miao vd., 2024, s. 23), öğretmen çerçevesinde algoritmik yanlılıklar, farklı öğrenci gruplarının kapsanması ve sosyal-kültürel çoğulculuğun korunması vurgulanmaktadır (Miao & Cukurova, 2024, ss. 29, 39).

Avrupa Komisyonu farklı dillerin, kültürel bağlamların, cinsiyetlerin ve yeteneklerin yeterince temsil edilip edilmediğinin sorgulanmasını (European Commission, 2026, s. 24); MEB veri ve sistem sonuçlarının farklı öğrenci grupları bakımından izlenmesini (MEB, 2026, s. 9); YÖK ise ÜYZ çıktılarının tarafsızlığının kullanılan verilerin niteliği, güncelliği ve temsiliyetiyle sınırlı olabileceğinin dikkate alınmasını öngörmektedir (YÖK, 2024, s. 6). Dolayısıyla belgelerde eleştirel değerlendirme, yalnızca verilen bilginin doğruluğuna değil, çıktıda görünmeyen bilgi, bağlam ve bakış açılarına da yönelmektedir.

3.4. İnsan Yargısı ve Sorumluluğunun Korunması

İncelenen altı belgede farklı kavramlarla karşılaşılan dördüncü bileşen, insan yargısı ve sorumluluğunun korunmasıdır. UNESCO’nun öğrenci çerçevesinde insan hesap verebilirliği ve yüksek etkili kararlarda insan seçiminin korunması öne çıkarken (Miao vd., 2024, ss. 22, 37–38), öğretmen çerçevesi pedagojik kararların ve öğrencilerin bağımsız düşünme süreçlerinin YZ tarafından ikame edilmemesini vurgulamaktadır (Miao & Cukurova, 2024, s. 33). Avrupa Komisyonu insan gözetimini öğretmenin YZ önerilerini inceleyebilmesi, değiştirebilmesi ve gerektiğinde müdahale edebilmesi üzerinden somutlaştırmaktadır (European Commission, 2026, ss. 23, 30).

MEB nihai sorumluluğu açık biçimde insana yüklemekte; yüksek etkili kararların yetkili bir insan tarafından incelenmesini ve onaylanmasını, öğretmenin YZ önerileri üzerinde değişiklik yapabilmesini ve kararlara karşı itiraz mekanizmalarının bulunmasını öngörmektedir (MEB, 2026, ss. 11, 32). YÖK ise ÜYZ'nin bilimsel sürecin yürütülmesi veya gözetiminde sorumlu tutulamayacağını, üretilen metinlerin, sonuçların ve argümanların nihai sorumluluğunun araştırmacıya ait olduğunu belirtmektedir (YÖK, 2024, ss. 5–6, 19). Bu ortaklık, YZ'nin karar

süreçlerine katkı sunabilmesine karşın çıktıya dayanma kararının gerekçesi ve sonuçlarının sorumluluğunun insana ait olduğunu göstermektedir.

Yansıtma ve öz düzenlemeye ilişkin ifadeler bu dört bileşene beşinci bir içerik alanı eklememektedir. OECD–Avrupa Birliği çerçevesinde sonuçların izlenmesi ve stratejinin değiştirilmesi, UNESCO öğretmen çerçevesinde tasarım–uygulama–yansıtma–yeniden tasarlama döngüsü, MEB ve YÖK belgelerinde ise izleme, düzeltme ve eleştirel gözden geçirme benzer bir işlev görmektedir (OECD & EU, 2026, ss. 22, 24; Miao & Cukurova, 2024, ss. 20, 31; MEB, 2026, s. 11; YÖK, 2024, s. 19). Bu nedenle yansıtma ve öz düzenleme, dört bileşenin yeni bilgi veya koşullar doğrultusunda yeniden işletilmesini sağlayan yinelemeli bir süreç özelliği olarak değerlendirilmiştir.

Araştırmanın ikinci sorusu bakımından karşılaştırma, dört ortak bileşenin bütün belgelerde aynı kavramsal dille ifade edilmediğini göstermiştir. Farklılaşma esas olarak hedef kitle ve belgenin kurumsal işlevi üzerinden ortaya çıkmaktadır.

Tablo 3. Eleştirel değerlendirme gerekliliklerinin kurumsal bağlamlara göre farklılaşması

Kurumsal bağlam	İncelenen belgeler	Eleştirel düşünmenin ifade biçimi	Kullanıcıdan beklenen rol
Öğrenci yetkinliği	UNESCO Öğrenci Çerçevesi, OECD–AB	İnsan faillliği, eleştirel düşünme, yansıtma, sorumlu kullanım	Uygunluğu sorgulama, kaynakları sınama, farklı perspektifleri değerlendirme, bilinçli seçim yapma
Öğretmen profesyonelliği	UNESCO Öğretmen Çerçevesi, Avrupa Komisyonu	Pedagojik uygunluk, profesyonel yargı, insan gözetimi	Aracı seçme, çıktıyı değerlendirme, öğrenci kullanımını yönlendirme, gerektiğinde müdahale etme
Eğitimsel etik yönetişim	MEB	Güvenilirlik, etik kullanım, denetim, hesap verebilirlik	Sistemleri sınama ve izleme, riskli çıktıları düzeltme, insan onayını koruma
Bilimsel araştırma etiği	YÖK	Bilimsel doğruluk, akademik titizlik, özgün katkı, araştırmacı sorumluluğu	Kaynak ve doğruluğu denetleme, taraflılığı değerlendirme, özgün katkıyı ve nihai sorumluluğu koruma

Bu karşılaştırma, ortak eleştirel değerlendirme çekirdeğinin belge türüne göre farklı bir kurumsal dile dönüştüğünü göstermektedir. Öğrenci belgelerinde eleştirel düşünme öğrenilebilir bir yetkinlik ve bilinçli seçim kapasitesi olarak yapılandırılırken, öğretmen belgelerinde profesyonel ve pedagojik yargı öne çıkmaktadır. MEB aynı gereklilikleri etik yönetişim ve insan denetimi üzerinden, YÖK ise bilimsel doğruluk, araştırmacının özgün katkısı ve akademik sorumluluk üzerinden ifade etmektedir. Dolayısıyla farklılaşma, dört temel bileşenin varlığından çok bu bileşenlerin hangi aktör ve sorumluluk alanları üzerinden ifade edildiğinde ortaya çıkmaktadır.

Aykırı veya başlangıçtaki kavramsal beklentilerle uyuşmayan ifadelerin incelenmesi de belgelerin YZ'ye yönelik genelleştirilmiş bir güvensizliği norm olarak önermediğini göstermiştir. Avrupa Komisyonu YZ'nin eğitimde bütünüyle reddedilmesini yanlış bir varsayım olarak ele alırken, OECD–Avrupa Birliği ve MEB belgeleri kullanımın göreve, amaca ve sağlanan katkıya göre değerlendirilmesini öngörmektedir (European Commission, 2026, s. 10; OECD & EU, 2026, ss. 22, 24; MEB, 2026, s. 12). Analizde bu nedenle "algoritmik kuşkuculuk" adıyla doğrudan bir tema belirlenmemiş; kör kabul ile otomatik ret arasında koşullu bir değerlendirme mantığı ortaya çıkmıştır. Bu örüntü araştırmacının yorumlayıcı sentezi olarak "kuşku başlangıçtır, hüküm değildir" biçiminde ifade edilmiştir.

Araştırmanın üçüncü sorusuna ilişkin olarak, analizde belirlenen dört davranışsal bileşenin birbirini tamamlayan bir değerlendirme dizisine dönüştürülebildiği görülmüştür. İlk bileşen YZ'nin görevdeki rolü ve kullanım gerekçesine, ikincisi çıktının dayanağına, üçüncüsü görünmeyen sınırlılık ve perspektiflere, dördüncüsü ise kullanıcının nihai karar ve sorumluluğuna yönelmektedir. Bu dört bileşenin ilgili eleştirel düşünme literatürüyle birlikte yorumlanması sonucunda Fark et, Referanslandır, Eksikliği aç, Nihai hükmü üstlen kelimelerinin baş harflerinden oluşan FREN kılavuzu oluşturulmuştur.

Tablo 4. FREN eleştirel değerlendirme kılavuzu

Aşama	**İşlev**	**Kontrol sorusu**
Fark et	YZ'nin rolünü, iddiasını ve kullanımının uygunluğunu belirleme	YZ burada ne yapıyor ne iddia ediyor ve bu görevde kullanılması uygun mu?
Referanslandır	Çıktıyı kaynağa, kanıta veya doğrulanabilir bir ölçüte bağlama	Bu çıktı neye dayanıyor ve nasıl doğrulanabilir?
Eksikliği aç	Yanlılık, belirsizlik, sınırlılık, eksik bağlam ve dışarıda bırakılan bakış açılarını arama	Hangi bilgi, bağlam veya bakış açısı dışarıda kalmış?
Nihai hükmü üstlen	Kabul, ret veya kullanım kararını gerekçelendirme ve sorumluluğu insanda tutma	Bu çıktıyı neden kabul ediyor veya reddediyorum ve kararın sorumluluğu kimde?

Burada referanslandır aşaması yalnızca bibliyografik kaynak göstermeyi değil, çıktının kaynağa, kanıta veya başka bir doğrulanabilir ölçüte bağlanmasını ifade etmektedir. Yansıtma ve öz düzenleme ise bağımsız bir beşinci aşama değil, dört aşamanın yeni bilgi veya koşullar doğrultusunda yeniden işletilmesini sağlayan süreç özelliğidir. Bu nedenle FREN doğrusal ve tek kullanımlık bir kontrol listesi olarak değil, gerektiğinde önceki değerlendirmelere dönülebilen yinelemeli bir yapı olarak ele alınmıştır. FREN'in analitik olarak ayırt edici yönü, değerlendirmeyi yalnızca çıktı sonrası doğruluk kontrolüyle sınırlandırmamasıdır. Süreç YZ'nin görevdeki rolünün ve kullanım gerekçesinin sorgulanmasıyla başlamakta; çıktı kaynak, kanıt ve sınırlılıklar bakımından değerlendirildikten sonra kabul, ret veya kullanım kararının insan tarafından gerekçelendirilmesiyle tamamlanmaktadır. Kılavuz bu nedenle yapay zekâdan daha iyi yanıt üretmeye yönelik bir istem tekniği değil, analizde belirlenen eleştirel değerlendirme gerekliliklerinin uygulamaya dönük bir sentezidir.

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu araştırma, üretken yapay zekâ kullanımında eleştirel düşünmenin yalnızca üretilen bilginin doğruluğunu denetlemeye indirgenemeyeceğini göstermektedir. Altı kurumsal belgenin karşılaştırmalı analizi sonucunda eleştirel değerlendirme; yapay zekânın belirli bir görevde kullanımının gerekçelendirilmesi, çıktının doğrulanabilir bir dayanağa bağlanması, eksik ve dışarıda bırakılan unsurların sorgulanması ve nihai yargı ile sorumluluğun insanda tutulması olmak üzere dört tamamlayıcı bileşen üzerinden yapılandırılmıştır. Bu gerekliliklerin öğrenci yetkinlikleri, öğretmen profesyonelliği, eğitimsel yönetişim ve araştırma etiği gibi farklı bağlamlarda tekrar etmesi, eleştirel yapay zekâ kullanımına ilişkin ortak bir davranışsal çekirdeğe işaret etmektedir (Miao vd., 2024; Miao & Cukurova, 2024; Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD] & European Union [EU], 2026; European Commission, 2026; Millî Eğitim Bakanlığı [MEB], 2026; Yükseköğretim Kurulu [YÖK], 2024).

Bu bulgunun ilk önemli sonucu, eleştirel değerlendirmenin çıktı üretildikten sonra değil, kullanım kararı verilirken başlamasıdır. Yapay zekânın hangi bilişsel işlevi üstlendiği, bu işlevin neden devredildiği ve söz konusu devrin görev açısından uygun olup olmadığı da değerlendirme konusu olmalıdır. Bilişsel dış kaynak kullanımı zaman ve zihinsel çaba kazandırabilse de bilginin yapılandırılması, çelişkilerin fark edilmesi ve bağımsız gerekçe üretme fırsatlarını azaltabilir. Gerlich'in (2025) bulguları bu ilişkiye dikkat çekmekle birlikte korelasyonel niteliktedir; dolayısıyla bilişsel görevlerin yapay zekâya devredilmesinin kendiliğinden eleştirel düşünmeyi

zayıflattığı sonucuna varılamaz. Daha anlamlı soru, hangi işlemlerin hangi koşullarda devredildiği ve bu devrin kullanıcı tarafından ne ölçüde denetlendiğidir**.**

İkinci olarak, analiz doğrulamanın gerekli olmakla birlikte tek başına yeterli olmadığını göstermektedir. Kaynağın varlığını kontrol etmek kadar, ilgili iddiayı gerçekten destekleyip desteklemediğini, güncelliğini, güvenilirliğini ve bağlama uygunluğunu değerlendirmek de gerekmektedir. Üretken yapay zekâ kullanımında eleştirel çabanın bilgi üretiminden doğrulama, bütünleştirme ve görev gözetimine doğru yer değiştirebildiğine ilişkin bulgular bu sonucu desteklemektedir (Lee vd., 2025). Lau ve arkadaşlarının (2026) doğrulama ve yansıtıcı yargıyı eleştirel yapay zekâ kullanımının temel boyutları arasında göstermesi de çıktıya dayanma kararının yalnızca sistemin sunduğu yanıt üzerinden verilemeyeceğine işaret etmektedir.

Bununla birlikte eleştirel değerlendirme yalnızca verilen bilginin sınanmasını değil, verilmeyen bilginin araştırılmasını da gerektirmektedir. Bir çıktı açık biçimde yanlış olmayabilir; buna rağmen belirsizlikleri örtebilir, belirli perspektifleri öne çıkarabilir veya bazı toplumsal ve kültürel deneyimleri görünmez bırakabilir. Jose ve arkadaşlarının (2025, ss. 1–4) üretken yapay zekânın öğrenme ortamlarında epistemik otorite ilişkilerini etkileyebileceğine ilişkin tartışması bu noktada önemlidir. İncelenen belgelerde yanlılık, temsiliyet, veri sınırlılıkları, kültürel çoğulluk ve farklı gruplar üzerindeki etkilerin eleştirel kullanımın parçası olarak ele alınması da doğruluğun tek başına yeterli bir değerlendirme ölçütü olmadığını göstermektedir (Miao vd., 2024; Miao & Cukurova, 2024; OECD & EU, 2026; European Commission, 2026; MEB, 2026; YÖK, 2024).

Dördüncü bileşen olan insan yargısı ve sorumluluğunun korunması ise çalışmanın uygulamaya dönük çıkarımı açısından özellikle önem taşımaktadır. İncelenen belgelerde bu gereklilik öğrenci bağlamında insan faillliği ve bilinçli seçim, öğretmen bağlamında pedagojik özerklik ve mesleki yargı, kurumsal rehberlerde insan denetimi ve hesap verebilirlik, araştırma etiğinde ise araştırmacının akademik sorumluluğu üzerinden ifade edilmektedir (Miao vd., 2024; Miao & Cukurova, 2024; European Commission, 2026; MEB, 2026; YÖK, 2024). Ortak ilke, üretim ile hüküm arasındaki ayrımdır: Yapay zekâ seçenek üretebilir, bilişsel işlemleri destekleyebilir veya karar hazırlığına katkıda bulunabilir; ancak bir çıktıya dayanma kararının gerekçesi ve bu kararın sonuçlarına ilişkin sorumluluk insana aittir.

Bu sonuçlar, eleştirel yapay zekâ kullanımını güven ve güvensizlik arasındaki basit bir karşıtlıkla açıklamanın yetersiz olduğunu da göstermektedir. Yapay zekâya duyulan güven arttıkça algılanan eleştirel çabanın azalabilmesi önemli bir uyarı olmakla birlikte, bundan sistematik güvensizliğin tercih edilmesi gerektiği sonucu çıkmamaktadır (Lee vd., 2025). Üretken yapay zekânın eleştirel düşünmeyle ilişkisinin görev türü, kullanım biçimi, metabilişsel destek ve yapay zekâ okuryazarlığı gibi koşullara göre değişebilmesi de tek yönlü bir kabul veya ret yaklaşımını yetersiz kılmaktadır (Helal vd., 2025). Nitekim incelenen kurumsal belgeler de yapay zekânın bütünüyle reddedilmesini değil, kullanımın bağlama, amaca, kanıta ve insan gözetimine göre değerlendirilmesini öngörmektedir (OECD & EU, 2026; European Commission, 2026; MEB, 2026). Bu bağlamda çalışmanın yorumlayıcı sentezi olan “kuşku başlangıçtır, hüküm değildir” önermesi, eleştirel düşünmenin konumunu açıklamaktadır. Kuşku, akıcı ve kendinden emin bir çıktının otomatik kabulünü kesintiye uğratabilir. Ancak eleştirel yargının kendisi değildir. Eleştirel değerlendirme, bu ilk duraklamanın kanıt, bağlam, eksiklikler ve alternatifler üzerinden işlenmesini ve sonunda kullanıcının kendi kararını gerekçelendirmesini gerektirir. Bu nedenle çalışmanın önerdiği yaklaşım genelleştirilmiş bir güvensizlikten çok, kanıta ve koşullara göre gerekçelendirilen bir güven anlayışına yakındır.

Yansıtma ve öz düzenlemenin bağımsız bir beşinci bileşen olarak ortaya çıkmaması da bu değerlendirme mantığıyla uyumludur. İncelenen belgelerde yansıtma; önceki kararın gözden geçirilmesi, stratejinin değiştirilmesi, yeni kanıt karşısında doğrulamaya geri dönülmesi veya yapay zekâ kullanımının yeniden değerlendirilmesi biçimlerinde görünmektedir (Miao & Cukurova, 2024; OECD & EU, 2026). Bu nedenle

eleştirel değerlendirme tek seferlik ve doğrusal bir kontrol sürecinden çok, yeni bilgi ve koşullara göre yeniden işletilebilen yinelemeli bir yargılama süreci olarak değerlendirilebilir.

Bu analitik örüntülerden hareketle geliştirilen FREN kılavuzu, **F**ark et, **R**eferanslandır, **E**ksikliği aç ve **N**ihai hükmü üstlen aşamalarından oluşmaktadır. FREN'in katkısı yeni bir doğruluk testi önermesinde değil, farklı kurumsal belgelerde dağınık biçimde ifade edilen eleştirel kullanım gerekliliklerini kısa ve uygulanabilir bir düşünme düzeni içinde bir araya getirmesinde aranmalıdır. Kılavuz, değerlendirmeyi yalnızca çıktı sonrası doğrulamayla sınırlandırmayarak kullanım kararını da sorgulamaya açmakta ve süreci insanın nihai hükmünü gerekçelendirmesiyle tamamlamaktadır. Bu nedenle FREN, daha iyi istem yazmaya yönelik bir teknikten ziyade, üretken yapay zekâ kullanımı sırasında hangi değerlendirme sorularının gözden kaçırılmaması gerektiğini hatırlatan kavramsal ve uygulamaya dönük bir çerçeve olarak konumlandırılmalıdır.

Bu katkının sınırları da açıktır. Araştırma, amaçlı ölçütlerle seçilmiş altı kurumsal ve normatif belgeyle sınırlıdır; bu nedenle bulgular bütün eğitim politikalarını veya bütün üretken yapay zekâ kullanım bağlamlarını temsil etmemektedir. Ayrıca belgelerde önerilen ilkelerin kullanıcıların gerçek davranışlarına ne ölçüde yansıdığı bu araştırmada incelenmemiştir. FREN'in eleştirel düşünmeyi geliştirdiği, hatalı kabulleri azalttığı veya karar kalitesini yükselttiği de test edilmemiştir. Dolayısıyla FREN, ampirik olarak doğrulanmış bir ölçek veya etkisi kanıtlanmış bir eğitim müdahalesi değil, doküman analizi ve ilgili literatürün sentezinden geliştirilen bir kılavuz önerisidir. Gelecek araştırmalar FREN'in farklı yaş grupları, eğitim düzeyleri, görev türleri ve risk koşullarında nasıl kullanıldığını inceleyebilir; özellikle kaynak–iddia uyumunu değerlendirme, belirsizlikleri fark etme, alternatif bakış açılarını arama ve nihai kararı bağımsız biçimde gerekçelendirme üzerindeki etkilerini sınayabilir.

Sonuç olarak üretken yapay zekâ çağında temel mesele insanın bütün bilişsel işlemleri tek başına yürütmesi değildir. Daha önemli olan, hangi işlemlerin yapay zekâya devredilebileceği ile hangi yargıların devredilemeyeceğinin ayırt edilebilmesidir. Bu çalışma, eleştirel düşünmenin doğrulamayla sınırlı olmayan; kullanım kararından başlayıp nihai yargı sorumluluğuna uzanan bir süreç olarak ele alınması gerektiğini ortaya koymaktadır. FREN de bu süreci gündelik kullanıma aktarmaya yönelik kısa bir kılavuz olarak önerilmektedir. Üretim yapay zekâyla paylaşılabilir; ancak bir çıktıya dayanmanın gerekçesi ve bu kararın sorumluluğu insana aittir.

KAYNAKLAR

Blumer, H. (1954). What is wrong with social theory? *American Sociological Review, 19*(1), 3–10. https://doi.org/10.2307/2088165

Bowen, G. A. (2009). Document analysis as a qualitative research method. *Qualitative Research Journal, 9*(2), 27–40. https://doi.org/10.3316/QRJ0902027

European Commission. (2026). *Updated guidelines on the ethical use of artificial intelligence and data in teaching and learning for educators* (Rev. ed.). Publications Office of the European Union. https://doi.org/10.2766/7967834

Gale, N. K., Heath, G., Cameron, E., Rashid, S., & Redwood, S. (2013). Using the framework method for the analysis of qualitative data in multi-disciplinary health research. *BMC Medical Research Methodology, 13*, Article 117. https://doi.org/10.1186/1471-2288-13-117

Gerlich, M. (2025). AI tools in society: Impacts on cognitive offloading and the future of critical thinking. *Societies, 15*(1), Article 6. https://doi.org/10.3390/soc15010006

Helal, M. Y. I., Elgendy, I. A., Albashrawi, M. A., Dwivedi, Y. K., Al-Ahmadi, M. S., & Jeon, I. (2025). The impact of generative AI on critical thinking skills: A systematic review, conceptual framework and future research directions. *Information Discovery and Delivery*. Advance online publication. https://doi.org/10.1108/IDD-05-2025-0125

Jose, B., Cleetus, A., Joseph, B., Joseph, L., Jose, B., & John, A. K. (2025). Epistemic authority and generative AI in learning spaces: Rethinking knowledge in the algorithmic age. *Frontiers in Education, 10*, Article 1647687. https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1647687

Lau, G. R., Low, W. Y., Tay, L., Guevarra, Y. A., Gašević, D., & Hartanto, A. (2026). Understanding critical thinking in generative artificial intelligence use: Development, validation, and correlates of the critical thinking in AI use scale. *Computers in Human Behavior Reports, 22*, Article 101103. https://doi.org/10.1016/j.chbr.2026.101103

Lee, H.-P. (Hank), Sarkar, A., Tankelevitch, L., Drosos, I., Rintel, S., Banks, R., & Wilson, N. (2025). The impact of generative AI on critical thinking: Self-reported reductions in cognitive effort and confidence effects from a survey of knowledge workers. In *Proceedings of the 2025 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (Article 1121, pp. 1–22). Association for Computing Machinery. https://doi.org/10.1145/3706598.3713778

Miao, F., & Cukurova, M. (2024). *AI competency framework for teachers*. UNESCO. https://doi.org/10.54675/ZJTE2084

Miao, F., Shiohira, K., & Lao, N. (2024). *AI competency framework for students*. UNESCO. https://doi.org/10.54675/JKJB9835

Millî Eğitim Bakanlığı. (2026). *Eğitimde yapay zekâ uygulamaları etik kılavuzu*. https://ttkb.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2026_01/09152326_egitimdeyapayzekauygulamalari_etik_kilavuzu.pdf

Organisation for Economic Co-operation and Development, & European Union. (2026). *Empowering learners for the age of AI: An AI literacy framework for primary and secondary education*. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/65cd27d4-en

Ritchie, J., & Spencer, L. (1994). Qualitative data analysis for applied policy research. In A. Bryman & R. G. Burgess (Eds.), *Analyzing qualitative data* (pp. 173–194). Routledge.

Yükseköğretim Kurulu. (2024). *Yükseköğretim kurumları bilimsel araştırma ve yayın faaliyetlerinde üretken yapay zekâ kullanımına dair etik rehber*. https://www.yok.gov.tr/Sayfalar/Haberler/2024/yuksekogretim-kurumlari-bilimsel-arastirma-ve-yayin-faaliyetlerinde-uretken-yapay-zeka-kullanimina-dair-etik-rehber.aspx

VERGİNİN ENFLASYON ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Hasan Yasin GENÇ

Karabük Üniversitesi, Yönetim Bilişim Sistemleri Yüksek Lisans, hsnysngnc@gmail.com, ORCID numarası: 0009-0002-6092-6764

Özet

Bu çalışmanın amacı, vergi yapısının enflasyonist beklentiler üzerindeki etkisini, dolaylı ve dolaysız vergilerin fiyat düzeyi, toplam talep, üretim maliyetleri ve ekonomik beklentiler üzerindeki yansımaları çerçevesinde incelemektir. Çalışmada özellikle katma değer vergisi (KDV) ve özel tüketim vergisi (ÖTV) gibi dolaylı vergilerin tüketici ve üretici enflasyon beklentilerinin oluşumundaki rolü ele alınmıştır. Bu kapsamda, vergi politikaları ile enflasyon arasındaki ilişkiye yönelik ulusal ve uluslararası literatür incelenmiş; farklı ülke örneklerinden elde edilen bulgular karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Literatür incelemesinden elde edilen bulgular, dolaylı vergilerde meydana gelen artışların mal ve hizmet fiyatlarına doğrudan veya maliyet kanalıyla yansıyarak tüketici fiyatları üzerinde yukarı yönlü baskı oluşturabildiğini göstermektedir. Bununla birlikte, üretim maliyetlerindeki artışların nihai fiyatlara aktarılması, üretici fiyatları ve buna bağlı enflasyon beklentileri üzerinde de etkili olabilmektedir. Dolaysız vergilerin ise ağırlıklı olarak harcanabilir gelir ve toplam talep kanalı üzerinden daha dolaylı etkiler meydana getirdiği görülmektedir. Sonuç olarak, vergi yapısının bileşimi ve vergilerin ekonomik birimler üzerindeki aktarım mekanizmaları, enflasyonist beklentilerin şekillenmesinde önemli bir unsur olarak değerlendirilmektedir. Bu doğrultuda, fiyat istikrarının sağlanmasına yönelik vergi politikalarının kamu gelirleri ile enflasyonla mücadele hedefleri arasındaki dengeyi gözetmesi önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Dolaylı Vergiler, Enflasyon, Tüketici Fiyat Endeksi, Üretici Fiyat Endeksi, Vergi Politikası

THE EFFECTS OF TAXATION ON INFLATION

Hasan Yasin GENÇ

Karabük University, Master's Program in Management Information Systems, hsnysngnc@gmail.com, ORCID: 0009-0002-6092-6764

Abstract

The aim of this study is to examine the impact of the tax structure on inflationary expectations within the framework of how indirect and direct taxes affect price levels, aggregate demand, production costs, and economic expectations. The study specifically addresses the role of indirect taxes such as Value Added Tax (VAT) and Special Consumption Tax (SCT) in the formation of consumer and producer inflation expectations. In this context, the national and international literature regarding the relationship between tax policies and inflation was reviewed, and findings from various countries were comparatively evaluated. The literature review indicates that increases in indirect taxes can exert upward pressure on consumer prices by being reflected in the prices of goods and services, either directly or through cost channels. Furthermore, the pass-through of increased production costs to final prices can also influence producer prices and associated inflation expectations. Conversely, direct taxes appear to exert effects primarily through channels involving disposable income and aggregate demand. Consequently, the composition of the tax structure and the transmission mechanisms of taxes across economic agents are considered significant factors in shaping inflationary expectations. Accordingly, it is crucial that tax policies aimed at ensuring price stability strike a balance between generating public revenue and achieving inflation-control objectives.

Key Words: Indirect Taxes, Inflation, Consumer Price Index, Producer Price Index, Tax Policy

GİRİŞ

Enflasyon, ülkelerin ekonomik istikrarını etkileyen en temel makroekonomik sorunlardan biridir. Enflasyon oranlarının yüksek olması, satın alma gücünü düşürerek tüketici refahını olumsuz etkilerken, yatırım ve üretim süreçlerini de sekteye uğratır. Enflasyonun çeşitli nedenleri arasında maliyet enflasyonu ve talep enflasyonu gibi faktörler yer alırken, vergi politikaları da enflasyonun önemli bir belirleyicisi olarak öne çıkmaktadır. Bu bağlamda, vergi türleri ve vergi yapısının enflasyon üzerindeki etkilerinin anlaşılması, ekonomik politikaların daha etkin bir şekilde yönetilmesine katkıda bulunabilir.

Vergi yapısı, genel olarak dolaylı ve dolaysız vergilerden oluşur. Dolaysız vergiler, gelir ve kurumlar vergisi gibi bireylerin veya şirketlerin gelirleri üzerinden alınan vergiler iken, dolaylı vergiler ise tüketim üzerinden alınan vergileri kapsar. Dolaylı vergiler, özellikle katma değer vergisi (KDV) ve özel tüketim vergisi gibi vergiler, ürün ve hizmet fiyatlarına doğrudan yansıyarak tüketici fiyatları üzerinde doğrudan bir baskı oluşturur. Bu nedenle dolaylı vergiler, tüketici ve üretici enflasyon beklentilerini şekillendirmede önemli bir rol oynar.

Dolaylı vergiler hem tüketici hem de üretici düzeyinde maliyetleri artırarak, fiyat seviyelerinde yükselmeye neden olur. Örneğin, dolaylı vergilerin artırılması, ürünlerin üretim maliyetlerini artırabilir ve bu maliyet artışı nihai ürün fiyatlarına yansıyarak enflasyon oranlarında yükselmeye neden olabilir. Aynı şekilde, tüketiciler üzerindeki dolaylı vergi yükü, harcanabilir gelirlerini sınırlayarak tüketim talebini etkiler. Vergi yapısının enflasyonist beklentiler üzerindeki etkilerini anlamak, bu politikaların enflasyonu nasıl şekillendirdiğini ve ekonomik karar alma süreçlerini nasıl etkilediğini kavramak açısından kritik öneme sahiptir.

Bu makale, vergi yapısının enflasyonist beklentiler üzerindeki etkilerini inceleyerek dolaylı vergilerin tüketici ve üretici enflasyon beklentilerini nasıl şekillendirdiğini ele almaktadır. Çalışma, farklı ülkelerden elde edilen veriler ışığında dolaylı vergilerin enflasyon üzerindeki etkilerini tartışmakta ve bu etkilerin ekonomik istikrar üzerindeki yansımalarını değerlendirmektedir. Bu bağlamda, dolaylı vergilerin yüksek olduğu ekonomilerde enflasyon yönetimi ve ekonomik denge sağlama noktasında alınabilecek önlemler üzerine öneriler sunulmaktadır.

1. LİTERATÜR TARAMASI

1.1. Vergi Politikalarının Enflasyon Üzerindeki Genel Etkileri

Vergi politikalarının enflasyon üzerindeki genel etkileri üzerine yapılan çalışmalar, dolaylı ve dolaysız vergilerin farklı enflasyonist baskılar yarattığını ortaya koymaktadır. Vergi politikaları, fiyat düzeyi ve toplam talep üzerindeki etkileri aracılığıyla enflasyon sürecinde önemli bir rol oynamaktadır. Özellikle dolaylı vergilerde gerçekleştirilen artışlar, üretim ve tüketim maliyetleri üzerinden nihai mal ve hizmet fiyatlarına yansıyabilmekte ve kısa dönemde enflasyonist baskıları artırabilmektedir. Beer, Griffiths ve Klemm (2023), “enflasyonun vergi sistemi üzerinde önemli bozulmalara yol açabileceğini” belirtmektedir. Genel olarak, dolaysız vergiler tüketici harcamalarını azaltırken, dolaylı vergiler ürün fiyatlarını artırarak enflasyon üzerinde doğrudan bir etkiye sahip olurlar.

Dolaysız Vergiler ve Enflasyon

Dolaysız vergilerin enflasyon üzerindeki etkileri genellikle talep üzerinden dolaylı bir şekilde kendini gösterir. Örneğin, gelir ve kurumlar vergisi gibi dolaysız vergiler tüketicilerin harcanabilir gelirlerini azaltarak toplam talepte düşüş yaratır ve bu durum enflasyonist baskıları hafifletebilir. Ancak, dolaysız vergilerin etkisi sadece tüketici fiyat endeksine yansıyan dolaylı etkilerle sınırlıdır. Dolaysız vergiler, gelir ve servet üzerinden doğrudan alınmaları nedeniyle ekonomik aktörlerin harcanabilir gelirleri ve tüketim kararları üzerinde etkili olabilmektedir. Bu yönüyle dolaysız vergilerdeki artışlar, özellikle toplam talebin sınırlandırılması yoluyla enflasyonist baskıların azaltılmasına katkı sağlayabilmektedir. Kamacı ve Kurt (2024), enflasyonist süreçte gelir dağılımı adaletinin sağlanması açısından dolaylı vergilere kıyasla dolaysız vergilere daha fazla ağırlık verilmesi gerektiğini

belirtmektedir. Yapılan çalışmalarda dolaysız vergilerin tüketim fiyatları üzerindeki etkilerinin daha az belirgin olduğunu, ancak yine de enflasyon hesaplamalarında önemli bir rol oynadığını ortaya koymuştur.

Dolaylı Vergiler ve Enflasyon

Dolaylı vergiler, özellikle KDV ve özel tüketim vergileri, doğrudan fiyatlar üzerinde etkili olduğundan enflasyon oranlarını daha hızlı ve doğrudan bir şekilde artırır. Yurttagüler ve Horváth (2022) Türkiye'deki dolaylı vergi uygulamaları üzerine yapılan bir çalışmada, dolaylı vergilerin tüketici fiyat endeksi üzerindeki etkileri incelenmiş ve bu vergilerin fiyatları artırarak maliyet enflasyonuna yol açtığı gözlemlenmiştir. Örneğin, dolaylı vergilerin toplam vergi gelirleri içindeki payının artması, enflasyon oranlarını %2 ile %3 oranında artırabilir. Mammadov (2024), Türkiye üzerine yaptığı çalışmada KDV artışlarının uzun dönemde enflasyonu artırıcı yönde etkili olduğunu ortaya koymuştur. İrteş Gülşen ve Özer (2024) ise dolaylı vergi gelirleri ile enflasyon arasında anlamlı bir ilişki bulunduğunu belirlemiştir. Kanada'da yapılan çalışmalar ise, dolaylı vergilerin mal ve hizmetlerin maliyetini artırarak, enflasyona belirgin bir katkı sağladığını ortaya koymaktadır.

Ülkeler Arası Farklılıklar

Vergi türlerinin etkileri ülkeden ülkeye farklılık gösterebilir. Vietnam'da yapılan çalışmalara göre, dolaysız vergiler ekonomik büyüme üzerinde doğrudan bir etkiye sahipken, dolaylı vergilerin daha fazla enflasyonist etki yarattığı görülmektedir. Dolaylı vergilerin daha yüksek oranlarda uygulandığı Rusya'da ise, bu vergiler enflasyon oranlarını %4 ile %5 oranında artırmakta, dolaysız vergilerin ise daha çok bütçe dengesi üzerindeki etkileri gözlemlenmektedir.

2.2. Dolaylı Vergilerin Fiyatlar Üzerindeki Rolü

Dolaylı vergiler, özellikle KDV ve özel tüketim vergisi gibi tüketim üzerinden alınan vergiler, fiyat seviyeleri üzerinde doğrudan bir etkiye sahip olup enflasyonist baskıların oluşmasına katkıda bulunur. Bu vergilerin artırılması, mal ve hizmetlerin fiyatlarını yükselterek enflasyon oranını artırır. Bu bağlamda yapılan çalışmalar, dolaylı vergilerin enflasyon üzerindeki rolünü ve fiyat artışlarını belirgin bir şekilde ortaya koymaktadır.

KDV'nin Enflasyon Üzerindeki Etkileri

KDV'nin artırılması, genellikle fiyatlara doğrudan yansıyarak tüketici fiyat endeksinde (TÜFE) artışa yol açar. Rusya'da yapılan araştırmalarda KDV oranlarının yükseltilmesi, özellikle küçük ve orta ölçekli işletmelerin maliyetlerini artırarak tüketici fiyatlarında kayda değer artışlara sebep olmuştur. KDV artışının tüketim üzerinde dolaylı etkisi, harcanabilir gelirleri azaltarak tüketici talebini düşürmüştür, bu da enflasyonun artmasına neden olmuştur. Benzer bir etki, 14 gelişmiş ülkeyi kapsayan bir çalışmada da gözlemlenmiştir; KDV oranlarındaki artış, kısa vadede tüketimi azaltmakla birlikte uzun vadede fiyat seviyelerinde kalıcı bir artışa yol açmıştır.

Letonya'da yapılan bir başka çalışmada, KDV artışının mal gruplarına göre farklı düzeylerde fiyat artışlarına yol açtığı bulunmuştur. Örneğin, temel tüketim ürünlerinde KDV oranlarındaki artış, %80 oranında tüketici fiyatlarına yansırken, hizmet sektöründeki fiyat artışları daha sınırlı kalmıştır.

Özel Tüketim Vergisinin Enflasyon Üzerindeki Rolü

Özel tüketim vergileri, özellikle tütün, alkol ve akaryakıt gibi ürünler üzerinde uygulanmakta olup bu ürünlerin fiyatlarını doğrudan artırmaktadır. İngiltere'de özel tüketim vergilerindeki artışların bu ürünlerin perakende fiyatlarını artırarak enflasyonist baskılara katkıda bulunduğunu yapılan çalışmalarda ortaya konmuştur. Ayrıca, Güney Afrika'da yapılan çalışmalarda da özel tüketim vergisinin artmasının özellikle düşük gelirli haneler üzerinde daha yoğun bir enflasyonist etki yarattığı ve ekonomik büyümeyi sınırladığı belirlenmiştir.

2.3. Dolaysız Vergilerin Enflasyona Dolaylı Etkileri

Dolaysız vergiler, yani gelir ve kurumlar vergisi gibi vergiler, enflasyon üzerinde dolaylı yollardan etkiler yaratabilir. Bu etkiler genellikle talep üzerinden gerçekleşir; dolaysız vergiler arttığında, tüketicilerin harcanabilir gelirleri azalır, dolayısıyla talep düşer ve bu durum enflasyonist baskıları hafifletebilir. Bununla birlikte, kurumlar vergisindeki artışlar şirketlerin maliyetlerini etkileyerek fiyatlara yansıyan dolaylı enflasyonist baskılar yaratabilir.

Gelir Vergisi ve Enflasyon

Gelir vergilerinin artırılması, bireylerin harcanabilir gelirlerini düşürdüğü için toplam talepte bir azalmaya neden olur ve böylece enflasyon üzerindeki baskıları azaltabilir. Perkins (1992), gelir vergilerinde yapılan indirimlerin harcanabilir geliri artırarak toplam talebi yükselttiğini ve buna bağlı olarak fiyat seviyelerinde artışa yol açabildiğini belirtmektedir. Bu bulgu, gelir vergilerinin toplam talep üzerindeki etkisi aracılığıyla enflasyonist süreçler üzerinde dolaylı bir rol oynayabileceğine işaret etmektedir.

Cloyne ve diğerleri (2023) ise, kişisel gelir vergilerinin artışının geniş bir sektörde fiyatları düşürdüğünü, ancak kurumlar vergisi artışlarının doğrudan bir enflasyonist baskı oluşturduğunu ortaya koymuştur. Özellikle kişisel gelir vergisi artışı, enflasyon beklentilerini düşürerek enflasyonu kontrol altında tutmaya yardımcı olur.

Kurumlar Vergisi ve Enflasyon

Kurumlar vergisi, şirketlerin karlarını düşürmek suretiyle yatırımları ve dolayısıyla üretim kapasitesini etkileyebilir. Vietnam üzerine yapılan çalışmalarda, doğrudan vergilerin ekonomik büyüme üzerinde sınırlı bir etkisi olduğunu, ancak dolaylı olarak üretim maliyetlerini artırarak enflasyonist baskılar yaratabileceğini ortaya koyulmaktadır. Artan kurumlar vergisi, işletme maliyetlerini artırarak, fiyatların tüketiciye yansıtılmasına neden olabilir ve bu durumda talep yönlü enflasyonist baskılar artabilir.

Literatürde kurumlar vergisinin tüketiciye yansıtılması durumunda fiyatlar üzerinde artan maliyet baskıları oluşabileceğini savunulmaktadır. Bununla birlikte, kurumlar vergisinin yüksek olduğu ülkelerde yatırımların azaldığı ve dolayısıyla uzun vadede üretim kapasitesinin sınırlanmasıyla enflasyonun artabileceği belirtilmiştir. Diler (2020), Türkiye üzerine gerçekleştirdiği analizde, “enflasyon oranının kurumlar vergisi gelirlerinin nedeni” olduğunu ve kurumlar vergisi gelirlerinin de enflasyon oranının nedeni olduğunu ortaya koymuştur. Bu bulgu, kurumlar vergisi ile enflasyon arasındaki ilişkinin tek yönlü olmayabileceğini göstermektedir.

2.4. Vergi Artışlarının Talep ve Arz Üzerindeki Etkileri

Vergi artışlarının toplam talep ve arz üzerindeki etkileri ve bu etkilerin enflasyon üzerindeki yansımaları üzerine yapılan çalışmalar, vergi artışlarının genellikle talep azalmasına ve arz daralmasına yol açtığını ortaya koymaktadır. Vergi artışlarının etkisinin geçici olacağı, talep ve mali disiplin üzerindeki olumlu etkilerle bir miktar dengeleneceği değerlendirilmiştir (TCMB, 2023). Bu etkilere bağlı olarak, enflasyon oranlarında değişimler gözlenebilir.

Toplam Talep Üzerindeki Etkiler

Vergi artışlarının, özellikle tüketim vergilerinin yükseltilmesi durumunda, tüketicilerin harcanabilir gelirleri azalmakta ve bu da toplam talebin düşmesine neden olmaktadır. Holmes ve diğerleri (2004), bir KDV artışının tüketici harcamalarını azalttığını ve talep üzerinde kısıtlayıcı bir etki yaratarak enflasyonist baskıları hafiflettiğini ortaya koymaktadır. Blinder (1973) ise gelir vergilerinin artmasının talep daralmasına yol açtığını ve bu etkinin enflasyonu kısa vadede kontrol altına alabildiğini belirtmektedir.

Toplam Arz Üzerindeki Etkiler

Arz tarafında, vergi artışları maliyetleri artırmak suretiyle firmaların üretim kapasitelerini sınırlandırabilir ve vergi oranlarının artırılması sonucunda firmaların üretim maliyetlerinin arttığını ve bu durumun arz daralmasına yol açtığını ifade edilebilir. Karras'ın (2019) OECD ülkeleri üzerinde yaptığı çalışmada, vergi oranlarının artırılmasının kısa vadede arz üzerinde negatif etkilere yol açtığı ve bu etkilerin uzun vadede ekonominin genel çıktı seviyesini kalıcı olarak düşürdüğü gösterilmiştir.

Enflasyon Üzerindeki Etkiler

Vergi artışları talep tarafında azalmaya yol açarak enflasyonist baskıları hafifletirken, arz tarafındaki kısıtlamalar maliyet enflasyonuna yol açabilmektedir. Cloyne ve diğerleri (2023), kişisel gelir vergisi artışlarının geniş bir sektörde fiyatları düşürerek enflasyon beklentilerini kontrol altına aldığı görülürken, kurumlar vergisi artışlarının üretim maliyetlerini artırdığı ve bu nedenle fiyatlar üzerinde kalıcı bir enflasyonist baskı oluşturduğu tespit edilmiştir.

2.5. Vergi Yapısının Enflasyonist Beklentiler Üzerindeki Rolü

Vergi yapısı, özellikle dolaylı vergilerin, tüketici ve üretici enflasyon beklentileri üzerindeki etkisi oldukça belirgin olup, bu vergiler fiyatlar üzerinde doğrudan bir baskı yaratarak enflasyonist beklentileri şekillendirir. Vergi politikaları, fiyatlar ve ekonomik beklentiler üzerindeki etkileri nedeniyle enflasyonist beklentilerin şekillenmesinde rol oynayabilmektedir. Özellikle vergi artışlarının fiyatlara yansıyacağı beklentisi, gelecekteki fiyat artışlarına ilişkin beklentileri güçlendirebilmektedir. Beer ve diğerleri. (2023), "beklenen enflasyonun vergi sistemi enflasyona karşı nötr olmadığında reel etkiler yaratabileceğini" belirtmektedir. Bu çerçevede vergi yapısının öngörülebilirliği ve vergi düzenlemelerinin fiyatlara yansıma biçimi, enflasyon beklentilerinin yönetilmesi açısından önem taşımaktadır.

Dolaylı Vergilerin Tüketici Enflasyon Beklentileri Üzerindeki Etkisi

Dolaylı vergilerin enflasyon üzerindeki etkilerini araştıran bir çalışmada, KDV ve özel tüketim vergilerinin fiyatları artırarak tüketici enflasyon beklentilerini yükselttiği bulunmuştur. Örneğin, Moldova'daki vergi yapısı üzerine yapılan bir araştırmada, dolaylı vergilerin genel bütçe gelirlerindeki payının %45 civarında olduğu ve KDV'nin bu payda %32'yi oluşturduğu belirtilmiştir. Bu yüksek dolaylı vergi yükü, temel tüketim malları ve hizmetlerin fiyatlarını önemli ölçüde artırarak tüketici enflasyon beklentilerini şekillendirmektedir (Chicu, 2023).

Türkiye üzerine yapılan bir diğer çalışmada, dolaylı vergi gelirleri ve tüketici fiyat endeksi (TÜFE) arasındaki ilişki incelenmiştir. Araştırmanın bulguları, dolaylı vergi artışlarının tüketici fiyatlarını artırarak enflasyon beklentilerini doğrudan etkilediğini ortaya koymuştur (Yurttagüler ve Horváth, 2022). Yani, dolaylı vergilerdeki artışlar, özellikle temel tüketim ürünlerinin fiyatlarını doğrudan etkileyerek tüketici enflasyon beklentilerinde yükselmeye yol açmaktadır.

Dolaylı Vergilerin Üretici Enflasyon Beklentileri Üzerindeki Etkisi

Üretici tarafında ise, dolaylı vergilerin maliyetleri artırması nedeniyle üretici enflasyon beklentileri de yükselmektedir. İspanya üzerine yapılan bir çalışmada, dolaylı vergilerin üretim maliyetlerini artırdığı, bu durumun üretici fiyat endeksinde (ÜFE) yükselmeye yol açarak enflasyon beklentilerini yükselttiği belirlenmiştir (Mirović ve diğerleri., 2019).

Dolaylı vergilerin artması, maliyetlerin nihai ürün fiyatlarına yansımasını zorunlu kılmakta ve üreticilerin fiyatları artırmasına sebep olmaktadır. Bu durum, üretici enflasyon beklentilerini artırırken, genel piyasa fiyatlarına da doğrudan etki yaparak enflasyon oranlarının yükselmesine neden olur.

3. BULGULAR

Makalenin bulgularına göre, dolaylı vergiler, fiyat seviyelerini doğrudan etkileyerek tüketici ve üretici enflasyon beklentilerinde artışa neden olmaktadır. Moldova'daki örnekte, dolaylı vergilerin toplam vergi gelirlerindeki payının %45 gibi yüksek bir orana sahip olduğu ve bu vergilerin fiyatları doğrudan artırarak enflasyonist beklentilerde artışa yol açtığı görülmüştür (Chicu, 2023). Ayrıca, Türkiye'de yapılan analizler de benzer bulgular sunmakta olup, dolaylı vergilerin tüketici fiyatlarını artırarak tüketici beklentilerini etkilediği tespit edilmiştir (Yurttagüler ve Horváth, 2022). İspanya üzerine yapılan çalışmalar, üretici maliyetlerinin dolaylı vergiler yoluyla arttığını ve üretici fiyat endeksinde yükselme gözlemlendiğini ortaya koymaktadır (Mirović ve diğerleri., 2019). Bu bulgular, dolaylı vergi artışlarının hem tüketici hem de üretici düzeyinde enflasyon beklentilerinde önemli bir rol oynadığını göstermektedir.

4. TARTIŞMA

Dolaylı vergilerin enflasyonist etkileri, ekonomik politikaların yeniden değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir. Tüketici ve üretici beklentilerinin fiyat artışlarına duyarlılığı, dolaylı vergilerin enflasyon oranları üzerinde geniş kapsamlı etkiler yaratmasına neden olmaktadır. Özellikle Moldova ve Türkiye gibi ülkelerde, dolaylı vergi oranlarının yüksek olması, enflasyonun kontrolünü zorlaştırmakta ve bu ülkelerin ekonomik istikrarını tehdit etmektedir. Ayrıca, dolaylı vergilerdeki artışların düşük gelirli tüketiciler üzerinde daha büyük bir yük oluşturması, bu vergilerin gelir dağılımı üzerindeki olumsuz etkilerini ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, dolaylı vergilerin yanı sıra doğrudan vergilere daha fazla ağırlık verilmesi, enflasyon beklentilerini yönetmede ve ekonomik dengeleri sağlamada önemli bir adım olabilir.

5. SONUÇ

Bu makalede dolaylı vergilerin enflasyonist beklentiler üzerindeki etkileri incelenmiş ve bulgular, bu vergilerin tüketici ve üretici düzeyinde enflasyon beklentilerinde kayda değer bir artışa yol açtığını göstermiştir. Vergi politikalarının, enflasyon beklentilerini daha etkili bir şekilde yönetmek amacıyla gözden geçirilmesi gerekmektedir. Özellikle dolaylı vergilerin yüksek olduğu ekonomilerde, doğrudan vergilere yönelmek, enflasyon üzerindeki baskıları azaltmada etkili bir strateji olabilir. Bu bulgular ışığında, politika yapıcıların enflasyonist beklentileri yönetmek için vergi politikalarını daha dengeli bir yapıya kavuşturması önerilmektedir.

KAYNAKLAR

Beer, S., Griffiths, M. E., & Klemm, A. D. (2023). Tax distortions from inflation: What are they? How to deal with them? IMF Working Paper, 2023/018.

Beer, S., Griffiths, M., & Klemm, A. (2023). Tax distortions from inflation: What are they? How to deal with them?. *Public Sector Economics*, *47*(3), 353-386.

Blinder, A. S. (1973). Can income tax increases be inflationary? An expository note. National Tax Journal, 26(2), 295-301.

Chicu, N. (2023). The impact of VAT and excise taxes on some economic processes. Competitiveness and Innovation in the Knowledge Economy.

Cloyne, J., Martinez, J., Mumtaz, H., & Surico, P. (2023, May). Do tax increases tame inflation?. In *AEA Papers and Proceedings* (Vol. 113, pp. 377-381). 2014 Broadway, Suite 305, Nashville, TN 37203: American Economic Association.

Diler, H. G. (2020). Türkiye'de ekonomik özgürlük endeksi ve enflasyonun kurumlar vergisi geliri üzerindeki etkisi. Econder Uluslararası Akademik Dergi, 4(2), 530-550.

Holmes, J. M., Smyth, D., & Hutton, P. A. (2004). The effects of a consumption tax increase on aggregate demand. Public Economics eJournal.

İrteş Gülşen, M., & Özer, M. O. (2024). Dolaylı vergi gelirleri ile enflasyon oranı arasındaki saklı ilişkinin analizi. Ömer Halisdemir Üniversitesi İİBF Dergisi, 17(4), 912–924.

Kamacı, A., & Kurt, O. (2024). Dolaylı ve dolaysız vergilerin enflasyon ve ekonomik büyümeye etkilerinin incelenmesi: Türkiye örneği. Uluslararası Bankacılık Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi, 7(1), 133–152. https://doi.org/10.52736/ubeyad.1339343

Karras, G. (2019). Macroeconomic effects of tax changes: Evidence from a sample of OECD countries. SPOUDAI Journal of Economics and Business, 69(2), 111-138.

Mammadov, T. (2024). Dolaylı vergilerden KDV ve ÖTV'nin enflasyon üzerinde uzun dönemde etkisi. Çağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 21(1), 43–56.

Mirović, V., Kalaš, B., & Andrašić, J. (2019). The modelling of tax influence on macroeconomic framework in Spain. *Economic Analysis*, *52*(2), 128-136.

Perkins, J. (1992). The effects of a switch to indirect taxes: Some evidence from the UK and the EC. The Economic and Labour Relations Review, 3(1), 36-47.

Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası. (2023). Para Politikası Kurulu toplantı özeti (2023-33). Ankara: Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası. TCMB – Para Politikası Kurulu Toplantı Özeti

Yurttagüler, İ. M., & Kutlu Horváth, S. (2022). The relationship of indirect tax revenues and inflation: A research on Turkey. EKEV Akademi Dergisi.

TÜRKİYE'DE ENGELLİLİK POLİTİKALARININ BM ENGELLİ HAKLARI SÖZLEŞMESİ BAĞLAMINDA DEĞERLENDİRİLMESİ

Dr. Azize AÇIK

Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, Adalet Meslek Yüksekokulu, azize.acik@gmail.com, ORCID: 0009-0008-4113-4159

Özet

Bu çalışma, Türkiye'de engellilik politikalarının Birleşmiş Milletler Engellilerin Haklarına İlişkin Sözleşme'de benimsenen insan hakları modeliyle hangi yönlerden uyum gösterdiğini ve resmî belgelerde hangi uygulama sorunlarının öne çıktığını değerlendirmektedir. Betimsel nitelikte karşılaştırmalı doküman incelemesine dayanan çalışmada Sözleşme, BM Engelli Hakları Komitesinin Türkiye'ye ilişkin 2019 tarihli sonuç gözlemleri, 5378 sayılı Engelliler Hakkında Kanun ve ulusal politika belgeleri; engellilik modeli, erişilebilirlik, sosyal koruma, istihdam ve karar alma süreçlerine katılım boyutlarında incelenmiştir. Bulgular, ulusal mevzuat ve strateji belgelerinde hak temelli ilkelere açık bir normatif yönelim bulunduğunu; buna karşılık BM Komitesinin 2019 tarihli sonuç gözlemlerinde erişilebilirliğin izlenmesi, sosyal koruma ölçütlerinin insan hakları modeliyle uyumu, açık iş gücü piyasasına katılım ve engelli bireyleri temsil eden örgütlerin karar süreçlerine etkin katılımı alanlarında uygulama sorunlarının kayda geçirildiğini göstermektedir. Çalışma, hukuki ve stratejik düzeydeki normatif uyum ile resmî denetim bulgularına yansıyan uygulama sorunlarının ayrı değerlendirilmesinin önemini ortaya koymakta ve izleme, veri üretimi ile katılım mekanizmalarının güçlendirilmesine işaret etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Engellilik Politikaları, Hak Temelli Yaklaşım, BM Engelli Hakları Sözleşmesi, Karşılaştırmalı Sosyal Politika, Türkiye.

GİRİŞ

Engellilik politikaları, uluslararası düzeyde bakım ve sosyal yardımla sınırlı bir refah alanından eşitlik, bireysel özerklik, erişilebilirlik ve toplumsal katılım ilkelerine dayalı bir insan hakları alanına yönelmiştir. Bu dönüşümün temel normatif dayanağı olan Engellilerin Haklarına İlişkin Sözleşme, engelli bireyleri hakların öznesi olarak kabul etmekte ve taraf devletlere ayrımcılığın önlenmesi, erişilebilirlik, bağımsız yaşam ve karar süreçlerine katılım konularında yükümlülükler getirmektedir (United Nations, 2006). Türkiye'de 5378 sayılı Engelliler Hakkında Kanun ile 2030 Engelsiz Vizyon Belgesi ve Engelli Hakları Ulusal Eylem Planı (2023-2025), bu yaklaşımın ulusal düzenlemelere yansıdığını göstermektedir (Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı, 2021, 2022; Engelliler Hakkında Kanun, 2005). Ancak hukuki ve stratejik düzeydeki benimseme, uygulamanın etkililiğini tek başına göstermemektedir. BM Engelli Hakları Komitesinin 2019 tarihli sonuç gözlemleri de erişilebilirlik, sosyal koruma, istihdam ve katılım alanlarında uygulama ve izleme sorunlarına işaret etmektedir (Committee on the Rights of Persons with Disabilities [CRPD Committee], 2019).

Bu çalışma, Türkiye'deki engellilik politikalarının BM Engelli Hakları Sözleşmesi'nde benimsenen insan hakları modeliyle hangi yönlerden uyum gösterdiği ve resmî belgelerde hangi uygulama sorunlarının öne çıktığı sorusuna odaklanmaktadır. Bu amaçla ulusal düzenlemeler ve politika belgeleri; engellilik modeli, erişilebilirlik, sosyal koruma, istihdam ve karar alma süreçlerine katılım boyutlarında BM standartlarıyla karşılaştırılmaktadır. Çalışmanın katkısı, normatif uyum ile resmî denetim bulgularına yansıyan uygulama sorunlarını aynı analitik çerçevede, ancak birbirinden ayırarak aynı analitik çerçevede değerlendirmesidir.

YÖNTEM

Araştırma, betimsel nitelikte karşılaştırmalı doküman incelemesine dayanmaktadır. Doküman incelemesi, araştırma sorusuyla ilişkili yazılı belgelerin sistematik biçimde seçilmesi, değerlendirilmesi ve yorumlanmasını sağlayan nitel bir yöntemdir (Bowen, 2009). İncelemenin uluslararası normatif dayanağını Engellilerin Haklarına İlişkin Sözleşme ile BM Engelli Hakları Komitesinin Türkiye'ye ilişkin 2019 tarihli sonuç gözlemleri; ulusal dayanağını ise 5378 sayılı Engelliler Hakkında Kanun, 2030 Engelsiz Vizyon Belgesi ve Engelli Hakları Ulusal Eylem Planı (2023-2025) oluşturmaktadır. Belgeler, resmî nitelik taşımaları ve araştırma sorusuyla doğrudan ilişkileri esas alınarak seçilmiştir.

Belgelerde araştırma sorusuyla ilişkili hükümler belirlenmiş ve Sözleşme'nin genel ilkeleri ile ilgili maddelerinden hareketle oluşturulan beş boyut altında sınıflandırılmıştır: engellilik modeli, erişilebilirlik, sosyal koruma, istihdam ve karar alma süreçlerine katılım. Ardından ulusal düzenlemelerdeki normatif hükümler ve politika hedefleri, BM Komitesinin uygulamaya ilişkin tespitleriyle karşılaştırılmıştır. Yorumların izlenebilirliğini sağlamak amacıyla her karşılaştırma ilgili belge hükmü veya Komite tespitiyle eşleştirilmiştir. Çalışma saha verisi üretmediğinden bulgular hakların fiilî gerçekleşme düzeyini ölçmemekte; belge düzeyindeki normatif uyum ve BM Komitesinin resmî raporuna yansıyan uygulama sorunlarıyla sınırlı kalmaktadır.

1. KAVRAMSAL ÇERÇEVE: ENGELLİLİK MODELLERİ

Engellilik politikasının dayandığı model, engelli bireyin nasıl konumlandırıldığını ve politika araçlarının hangi amaçlarla kullanıldığını belirlemektedir. Tıbbi model, engelliliğin sonuçlarını ağırlıklı olarak bireysel işlev kaybıyla ilişkilendirerek politika müdahalesini tanı, tedavi ve işlevsel iyileştirme etrafında kurar. Sosyal model ise engelliliği yalnızca bireysel özelliklerle açıklamaz; fiziksel, kurumsal ve tutumsal engellerin toplumsal katılımı sınırlandıran etkisine odaklanır (Oliver, 1996; Shakespeare, 2013). İnsan hakları modeli, bireysel farklılıkları göz ardı etmeksizin engelli bireyi hak öznesi olarak kabul eder; insan onuru, bireysel özerklik, eşitlik, ayrımcılık yasağı, erişilebilirlik ve tam ve etkin katılım ilkelerini merkeze alır (Degener, 2016). Engellilerin Haklarına İlişkin Sözleşme, bu ilkeleri taraf devletlerin hukuki yükümlülükleri hâline getirmiştir (United Nations, 2006).

Politika düzenlemelerinde bu modellerin unsurları bir arada bulunabilir. Bu nedenle tıbbi değerlendirmelerin varlığı tek başına hak temelli yaklaşımın bulunmadığı şeklinde yorumlanmamıştır. Değerlendirmede belirleyici ölçüt, politika araçlarının bireysel özerkliği, çevresel engellerin kaldırılmasını, ayrımcılığın önlenmesini ve engelli bireylerin karar süreçlerine etkin katılımını esas alıp almadığıdır. Bu kavramsal ayrım, izleyen bölümlerde erişilebilirlik, sosyal koruma, istihdam ve katılım boyutları bakımından yapılacak karşılaştırmanın ortak çerçevesini oluşturmaktadır.

2. BM ENGELLİ HAKLARI ÇERÇEVESİ

Engellilerin Haklarına İlişkin Sözleşme, engelliliği insan hakları ve eşitlik temelinde düzenleyen, taraf devletler bakımından bağlayıcı temel uluslararası belgedir. Sözleşme'nin amacı, engelli bireylerin bütün insan haklarından tam ve eşit biçimde yararlanmasını sağlamaktır. Genel ilkeleri arasında insan onuru, bireysel özerklik, ayrımcılık yasağı, topluma tam ve etkin katılım, fırsat eşitliği ve erişilebilirlik yer almaktadır (md. 1 ve 3). Taraf devletlerin yükümlülükleri, gerekli yasal ve idari tedbirlerin alınmasının yanı sıra engelli bireylerle, onları temsil eden örgütler aracılığıyla sözleşme terminolojisine daha yakın olan yakın istişare yürütülmesini ve bu kişilerin karar süreçlerine etkin biçimde dâhil edilmesini kapsamaktadır (md. 4) (United Nations, 2006).

Bu çalışmanın karşılaştırma ölçütleri Sözleşme'nin erişilebilirlik (md. 9), bağımsız yaşam ve topluma dâhil olma (md. 19), açık ve erişilebilir iş gücü piyasasında çalışma ve makul düzenleme (md. 27), yeterli yaşam standardı ve sosyal koruma (md. 28) ile uygulama ve denetime sivil toplumun tam katılımı (md. 33) hükümlerine dayanmaktadır. Bu nedenle uyum, yalnızca hakların mevzuatta tanınmasıyla değil, uygulama ve izleme mekanizmalarının varlığıyla birlikte değerlendirilmektedir. 2030 Sürdürülebilir Kalkınma Gündemi'nin "kimseyi geride bırakmama" taahhüdü ise engelliliğin kalkınma politikalarına dâhil edilmesini destekleyen tamamlayıcı bir siyasal çerçeve olarak ele alınmaktadır (United Nations, 2015).

3. TÜRKİYE'DE ENGELLİLİK POLİTİKALARININ HUKUKİ VE STRATEJİK ÇERÇEVESİ

Türkiye'de engellilik politikasının temel yasal dayanaklarından biri 5378 sayılı Engelliler Hakkında Kanun'dur. Kanun 2005 yılında kabul edilmiş; hak temelli çerçeveyi belirginleştiren amaç, tanım, genel esaslar, ayrımcılık ve topluma dâhil olma hükümlerinin önemli bir bölümü 2014 yılında yapılan değişikliklerle bugünkü biçimini almıştır. Kanunun yürürlükteki metni engelliliği, bireysel yeti kayıpları ile toplumsal katılımı kısıtlayan tutum ve çevre koşullarının etkileşimi üzerinden tanımlamakta; bireysel özerklik, ayrımcılık yasağı, fırsat eşitliği, erişilebilirlik, makul düzenleme ve topluma dâhil olmayı temel esaslar arasında düzenlemektedir (Engelliler Hakkında Kanun, 2005). Engellilerin Haklarına İlişkin Sözleşme'nin onaylanması 2008 yılında uygun bulunmuş ve onay işlemi 2009 yılında tamamlanmıştır (Engellilerin Haklarına İlişkin Sözleşmenin Onaylanmasının Uygun Bulunduğuna Dair Kanun, 2008).

Stratejik düzeyde 2030 Engelsiz Vizyon Belgesi, engelli haklarına ilişkin uzun vadeli politika yönünü; Engelli Hakları Ulusal Eylem Planı (2023-2025) ise bu vizyonun ilk uygulama dönemine ait hedef ve faaliyetleri belirlemiştir. Belgelerde hak temelli yaklaşım, erişilebilirlik, bağımsız yaşam, istihdam, eğitim, sağlık, adalete erişim ve karar süreçlerine katılım öne çıkmaktadır (Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı, 2021, 2022). Bu belgeler BM ilkeleriyle normatif ve stratejik uyuma işaret etmekle birlikte, hedeflerin fiilen gerçekleştiğini tek başına kanıtlamamaktadır. Çalışma tarihi itibarıyla 2026–2030 dönemini kapsayacak ikinci eylem planı hazırlık aşamasında olduğundan incelemede yayımlanmış son plan esas alınmıştır (Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı, 2026).

4. BULGULAR: BM STANDARTLARI İLE TÜRKİYE'NİN ULUSAL ÇERÇEVESİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Karşılaştırmada ulusal mevzuat ve politika belgeleri normatif düzenlemeleri; BM Engelli Hakları Komitesinin Türkiye'ye ilişkin sonuç gözlemleri ise uygulamaya yönelik resmî değerlendirmeleri belirlemek amacıyla

kullanılmıştır (CRPD Committee, 2019). Komitenin tespitleri 2019 tarihli olup 2030 Engelsiz Vizyon Belgesi ile Engelli Hakları Ulusal Eylem Planı'ndan önceki döneme ilişkindir. Bu nedenle söz konusu tespitler güncel saha verisi olarak değil, BM denetim mekanizmasına yansıyan uygulama sorunları olarak değerlendirilmiştir.

Tablo 1. BM Engelli Hakları Sözleşmesi ile Türkiye'nin ulusal çerçevesinin karşılaştırılması

Politika Boyutu	Sözleşme Ölçütü	Türkiye'de Normatif Durum ve Komitenin Tespiti
Engellilik modeli	İnsan onuru, bireysel özerklik, eşitlik ve tam katılım (md. 1-4)	5378 sayılı Kanun'un güncel metni hak temelli ilkeleri içermektedir (md. 3-4/B). Komite, tıbbi, hayırseverlik temelli ve paternalist yaklaşımların uygulamada sürdüğünü belirtmiştir (CRPD Committee, 2019, paras. 5-6).
Erişilebilirlik	Fiziksel çevre, ulaşım, bilgi ve iletişim teknolojilerine eşit erişim (md. 9)	Kanun erişilebilirliği zorunlu tutmaktadır (md. 7). Komite, yasal hedeflere ulaşılmasındaki sınırlı ilerlemeye, denetim sorunlarına ve yaptırımların uygulanmamasına dikkat çekmiştir (CRPD Committee, 2019, paras. 19-20).
Sosyal koruma	Yeterli yaşam standardı, engelliliğe bağlı ek maliyetlerin karşılanması ve sosyal korumaya erişim (md. 28)	Ulusal politika belgelerinde ekonomik güvence ve sosyal koruma hedefleri yer almaktadır. Komite, bazı programlara erişimde tıbbi değerlendirme, aile geliri ve vatandaşlık ölçütlerinin dışlayıcı sonuçlarına işaret etmiştir (CRPD Committee, 2019, paras. 54-55).
İstihdam	Açık, kapsayıcı ve erişilebilir iş gücü piyasası ile makul düzenleme (md. 27)	Kanun, istihdamda ayrımcılığı yasaklamakta ve makul düzenlemeyi öngörmektedir (md. 14). Komite, korumalı istihdamın ağırlığı, bireysel destek ve başvuru yollarındaki yetersizlikler ile kota uygulamalarına düşük uyumu kaydetmiştir (CRPD Committee, 2019, paras. 52-53).
Karar süreçlerine katılım	Temsilci örgütlerle yakın istişare ve uygulama ile izlemeye tam katılım (md. 4/3 ve 33/3)	Kanun ve eylem planı katılım ilkesini tanımaktadır. Komite, sürekli ve resmî istişare mekanizmalarının ve engelli örgütlerinin izleme süreçlerine sistematik katılımının sınırlı olduğunu belirtmiştir (CRPD Committee, 2019, paras. 9-10, 66-67).

Not. Sözleşme ölçütleri United Nations'a (2006), Türkiye'ye ilişkin uygulama tespitleri ise CRPD Committee'e (2019) dayanmaktadır.

Karşılaştırma, Türkiye'deki hukuki ve stratejik çerçevenin Sözleşme'nin temel ilkeleriyle belirgin bir normatif uyum gösterdiğini ortaya koymaktadır. Bununla birlikte Komitenin tespitleri, incelenen boyutlarda temel sorunun hakların mevzuatta tanınmamasından çok uygulama, izleme, veri üretimi, yaptırım ve kurumsallaşmış katılım mekanizmalarında yoğunlaştığını göstermektedir.

5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Bu çalışma, Türkiye'de engellilik politikasının hukuki ve stratejik çerçevesinde BM Engelli Hakları Sözleşmesi'nin insan hakları modeliyle belirgin bir normatif yakınlaşma bulunduğunu göstermektedir. 5378 sayılı Kanun'un yürürlükteki metni ile 2030 Engelsiz Vizyon Belgesi ve Engelli Hakları Ulusal Eylem Planı; bireysel özerklik, ayrımcılık yasağı, erişilebilirlik, makul düzenleme, topluma dâhil olma ve karar süreçlerine katılım ilkelerini açık biçimde tanımaktadır (Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı, 2021, 2022; Engelliler Hakkında Kanun, 2005; United Nations, 2006). Bununla birlikte, hakların mevzuat ve politika belgelerinde tanınması, uygulamada tam olarak gerçekleştirildiğini tek başına göstermemektedir.

BM Engelli Hakları Komitesinin 2019 tarihli sonuç gözlemleri; tıbbi ve paternalist yaklaşımların etkisi, erişilebilirliğin denetlenmesi, sosyal koruma ölçütleri, açık iş gücü piyasasına katılım ve engelli bireyleri temsil eden örgütlerin karar ve izleme süreçlerine sistematik katılımı alanlarında sorunlara işaret etmektedir (CRPD Committee, 2019, paras. 5-10, 19-20, 52-55, 62-63, 66-67). Bu çerçevede öncelik; ölçülebilir göstergelere dayalı izleme yapılması, ayrıştırılmış verilerin düzenli biçimde yayımlanması, erişilebilirlik ve makul düzenleme yükümlülüklerinin etkin biçimde denetlenmesi, sosyal koruma ölçütlerinin insan hakları modeliyle uyumunun gözden geçirilmesi ve temsilci örgütlerin katılımının süreklilik taşıyan mekanizmalarla güvence altına alınmasıdır.

Çalışma, doküman incelemesine dayandığından hakların güncel fiilî gerçekleşme düzeyini ölçmemektedir. Ayrıca Komitenin 2019 tarihli tespitleri, 2021 ve 2022 tarihli ulusal politika belgelerinden önceki döneme ilişkindir. Bu nedenle sonuçlar, güncel uygulamanın doğrudan ölçümü olarak değil, normatif yönelim ile resmî denetim bulgularının karşılaştırılması olarak değerlendirilmelidir.

KAYNAKLAR

Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı. (2021). *2030 Engelsiz Vizyon Belgesi.* https://www.aile.gov.tr/media/94718/2030_engelsiz_vizyon_belgesi.pdf

Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı. (2022). *Engelli Hakları Ulusal Eylem Planı (2023-2025).* https://www.aile.gov.tr/media/133056/engelli_haklari_ulusal_eylem_plani_23-25.pdf

Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı. (2026, 23 Haziran). *Bakanımız Göktaş, "Engelli Hakları Ulusal Eylem Planı Çalıştayı"nda konuştu.* https://www.aile.gov.tr/haberler/bakanimiz-goktas-engelli-haklari-ulusal-eylem-plani-calistayinda-konustu/

Bowen, G. A. (2009). Document analysis as a qualitative research method. *Qualitative Research Journal, 9*(2), 27–40. https://doi.org/10.3316/QRJ0902027

Committee on the Rights of Persons with Disabilities. (2019). *Concluding observations on the initial report of Turkey* (CRPD/C/TUR/CO/1). United Nations. https://tbinternet.ohchr.org/_layouts/15/treatybodyexternal/Download.aspx?Lang=en&symbolno=CRPD%2FC%2FTUR%2FCO%2F1

Degener, T. (2016). Disability in a human rights context. *Laws, 5*(3), Article 35. https://doi.org/10.3390/laws5030035

Engelliler Hakkında Kanun (Kanun No. 5378). (2005, 7 Temmuz). *Resmî Gazete* (Sayı: 25868). https://www.aile.gov.tr/eyhgm/mevzuat/ulusal-mevzuat/kanunlar/engelliler-hakkinda-kanun/

Engellilerin Haklarına İlişkin Sözleşmenin Onaylanmasının Uygun Bulunduğuna Dair Kanun (Kanun No. 5825). (2008, 18 Aralık). *Resmî Gazete* (Sayı: 27084). https://www.aile.gov.tr/eyhgm/mevzuat/ulusal-mevzuat/kanunlar/engellilerin-haklarina-iliskin-sozlesmenin-onaylanmasinin-uygun-bulunduguna-dair-kanun-ve-engellilerin-haklarina-iliskin-sozlesme/

Oliver, M. (1996). *Understanding disability: From theory to practice.* Palgrave Macmillan. https://doi.org/10.1007/978-1-349-24269-6

Shakespeare, T. (2013). *Disability rights and wrongs revisited.* Routledge. https://doi.org/10.4324/9781315887456

United Nations. (2006). *Convention on the Rights of Persons with Disabilities.* https://www.ohchr.org/en/instruments-mechanisms/instruments/convention-rights-persons-disabilities

United Nations. (2015). *Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development* (A/RES/70/1). https://sdgs.un.org/2030agenda

TÜRKİYE'DE ENGELLİLİK POLİTİKALARININ MERKEZÎ VE YEREL BOYUTLARI: KARŞILAŞTIRMALI BİR DEĞERLENDİRME

Dr. Azize AÇIK

Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, Adalet Meslek Yüksekokulu, azize.acik@gmail.com, ORCID: 0009-0008-4113-4159

Özet

Bu çalışma, Türkiye'de engellilik politikalarının merkezî ve yerel boyutlarını refah rejimleri, hak temelli yaklaşım ve yönetsel sorumluluklar çerçevesinde karşılaştırmalı olarak değerlendirmektedir. Betimsel literatür ve mevzuat incelemesine dayanan çalışmada, merkezî yönetimin yasal, mali ve kurumsal çerçeveyi belirlediği; yerel yönetimlerin ise erişilebilirlik, sosyal destek ve katılım alanlarında uygulamaya dönük işlevler üstlendiği görülmektedir. İnceleme, Türkiye'de engellilik politikalarının hak temelli düzenlemeler ile aile ve sosyal yardım odaklı uygulamaların bir arada bulunduğu karma bir yapı sergilediğini ortaya koymaktadır. Merkezî standartların yerel gereksinimlere duyarlı uygulamalarla desteklenmesi ve engelli bireylerin yerel karar süreçlerine katılımının güçlendirilmesi, politika bütünlüğü açısından önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Engellilik Politikaları, Engelli Hakları, Sosyal Politika, Yerel Yönetimler, Refah Rejimleri

GİRİŞ

Türkiye'de engellilik politikaları tek bir refah modeline bütünüyle uymamakta; sosyal sigorta odaklı yapı, aile temelli bakım ve dayanışma pratikleri ile hak temelli politika araçlarını bir arada barındırmaktadır (Aktel & Erten, 2017; Çılğın, 2021; Uzun & Mehter Aykın, 2024). Engelliliğin ağırlıklı olarak tıbbi bir sorun şeklinde ele alındığı yaklaşımlardan sosyal ve hak temelli yaklaşımlara geçiş, kamu politikalarının kapsamını gelir desteği ve bakım hizmetlerinin ötesinde erişilebilirlik, ayrımcılıkla mücadele ve toplumsal katılımı da içerecek biçimde genişletmiştir (Çitil & Üçüncü, 2018; Gabel & Danforth, 2008). Bu dönüşüm, merkezî yönetimin yasal ve mali düzenlemeleri ile yerel yönetimlerin hizmet sunumu ve katılım mekanizmalarının birlikte değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır. Bu çalışma, Türkiye'de engellilik politikalarında merkezî ve yerel aktörlerin rol ve politika araçlarının hangi yönlerden farklılaştığı ve birbirini nasıl tamamladığı sorusuna odaklanmaktadır.

YÖNTEM

Bu çalışma, betimsel nitelikte bir literatür ve mevzuat incelemesidir. Türkiye'de engellilik politikalarının merkezî ve yerel boyutlarını açıklayan temel yasal düzenlemeler ile konuyla doğrudan ilişkili akademik çalışmalar, refah yaklaşımı, hak temelli dönüşüm, erişilebilirlik, istihdam ve katılımcı yönetişim temaları çerçevesinde karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. İnceleme, politika araçlarının etkisini ölçmeyi değil, merkezî ve yerel aktörlerin rol ve sorumluluklarını kavramsal düzeyde karşılaştırmayı amaçlamaktadır.

1. KAVRAMSAL ÇERÇEVE VE REFAH MODELLERİ BAĞLAMINDA ENGELLİLİK

Türkiye'de engellilik politikasının kurumsal ve kavramsal özellikleri; sosyal sigorta, aile temelli bakım, hak temelli dönüşüm ve uluslararası standartlar eksenlerinde ele alınabilir.

Sosyal Sigorta ve Devlet Müdahalesi: Türkiye'de sosyal güvenlik sistemi tarihsel ve kurumsal olarak büyük ölçüde primli sosyal sigorta sistemine dayanmaktadır. 4857 sayılı İş Kanunu uyarınca elli veya daha fazla işçi çalıştıran özel sektör işyerlerinde %3, kamu işyerlerinde ise %4 oranında engelli işçi çalıştırma yükümlülüğü bulunmaktadır (İş Kanunu, 2003). Bu düzenleme, engelli bireylerin istihdamında devlet müdahalesine dayalı koruyucu yaklaşımın bir örneğidir.

Aile Temelli Bakım ve Dayanışma: Türkiye'de engelli bireylere yönelik bakım ve koruma, tarihsel olarak aile içi dayanışma, geleneksel yardımlaşma ve vakıf pratikleriyle birlikte şekillenmiştir. Evde bakım yardımı gibi araçlar, kamusal desteğin aile içi bakım üzerinden yürütüldüğü aile merkezli refah anlayışını yansıtmaktadır (Küçükali, 2014; Uzun & Mehter Aykın, 2024).

Hak Temelli Dönüşüm: 2005 yılında yürürlüğe giren 5378 sayılı Engelliler Hakkında Kanun ile Türkiye'nin 2009 yılında taraf olduğu BM Engelli Hakları Sözleşmesi, engelliliğin tıbbi modelden sosyal ve hak temelli modele geçiş doğrultusunda ele alınmasını güçlendirmiştir (Birleşmiş Milletler [BM], 2006; Engelliler Hakkında Kanun, 2005). Bu çerçevede engelli bireyler, pasif yardım alıcıları olarak değil; eşitlik, ayrımcılık yasağı ve toplumsal katılım haklarına sahip bireyler olarak kabul edilmektedir.

Uygulamadaki Karma Yapı: Hak temelli mevzuata karşın bakım, gelir desteği ve koruyucu sosyal yardım araçlarının ağırlığını sürdürmesi, Türkiye'de hak temelli yaklaşım ile aile ve sosyal yardım odaklı uygulamaların birlikte var olduğunu göstermektedir (Çılğın, 2021; Uzun & Mehter Aykın, 2024).

Uluslararası Yaklaşımlar: DSÖ'nün 2001 tarihli Uluslararası İşlevsellik, Yetiyitimi ve Sağlık Sınıflandırması (ICF), engelliliği yalnızca bireysel bir yetersizlik olarak değil; sağlık durumu, işlevsellik, etkinlik, katılım ve çevresel etkenler arasındaki etkileşim içinde ele almaktadır (Dünya Sağlık Örgütü [DSÖ], 2001). BM Engelli Hakları Sözleşmesi ise engelli bireyleri, uzun süreli fiziksel, zihinsel, ruhsal veya duyusal yetiyitimlerinin çeşitli engellerle etkileşimi sonucunda topluma diğer bireylerle eşit koşullarda tam ve etkin katılımları kısıtlanabilen kişiler olarak tanımlamaktadır (BM, 2006).

2. YEREL POLİTİK AKTÖRLERİN ROLÜ VE YEREL YÖNETİMLERİN SORUMLULUKLARI

Yerel yönetimler, merkezî düzeyde belirlenen hak ve standartların yerel gereksinimlere uygun hizmetlere dönüştürülmesinde önemli bir role sahiptir. Bu rol; sosyal destek, erişilebilirlik, istihdama katılım ve karar süreçlerine katılım alanlarında belirginleşmektedir (Zengin, 2019). Yerel yönetimlerin başlıca sorumluluk alanları şunlardır:

Mahallî Müşterek Hizmetler: Ulaşım, çevre, altyapı ve kamusal alanlara ilişkin yerel hizmetlerin engelli bireylerin gereksinimleri gözetilerek sunulması.

Sosyal Destek ve Bakım Hizmetleri: Engelli bireylere ve ailelerine yönelik ayni ve nakdî desteklerin, bakım ve danışmanlık hizmetlerinin sunulması veya ilgili hizmetlere yönlendirme yapılması (Kılıç, 2021; Küçükali, 2014).

Fiziksel ve Kentsel Erişilebilirlik: Kentsel mekânın, kamu binalarının, kaldırımların ve toplu taşıma araçlarının engelli bireylerin erişimine uygun hâle getirilmesi (Bektaş & Develi, 2020; Dönmez Kara, 2021).

Mesleki Eğitim ve İstihdama Katılım: Meslek edindirme kursları, danışmanlık hizmetleri ve ilgili kurumlarla iş birliği yoluyla engelli bireylerin istihdama katılımının desteklenmesi (Büyükşehir Belediyesi Kanunu, 2004; Genç & Çat, 2013; Terzi, 2025).

Katılımcı Yönetişim: Sivil toplum kuruluşları (STK), kent konseyleri ve engelli meclisleri aracılığıyla engelli bireylerin yerel karar alma süreçlerine katılımının desteklenmesi (Zengin, 2019).

3. TÜRKİYE'DE YEREL ENGELLİLİK POLİTİKALARININ HUKUKİ VE KURUMSAL ÇERÇEVESİ

Türkiye'de belediyelerin engellilik alanındaki görevleri, 5216 sayılı Büyükşehir Belediyesi Kanunu, 5393 sayılı Belediye Kanunu ve ilgili ikincil düzenlemelerle kurumsal bir çerçeveye kavuşturulmuştur.

5216 Sayılı Büyükşehir Belediyesi Kanunu: Büyükşehir belediyelerine engelli bireylere yönelik sosyal ve kültürel hizmetler yürütme, meslek ve beceri kazandırma kursları açma, engelli hizmet birimleri oluşturma ve ilgili kurumlar ile STK'larla iş birliği yapma görevi vermektedir (Büyükşehir Belediyesi Kanunu, 2004).

5393 Sayılı Belediye Kanunu: Belediye hizmetlerinin engelli bireylerin durumuna uygun yöntemlerle sunulmasını öngörmekte; engelli bireylere yönelik sosyal hizmet ve yardımların yürütülmesine, gönüllü katılıma ve kent konseylerinin oluşturulmasına hukuki dayanak sağlamaktadır (Belediye Kanunu, 2005).

Engelli Hizmet Birimleri: Büyükşehir belediyelerinde oluşturulan engelli hizmet birimleri; bilgilendirme, yönlendirme, danışmanlık, sosyal ve mesleki rehabilitasyon, ulaşım desteği ve bakım hizmetleri gibi görevler üstlenmektedir (Büyükşehir Belediyeleri Özürlü Hizmet Birimleri Yönetmeliği, 2006).

Kent Konseyleri ve Engelli Meclisleri: Kent konseyleri bünyesinde oluşturulabilen engelli meclisleri, engelli bireylerin yerel gereksinim ve önerilerini karar süreçlerine aktarmalarına imkân sağlayan katılım mekanizmalarıdır. Bu meclislerin görüş ve önerileri ilgili belediye organlarına iletilerek yerel düzeyde katılımcı yönetişime katkıda bulunabilir (Belediye Kanunu, 2005; Kent Konseyi Yönetmeliği, 2006; Zengin, 2019).

4. MERKEZÎ VE YEREL YÖNETİM POLİTİKALARININ KARŞILAŞTIRILMASI

Türkiye'de engellilik politikalarının merkezî ve yerel boyutları, farklı yetki ve araçlarla ortak politika amaçlarına hizmet eden tamamlayıcı bir yapı oluşturmaktadır (Aktel & Erten, 2017; Zengin, 2019).

Ortak Amaçlar ve Politika Alanları: Her iki yönetim düzeyi de engelli bireylerin haklardan eşit biçimde yararlanması, hizmetlere erişimi ve toplumsal yaşama katılımı amaçlarına yönelmektedir. Eğitim, sağlık, istihdam ve sosyal destekler iki düzeyin kesiştiği başlıca politika alanlarıdır.

Ölçek, Yetki ve Politika Araçları: Merkezî yönetim, ülke genelindeki yasal standartları, ulusal planları, sosyal güvenlik ve sosyal yardım sistemlerini ve temel finansman araçlarını belirlemektedir. Yerel yönetimler ise erişilebilir ulaşım ve kamusal alanlar, danışmanlık, sosyal destek ve katılım mekanizmaları gibi hizmetleri yerel gereksinimlere göre yürütmektedir (Büyükşehir Belediyesi Kanunu, 2004; Belediye Kanunu, 2005).

Kaynak ve Uygulama Kapasitesi: Merkezî yönetim, ülke genelinde standart ve kaynak oluşturma kapasitesine sahipken yerel hizmetlerin kapsamı belediyelerin mali ve idari kapasitesine ve yerel önceliklere göre farklılaşabilmektedir (Zengin, 2019).

Tamamlayıcılık: Merkezî düzeyde belirlenen hak ve standartların gündelik yaşamda karşılık bulması, yerel düzeyde erişilebilir ve gereksinime duyarlı hizmetlerle desteklenmesine bağlıdır. Bu nedenle yerel politikalar merkezî politikaların alternatifi değil, bunların uygulamadaki tamamlayıcısıdır.

5. SONUÇ

Bu inceleme, Türkiye'de engellilik politikalarının hak temelli yasal düzenlemeler ile bakım ve sosyal yardım odaklı araçların birlikte uygulandığı karma bir yapı sergilediğini göstermektedir (Aktel & Erten, 2017; Çitil & Üçüncü, 2018; Uzun & Mehter Aykın, 2024). Merkezî yönetim ülke genelindeki yasal, mali ve kurumsal standartları belirlerken yerel yönetimler bu çerçeveyi erişilebilirlik, sosyal destek, danışmanlık ve katılım hizmetleri aracılığıyla yerel gereksinimlere uyarlamaktadır. Bu yönüyle merkezî ve yerel aktörlerin rolleri birbirinin alternatifi değil, tamamlayıcısıdır.

Bununla birlikte, yerel hizmetlerin kapsamı ve sürekliliği belediyelerin mali ve idari kapasitesine göre farklılaşabilmektedir (Zengin, 2019). Politika bütünlüğünün güçlendirilmesi için yönetim düzeyleri arasındaki koordinasyonun geliştirilmesi, yerel hizmet kapasitesinin desteklenmesi ve engelli bireylerin karar alma süreçlerine katılımının artırılması gerekmektedir. Çalışma, politika araçlarının etkisini ölçmeyen betimsel bir inceleme olduğundan, ileride yapılacak araştırmalarda yerel uygulamaların ve hizmetlere erişim farklılıklarının saha verileriyle karşılaştırılması yararlı olacaktır.

KAYNAKLAR

Aktel, M., & Erten, Ş. (2017). Türkiye Cumhuriyeti hükümetlerinin engellilik alanına yaklaşımı: Hükümet programları üzerinden bir değerlendirme. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 22*(1), 165–177. https://izlik.org/JA28CL62FF.

Bektaş, B., & Develi, A. (2020). Engelli bireylerin erişilebilirlik sorunu: Destekler, eksiklikler. *Uluslararası Anadolu Sosyal Bilimler Dergisi, 4*(3), 179–191. https://izlik.org/JA92LT76EL.

Belediye Kanunu (Kanun No. 5393). (2005, 13 Temmuz). *Resmî Gazete* (Sayı: 25874). https://www.aile.gov.tr/eyhgm/mevzuat/ulusal-mevzuat/kanunlar/belediye-kanunu.

Birleşmiş Milletler. (2006). *Engellilerin haklarına ilişkin sözleşme*. https://inhak.adalet.gov.tr/Resimler/Dokuman/2312020100834bm_48.pdf.

Büyükşehir Belediyeleri Özürlü Hizmet Birimleri Yönetmeliği. (2006, 16 Ağustos). *Resmî Gazete* (Sayı: 26261). https://www.aile.gov.tr/eyhgm/mevzuat/ulusal-mevzuat/yonetmelikler/buyuksehir-belediyeleri-ozurlu-hizmet-birimleri-yonetmeligi.

Büyükşehir Belediyesi Kanunu (Kanun No. 5216). (2004, 23 Temmuz). *Resmî Gazete* (Sayı: 25531). https://www.aile.tr/eyhgm/mevzuat/ulusal-mevzuat/kanunlar/buyuksehir-belediyesi-kanunu.

Çılğın, T. (2021). Sosyal demokrat refah devletlerinin engellilere yönelik sosyal politikaları: İsveç örneği. *Ankara Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi, 4*(8), 129–152. https://izlik.org/JA96YF62TF.

Çitil, M., & Üçüncü, M. K. (2018). Türkiye'de engelli hakları ve engelliler hukuku'nun durumu. *Türkiye Adalet Akademisi Dergisi*, (35), 233–278. https://izlik.org/JA68YZ54BF.

Dönmez Kara, C. Ö. (2021). Türkiye'de mekânsal erişilebilirliği sınırlayan altyapı eksikliklerinin engelli istihdamına etkisi. *Sosyal Güvenlik Dergisi, 11*(1), 117–140. https://doi.org/10.32331/sgd.952558

Dünya Sağlık Örgütü. (2001). *International classification of functioning, disability and health: ICF*.

Engelliler Hakkında Kanun (Kanun No. 5378). (2005, 7 Temmuz). *Resmî Gazete* (Sayı: 25868). https://www.aile.gov.tr/eyhgm/mevzuat/ulusal-mevzuat/kanunlar/engelliler-hakkinda-kanun.

Gabel, S. L., & Danforth, S. (Eds.). (2008). *Disability and the politics of education: An international reader*. Peter Lang.

Genç, Y., & Çat, G. (2013). Engellilerin istihdamı ve sosyal içerme ilişkisi. *Akademik İncelemeler Dergisi, 8*(1), 363–394. https://izlik.org/JA59TD22BA.

İş Kanunu (Kanun No. 4857). (2003, 10 Haziran). *Resmî Gazete* (Sayı: 25134). https://mevzuat.adalet.gov.tr/mevzuat/103054

Kent Konseyi Yönetmeliği. (2006, 8 Ekim). *Resmî Gazete* (Sayı: 26313). https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2006/10/20061008-5.htm

Kılıç, C. (2021). Engellilere yönelik sosyal hizmet uygulamaları: Bibliyometrik haritalama. *ETÜ Sentez İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, (5), 1–18. https://doi.org/10.47358/sentez.2021.21

Küçükali, A. (2014). Engellilere uygulanan sosyal politikaların değerlendirilmesi: Atatürk Üniversitesi örneği. *Kırıkkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 4*(1), 59–86. https://izlik.org/JA23CW87KL.

Terzi, A. K. (2025). Engelli istihdamına yönelik sorunlar, politikalar ve sosyal güvence: Meta-sentez yöntemiyle bir inceleme. *Girişimcilik ve Kalkınma Dergisi, 20*(2), 89–105. https://izlik.org/JA75SX62BW.

Uzun, A. M., & Mehter Aykın, S. (2024). Değişen dünyada sosyal refah devletinin engelli/dezavantajlı gruplara yaklaşımı. *Hak İş Uluslararası Emek ve Toplum Dergisi, 13*(36), 265–286. https://doi.org/10.31199/hakisderg.1516011

Zengin, E. (2019). Engelli çocuklara yönelik yerel kamu politikalarının yönetişim anlayışı çerçevesinde planlanması. *Strategic Public Management Journal, 5*(10), 12–30. https://doi.org/10.25069/spmj.498167.

TÜRK DEVLETLERİ TEŞKİLATI'NDA KAMU DİPLOMASİSİ VE İKTİSADİ UYUM: KURUMSAL SİNERJİ VE ÇOK BOYUTLU BAŞARI KRİTERLERİ

Dr. Öğr. Üyesi, Bayezid GÜLCAN[1] / Doç. Dr. Ali YILDIRIM[2]

1Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, İ.İ.B.F, bgulcan@gmail.com, ORCID: 0000-0002-4250-9425

2 Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, İ.İ.B.F, aliyildirimdoc@gmail.com, ORCID: 0000-0002-1400-8121

Özet

Türk Devletleri Teşkilatı (TDT) bünyesinde yürütülen kamu diplomasisi faaliyetleri ile iktisadi uyum süreçleri arasındaki kurumsal sinerji, değişen küresel denklemde giderek daha belirleyici bir rol oynamaktadır. Bu artan etkinliğin ve belirleyici rolün temelinde, teşkilatın tarihsel süreç içerisinde geçirdiği yapısal dönüşüm yatmaktadır. Nitekim bu değişim, yumuşak güç unsurlarının somut iktisadi hedeflerle nasıl başarılı bir şekilde uyumlaştırıldığını anlamak açısından bir inceleme alanı sunmaktadır. Bu bağlamda çalışma, Soğuk Savaş sonrasında kültürel ve dilsel bir dayanışma platformu olarak ortaya çıkan TDT'nin, günümüzde jeo-ekonomik ve stratejik bir uyum modeline dönüşümünü kamu diplomasisi ve iktisadi derinleşme ekseninde incelemektedir. Araştırmanın temel amacı, teşkilat bünyesinde yürütülen kamu diplomasisi stratejilerinin, üye ülkeler arasındaki ticaretin kolaylaştırılması, lojistik hatlar ve finansal mekanizmalar gibi iktisadi uyum süreçleriyle nasıl bir kurumsal sinerji ürettiğini ortaya koymaktır. Nitel araştırma deseni benimsenerek belge incelemesi ve kuramsal sentez yönteminin uygulandığı çalışmada; liberal kurumsalcılık, yeni bölgeselcilik, karmaşık karşılıklı bağımlılık ve inşacı yaklaşımlardan yararlanan disiplinler arası bir teorik çerçeve kurulmuştur. Araştırma bulguları, TÜRKSOY, Türk Akademisi ve Orhun Değişim Programı gibi eğitim ve kültür diplomasisi araçlarıyla inşa edilen bilişsel güven ve ortak kimlik zeminine işaret etmektedir. Oluşan bu güven iklimi, Basitleştirilmiş Gümrük Hattı, Trans-Hazar Uluslararası Taşıma Güzergahı (Orta Koridor), enerji nakil hatları (TANAP vb.) ve Türk Yatırım Fonu (TYF) gibi somut iktisadi ve lojistik mekanizmaların hayata geçmesini hızlandırmıştır. Karşılıklı olarak, elde edilen bu jeo-ekonomik kazanımlar ve bağlantısallık kapasitesi, TDT'nin uluslararası alandaki rekabetçi kimliğini tahkim ederek küresel ölçekte bir akıllı güç çarpanına dönüşmektedir. Bu bağlamda çalışma gümrüklerin tam dijitalleşmesi, Orta Koridor'un yeşil standartlara uyumu, TYF'nin sermaye kapasitesinin genişletilmesi ve ortak stratejik kriz iletişim merkezinin kurulması yönünde somut politika önerileri sunulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Türk Devletleri Teşkilatı, İktisadi Uyum, Kurumsal Sinerji, Orta Koridor

PUBLIC DIPLOMACY AND ECONOMIC COHESION IN THE ORGANIZATION OF TURKIC STATES: INSTITUTIONAL SYNERGY AND MULTIDIMENSIONAL SUCCESS CRITERIA

Dr. Öğr. Üyesi, Bayezid GÜLCAN[1] / Doç. Dr. Ali YILDIRIM[2]

1Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, İ.İ.B.F, bgulcan@gmail.com, ORCID: 0000-0002-4250-9425

2 Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, İ.İ.B.F, aliyildirimdoc@gmail.com,

ORCID: 0000-0002-1400-8121

Abstract

The institutional synergy between public diplomacy activities and economic adjustment processes within the Organization of Turkic States (OTS) is playing an increasingly decisive role in the changing global equation. This growing effectiveness and decisive role is rooted in the structural transformation the organization has undergone throughout its history. Indeed, this transformation offers a field of study for understanding how soft power elements are successfully harmonized with concrete economic goals. In this context, the study examines the transformation of the OTS, which emerged as a platform for cultural and linguistic solidarity after the Cold War, into a geo-economic and strategic adjustment model today, focusing on public diplomacy and economic deepening. The main objective of the research is to reveal how public diplomacy strategies within the organization generate institutional synergy with economic adjustment processes such as trade facilitation, logistics lines, and financial mechanisms among member states. Adopting a qualitative research design and applying document analysis and theoretical synthesis methods, the study establishes an interdisciplinary theoretical framework drawing on liberal institutionalism, neoregionalism, complex interdependence, and constructivist approaches. The research findings point to a foundation of cognitive trust and shared identity built through educational and cultural diplomacy tools such as TÜRKSOY, the Turkic Academy, and the Orhun Exchange Program. This climate of trust has accelerated the implementation of concrete economic and logistical mechanisms such as the Simplified Customs Line, the Trans-Caspian International Transport Route (Middle Corridor), energy transmission lines (TANAP, etc.), and the Turkish Investment Fund (TYF). Mutually, these geo-economic gains and connectivity capacity strengthen the competitive identity of the Turkish Trade and Development Organization (TDT) in the international arena, transforming it into a smart power multiplier on a global scale. In this context, the study presents concrete policy recommendations for the full digitalization of customs, the compliance of the Middle Corridor with green standards, the expansion of the TDF's capital capacity, and the establishment of a joint strategic crisis communication center.

Keywords: Organization of Turkic States, Economic Integration, Institutional Synergy, Mid Lane

GİRİŞ

Küresel siyaset ve uluslararası ilişkiler disiplini, yirmi birinci yüzyılın başından itibaren hem yapısal hem de aktör bazlı çok katmanlı bir dönüşüm sürecinden geçmektedir. Küresel sistemde artan belirsizlikler ve devletlerarası güç mücadelelerinin tetiklediği karmaşık jeopolitik krizler, düzen ve barışı korumak üzere tasarlanmış mevcut normların ve geleneksel uluslararası sistemin işlevselliğinde ciddi zayıflamalara yol açmıştır (Brunk & Hakimi, 2022). Bu istikrarsızlık döneminde, liberal kurumsalcı perspektifin de vurguladığı üzere, uluslararası örgütler salt birer iş birliği platformu olmanın ötesine geçerek tekrarlanan etkileşimleri teşvik eden, şeffaflığı artıran, işlem maliyetlerini düşüren ve üye devletler arasında öngörülebilirlik ile güven tesis eden merkezi mekanizmalar olarak yeniden değer kazanmıştır (Keohane & Nye, 1977; Keohane, 1984). Bu bağlamda, Avrasya coğrafyasında Soğuk Savaş sonrası ortaya çıkan güç boşluğunu ve siyasi yeniden yapılanma sürecini müteakip, Türk Cumhuriyetleri arasında şekillenen ortak kimlik ve bölgesel iş birliği arayışları stratejik bir zorunluluk haline gelmiştir. Önceleri "Türk Dili Konuşan Ülkeler Zirveleri" ve "Türk Konseyi" gibi isimler altında kültürel ve dilsel ortaklıklara vurgu yapan bu yapılaşma, 2021 yılındaki İstanbul Zirvesi ile birlikte kurumsal kimliğini Türk Devletleri Teşkilatı (TDT) olarak yenilemiş ve uyum vizyonunu derinleştirmiştir. TDT'nin kuruluş felsefesi, bölgesel uyumlaştırmanın bir ön koşulu olarak Türkleri ortak bir alana entegre etme ve uluslararası arenada haklarını konsolide edilmiş bir biçimde savunma arzusuna dayanmaktadır. Tarihsel bağlar, ortak hedefler ve Türkçe konuşan ülkelerin yaşadığı sorunların benzerliği, Türkleri bölgesel ve küresel ölçekte bir araya getiren en önemli itici güçlerden biri olmuştur (Babanli, 2025). Teşkilatın bu birleştirici yaklaşımı, üye devletlerin kültürel mirasını ve değerlerini küresel çapta bir diplomatik güce dönüştürmeyi amaçlayan 2040 Türk Dünyası Vizyonu belgesi ile daha da somutlaşmıştır (Akıllı & Kim, 2024).

Günümüz bölgesel örgütlenmelerinin sadece söylemsel ve kültürel bağlarla küresel rekabete dayanması mümkün değildir. Uluslararası uyum, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin potansiyellerini birbirine bağlayan temel eğilimlerden biri haline gelmiştir ve bu bütünleşmenin sürdürülebilirliği büyük ölçüde iktisadi iş birliği ile desteklenmelidir (Babanli, 2025). TDT üyesi devletler, zayıflayan küreselleşme dalgalarına karşı ortak çıkarlarını koruyabilmek için, coğrafi sınırları aşan enerji ve ulaştırma koridorları inşa etmek, mal ve hizmet ticaretini derinleştirmek ve Avrupa Birliği (AB) gibi diğer bölgesel aktörlerle bağlarını güçlendirmek durumundadır (Akıllı & Kim, 2024). Bu noktada, yumuşak güç inşasının kritik bir aracı olan kamu diplomasisi ile teşkilatın iktisadi iş birliği hedefleri birbirini besleyen organik bir yapıya dönüşmektedir. Nitekim son dönem akademik çalışmalarda, TDT'nin kamu diplomasisi ve yumuşak güç konusunda bütüncül ve stratejik bir yaklaşım geliştirmesi gerektiğini, iletişim stratejileri aracılığıyla imajını ve itibarını güçlü biçimde yönetmesinin zorunlu olduğu vurgulanmaktadır (Köksoy, 2025). Literatürde, teşkilatın iletişim politikaları ile iktisadi hedefleri sıklıkla birbirini tamamlamayan ayrı başlıklar halinde ele alınmaktadır. Dolayısıyla bu çalışmada, TDT'nin kalıcı bölgesel ve küresel başarı elde etmesinde, kamu diplomasisi araçları ile iktisadi uyum mekanizmaları arasındaki karşılıklı bağımlılığın kurumsal sinerjiye dönüşme kapasitesi nedir ve bu çok boyutlu başarının kriterleri nelerdir?" sorusuna bir yanıt aranmaktadır. Bu amaçla çalışmada TDT bünyesinde yürütülen kamu diplomasisi stratejilerinin ve teşkilat imajının, üye ülkeler arasındaki iktisadi uyum süreçleri ile nasıl bir kurumsal sinerji oluşturduğunu saptamak, Türk lehçelerindeki müşterekler ve tarihsel akrabalık temelinin ötesine geçerek teşkilatın modern bir dış politika aygıtı olarak kamu diplomasisini nasıl kurumsallaştırdığını ve bu sosyo-kültürel altyapının ticari, finansal ve lojistik bütünleşmeye nasıl stratejik zemin hazırladığını ortaya koymak hedeflenmektedir.

Çalışma, Soğuk Savaş sonrası dönemde Türk Cumhuriyetleri arasındaki kurumsal diyaloğun filizlendiği 1990'lı yıllardan başlayarak, bölgesel krizlerin stratejik birlikteliği adeta bir zorunluluğa dönüştürdüğü 2025 yılına kadarki jeopolitik süreci (Özdemir, 2024) içermektedir. Kapsam dahilinde özellikle TDT'nin 2040 vizyonunu belirlediği İstanbul Zirvesi ve sonrası dönemdeki yapısal kararları incelenecektir. Ayrıca, değişen uluslararası ilişkiler ortamında kamu diplomasisinin son derece önemli bir aktörü haline gelen diaspora olgusu da incelenecek; diaspora diplomasisinin farklı devletler düzeyinde nasıl daha aktif kullanılabileceğine dair geliştirilen ortak

stratejiler çalışmanın kapsama alanına dahil edilecektir. Bu noktadan hareketle çalışma, söz konusu yenilikçi kamu diplomasisi inisiyatiflerinin yalnızca kültürel bir ihracat kalemi olmakla kalmayıp turizm, dış ticaret, karşılıklı sermaye yatırımı ve ortak pazar inşası gibi alanlarda ekonomik büyümeyi canlandıracak doğrudan ekonomik sonuçlar doğuracağını iddia ederek literatüre özgün bir katkı sunmaktadır. Bölgesel bir aktör olarak Türkiye'nin ve diğer orta güç konumundaki üye devletlerin TDT'yi jeopolitik çıkarlarını maksimize etmek ve bölgesel güvenliği tahkim etmek için yapısal bir enstrüman olarak nasıl kullandığı bu karşılıklı bağımlılık teorisi ışığında daha net bir biçimde kavranabilecektir. Çalışmanın temel sınırlılıklarından biri, TDT üyesi devletler arasındaki iktisadi, coğrafi ve demografik asimetrilerdir. Üye ülkelerin sahip olduğu farklı dış politika öncelikleri ve küresel aktörlerle geliştirdikleri ikili bağımlılıklar, bölgesel düzeyde tam bir ortak strateji üretilmesini ve bütüncül bir bölgesel pazar inşasını zaman zaman yavaşlatabilmektedir. Ancak çalışmada, teşkilatın mevcut kurumsal eksikliklerinden ziyade, başarılı olma potansiyeli taşıyan mekanizmalara ve vizyonel projelere odaklanarak analiz yapılması tercih edilmektedir. Diğer bir sınırlılık ise, TDT'nin "Konsey" yapısından "Teşkilat" statüsüne geçişinin oldukça yeni olması sebebiyle, kurumun iktisadi anlaşmalarına ve yapısal fonlarına dair ampirik nicel verilerin henüz tam anlamıyla olgunlaşmamış olmasıdır. Bununla birlikte, mevcut stratejik belgeler, diaspora çalışmaları ve jeopolitik eğilimler teşkilatın yörüngesini bilimsel düzlemde tahlil etmek için güvenilir bir zemin sağlamaktadır.

1. BÖLGESEL BÜTÜNLEŞME ve KAMU DİPLOMASİSİ KESİŞİMİ

TDT'nin kurumsal yapısını, iletişim stratejilerini ve iktisadi hedeflerini bütüncül bir biçimde analiz edebilmek için birbiriyle sıklıkla etkileşime giren iki temel teorik hattın yani kamu diplomasisi ve yeni bölgeselcilik kesişim noktalarının incelenmesi gerekmektedir. Bu bölümde, kültürel ve iletişimsel araçların, rasyonel ekonomik çıkarlarla nasıl örtüştüğü teorik bir zemine oturtulmaktadır.

1.1. Yumuşak Güç ve Kamu Diplomasisinin Modern Teorik Yönelimleri

Geleneksel diplomasi, devletlerin resmi temsilcileri aracılığıyla kapalı kapılar ardında yürüttükleri müzakerelere dayanmaktadır. Ancak küreselleşme, enformasyon devrimi ve devlet-dışı aktörlerin yükselişi, diplomasinin doğasını dönüştürmüştür. Bu dönüşümün merkezinde, Nye (1990) tarafından uluslararası ilişkiler literatürüne kazandırılan ve daha sonra kapsamlı bir biçimde kavramsallaştırılan yumuşak güç olgusu yer almaktadır. Nye (2004), yumuşak gücü bir aktörün istediklerini zorlama veya maddi teşvikler yerine, cazibe ve ikna yoluyla elde etme yeteneği olarak tanımlamaktadır. Bir devletin veya uluslararası örgütün yumuşak gücü temel olarak üç kaynağa dayanmaktadır. Bunlar kültür, siyasi değerler ve dış politika olarak ifade edilmektedir (Nye, 2008). Kamu diplomasisi ise, yumuşak gücü mobilize eden, somutlaştıran ve operasyonel hale getiren en temel stratejik iletişim aracıdır. Modern teorik yönelimlerde kamu diplomasisi, Soğuk Savaş döneminin tek yönlü devletten-yabancı halka propaganda veya enformasyon aktarımından ibaret olan geleneksel yapısından sıyrılmıştır. Melissen (2005), Yeni Kamu Diplomasisi kavramını tartışırken, iletişim süreçlerinin artık tek sesli değil, karşılıklı etkileşime dayalı ve ağ merkezli olduğuna dikkat çekmektedir. Benzer şekilde Cull (2008), kamu diplomasisinin dinleme, kültürel diplomasi, değişim programları, uluslararası yayıncılık ve savunuculuk olmak üzere beş temel unsuru barındırdığını ifade etmektedir.

TDT bağlamında düşünüldüğünde, üye devletlerin ortak tarih, dil ve kültürel mirası, Nye'ın bahsettiği cazibe unsurunun doğal bir rezervidir. Ancak güncel yaklaşımlar, salt kültürel akrabalığın modern uluslararası sistemde etkili bir güç olmak için yetersiz olduğunu, bu potansiyelin Castells'in (2008) küresel kamu alanı olarak adlandırdığı iletişim ağlarında stratejik anlatılarla işlenmesi gerektiğini savunmaktadır. Dolayısıyla TDT'nin kamu diplomasisi, geleceğe yönelik güven, ortak refah ve dayanışma söylemini (Roselle vd, 2014) uluslararası sisteme dahil etme stratejisi olarak kavramsallaştırılmalıdır.

1.2. Yeni Bölgeselcilik ve İktisadi Uyum Modelleri

Soğuk Savaş sonrası dönemde ivme kazanan Yeni Bölgeselcilik yaklaşımı, 1950'li ve 1960'lı yılların içe kapanık, korumacı ve salt gümrük birliklerine dayanan eski bölgeselciliğinden pratik düzeyde ayrışmaktadır (Hettne & Söderbaum, 2000). Eski bölgeselcilik genellikle iki kutuplu sistemin güvenlik kaygılarıyla şekillenirken; yeni bölgeselcilik açık bölgeselcilik ilkelerine dayanan, çok boyutlu, devlet dışı aktörleri kapsayan ve küreselleşme süreçlerine eklemlenmeyi hedefleyen bir olgudur (Fawcett, 2004).

Yeni bölgeselcilik literatüründe uyum, yalnızca devletlerin merkezden aldığı kararlarla değil, toplumların, sermayenin ve kültürel ağların karşılıklı etkileşimiyle de sağlanabilir. Hettne (1999), bölgeselleşme sürecini bölgesel alanın artması olarak tanımlarken coğrafi bir birimin, sosyal, kültürel, ekonomik ve politik bir bütüne dönüşme evrelerini vurgulamaktadır. TDT üyesi devletler arasındaki etkileşim, bu bölgesellik derecesi kavramı üzerinden okunduğunda, ortak dil ve tarih şuurunun üzerine inşa edilen bir ekonomik ve politik kimlik inşası sürecini ifade etmektedir.

İktisadi uyum bağlamında ise, kurucu teorisyenlerden Balassa'nın (1961) aşamalı entegrasyon modeli literatürün belkemiğini oluşturmaktadır. Balassa, iktisadi bütünleşmeyi serbest ticaret bölgesi, gümrük birliği, ortak pazar, ekonomik birlik ve tam ekonomik bütünleşme olarak beş aşamada sınıflandırmaktadır. TDT, henüz bu modelin ileri aşamalarında olmasa da ticaretin kolaylaştırılması, gümrük prosedürlerinin basitleştirilmesi ve yatırım fonlarının kurulması gibi adımlarla ilk aşamaları kurumsallaştırma çabasındadır. Bu noktada Mattli (1999), bölgesel entegrasyonların başarılı olabilmesi için hem ekonomik talep hem de siyasi arz koşullarının eşzamanlı olarak karşılanması gerektiğini ileri sürmektedir. Bu açıdan bakıldığında TDT'nin son yıllardaki kurumsal atılımları, politik iradenin güçlü bir şekilde ortaya konduğunu göstermektedir.

1.3. Kamu Diplomasisi ve Ekonomik İş birliği Arasındaki Karşılıklı Bağımlılık

Kamu diplomasisi ile iktisadi iş birliği arasındaki etkileşim, temelde Keohane ve Nye'ın (1977) *Karmaşık Karşılıklı Bağımlılık* teorisiyle açıklanabilir. Bu teori, devletler arası ilişkilerde askeri gücün hiyerarşik üstünlüğünün azaldığını ekonomik, kültürel ve kurumsal bağların devletleri birbirine derinden entegre ettiğini savunur. Ancak bu ilişkinin psiko-sosyal boyutunu açıklamak için inşacı teorinin katkılarına da başvurulmalıdır. Wendt'e (1999) göre aktörlerin kimlikleri ve çıkarları sabit değildir. Dolayısıyla etkileşim süreçleri içinde karşılıklı olarak inşa edilir. Bu bağlamda, kamu diplomasisi araçlarıyla beslenen ortak kimlik ve biz duygusu, devletler arasındaki işlem maliyetlerini düşüren, güvensizliği ortadan kaldıran ve ekonomik iş birliğini hızlandıran temel bir katalizördür.

Neo-işlevselci yaklaşımın kurucusu Haas (1958), entegrasyonun temel mekanizması olarak yayılma/taşma etkisini kavramsallaştırmıştır. Haas'a göre, dar ve teknik bir alanda başlayan iş birliği, zamanla diğer ekonomik ve politik alanlara yayılma eğilimi gösterir. TDT'nin tarihsel evrimi bu yayılma/taşma etkisinin somut bir örneğidir. 1990'larda TÜRKSOY gibi kurumlarla tamamen kültürel diplomasi temelinde atılan adımlar, zamanla ekonomik güven oluşturmuş ve günümüzde Türk Yatırım Fonu, Orta Koridor lojistik anlaşmaları ve ortak ticaret odaları gibi saf iktisadi entegrasyon mekanizmalarına sıçramıştır. Ayrıca, rekabetçi kimlik ve ulus markalaşması çalışmalarının öncülerinden Anholt (2007), başarılı bir kamu diplomasisi ve olumlu bir ortak imajın, doğrudan yabancı yatırımı çekmek, turizmi canlandırmak ve ihracat ürünlerinin katma değerini artırmak gibi somut makroekonomik sonuçlar doğurduğunu ampirik olarak ortaya koymuştur. TDT örneğinde, teşkilatın başarılı bir kamu diplomasisi yürüterek Avrasya'da istikrar, iş birliği ve kalkınma merkezi olarak markalaşması, sadece üye ülkelerin kendi aralarındaki ticareti artırmakla kalmayacak aynı zamanda Çin ile Avrupa arasındaki ticari hatlarda teşkilatı vazgeçilmez bir ekonomik cazibe merkezi haline getirecektir.

2. TÜRK KONSEYİ'NDEN TÜRK DEVLETLERİ TEŞKİLATI'NA YAPISAL DÖNÜŞÜM

Türk Devletleri Teşkilatı'nın bugünkü kurumsal olgunluğuna ulaşması, uluslararası ilişkiler disiplinindeki konjonktürel değişimlerin ve Avrasya jeopolitiğindeki güç dengelerinin doğrudan bir yansımasıdır. Teşkilatın yapısal dönüşümü duygusal ve kültürel bağların rasyonel ve kurumsallaşmış birçok taraflı diplomasi aygıtına dönüşüm sürecini ifade etmektedir.

Soğuk Savaş'ın sona ermesiyle bağımsızlıklarını kazanan Orta Asya ve Kafkasya'daki Türk Cumhuriyetleri ile Türkiye arasındaki ilişkilerin ilk dönemi, yüksek bir duygu yoğunluğu ve büyük ölçüde romantik pan-Türkist beklentilerle şekillenmiştir (Aydın, 1996). 1992 yılında Ankara'da düzenlenen "Türk Dili Konuşan Ülkeler Zirvesi", devlet başkanları düzeyinde bu sürecin ilk çok taraflı siyasi platformu olarak kayıtlara geçmiştir. Ancak 1990'lı yıllar boyunca devam eden bu zirveler süreci, somut ve bağlayıcı kararların alınmadığı, yasal bir altyapısı bulunmayan, istişari ve sembolik nitelikteki toplantılar olarak kalmaktan öteye gidememiştir (Winrow, 1995). Zamanla uluslararası sistemin tek kutuplu yapıdan çok kutupluluğa evrilmesi, değişen küresel güvenlik mimarisi ve Avrasya coğrafyasının enerji-lojistik hatları bağlamında artan stratejik önemi, bu devletleri dış politikalarında daha rasyonel ve kurumsal bir zeminde birleşmeye zorlamıştır (Erşen & Köstem, 2019). Bu rasyonelleşme evresinin en somut ve tarihi çıktısı, 3 Ekim 2009 tarihinde imzalanan Nahçıvan Anlaşması ile "Türk Dili Konuşan Ülkeler İş Birliği Konseyi"nin kurulması olmuştur. Nahçıvan Anlaşması, 17 yıllık düzensiz zirveler sürecini, uluslararası tüzel kişiliği ve kalıcı bir sekreteryası olan meşru bir uluslararası yapıya dönüştürmüştür. Kurumsallaşmanın zirve noktası ise 2021 yılında İstanbul'da gerçekleştirilen 8. Zirve'dir. Bu zirvede yapının adı "Türk Devletleri Teşkilatı" (TDT) olarak değiştirilmiş; uluslararası ilişkiler literatüründe bu hamle, üyeler arasındaki hedeflerin iş birliği düzeyinden, çok daha derin ve yapısal bir bağ olan entegrasyon aşamasına geçtiğinin açık bir diplomatik ilanı olarak değerlendirilmiştir.

Yeni bölgeselcilik teorilerine göre kurumsal kapasite ve yasal bağlayıcılık, bölgesel örgütlerin uluslararası sistemdeki etkililiğini ve uzun ömürlülüğünü belirleyen en temel değişkenlerdir (Kembayev, 2009). Bu bağlamda TDT, uluslararası hukuk normlarına uygun, hiyerarşik ve eşgüdümlü bir kurumsal mimari inşa etmiştir. Teşkilatın en üst karar alma organı, üye devletlerin liderlerinden oluşan Devlet Başkanları Konseyi'dir. Teşkilatın genel vizyonu, siyasi öncelikleri ve makroekonomik hedefleri bu konseyde oybirliği ilkesiyle belirlenmektedir. Kararlarda oybirliğinin aranması, post-Sovyet mekânında devletlerin egemenlik eşitliğine ve bağımsız karar alma süreçlerine duydukları tarihsel hassasiyetin bir yansımasıdır (Kembayev, 2009). Alınan siyasi kararların uygulanması ve ortak dış politika koordinasyonu ise Dışişleri Bakanları Konseyi tarafından yürütülmektedir.

Teşkilatın bürokratik hafızasını, günlük diplomatik işleyişini ve projelerin takibini üstlenen icracı organ, merkezi İstanbul'da bulunan Sekretarya'dır. TDT'yi diğer klasik uluslararası organizasyonlardan ayıran en özgün kurumsal organ ise Aksakallar Konseyi'dir. Türk tarihsel ve kültürel dokusuna uygun olan bu danışma mekanizmasının modern bir teşkilat yapısına entegre edilmesi, yerel değerlerin kurumsallaştırılarak kamu diplomasisi aracına dönüştürülmesinin literatürdeki nadir örneklerindendir. Ayrıca teşkilatın şemsiyesi altında özerk ancak eşgüdümlü olarak faaliyet gösteren siyasi alanda TÜRKPA (Türk Dili Konuşan Ülkeler Parlamenter Asamblesi), kültürel diplomaside TÜRKSOY, bilimsel araştırmalarda Türk Akademisi ve finansal altyapıda Türk Yatırım Fonu (TYF) gibi ihtisaslaşmış kurumların varlığı, neo-işlevselci teorinin öngördüğü teknik iş birliklerinin sektörel yayılımını sağlamaktadır (Purtaş, 2017).

Teşkilatın kurumsal evrimindeki en önemli stratejik yol haritası, 2021 yılında İstanbul Zirvesi'nde kabul edilen "Türk Dünyası 2040 Vizyonu" belgesidir. Bu belge, TDT'yi soydaşlık temeline dayalı bir dayanışma platformundan çıkararak ekonomik, güvenlik, dijitalleşme ve insani kalkınma eksenlerinde iddialı makro hedefleri olan, proaktif bir jeopolitik aktöre dönüştürme amacını belgelemiştir. Belgenin metin analizi yapıldığında, küresel tedarik zincirlerinin yeniden yapılandığı bir dönemde bağlantısallık ve çok boyutlu ekonomik entegrasyon kavramlarının stratejinin tam merkezine yerleştirildiği açıkça görülmektedir.

Vizyon 2040 üye devletler arasında mal, sermaye, hizmet ve teknolojinin serbest dolaşımını kademeli olarak teşvik etmeyi, gümrük prosedürlerini dijital ve uyumlu hale getirmeyi, Trans-Hazar Uluslararası Taşıma Güzergahı (Orta Koridor) gibi stratejik lojistik ağlarını kapasite olarak genişletmeyi ve bölgesel enerji arz güvenliğini ortaklaşa garanti altına almayı hedeflemektedir. Literatürde bu durum, TDT'nin yalnızca içe dönük korumacı bir yapıdan ziyade Avrupa, Çin ve Güney Asya pazarlarıyla entegre olmayı amaçlayan açık bölgeselcilik modelini benimsediğini ortaya koymaktadır (Aras & Akpınar, 2015).

Ekonomik hedeflerin yanı sıra, Vizyon belgesinin öne çıkan bir diğer kritik boyutu, kamu diplomasisine biçilen doğrudan roldür. Belge, Türk dünyasının ortak tarihi mirasının küresel alanda doğru bir anlatıyla tanıtılmasını, üye ülke diasporalarının üçüncü ülkelerde eşgüdümlü lobi ve savunuculuk faaliyetleri yürütmesini ve dezenformasyona karşı ortak medya ve iletişim stratejilerinin kurumsallaştırılmasını elzem görmektedir. Bu stratejik yönelim, TDT'nin iktisadi altyapı projelerini hayata geçirirken ihtiyaç duyduğu siyasi güveni ve uluslararası meşruiyeti sağlamada doğrudan bir yumuşak güç çarpanı konumuna getirdiğini göstermektedir.

3. TÜRK DEVLETLERİ TEŞKİLATI BÜNYESİNDE KAMU DİPLOMASİSİ STRATEJİLERİ VE YUMUŞAK GÜÇ İNŞASI

Uluslararası örgütlerin bölgesel ve küresel ölçekte etkinliklerini sürdürebilmeleri, yalnızca maddi kapasitelerine ve rasyonel çıkarların uyumlaştırılmasına bağlı değildir. Modern diplomasi teorileri, devletlerin ve uluslararası örgütlerin uluslararası sistemdeki meşruiyetlerinin, kendi anlatılarını inşa etme ve ortak kimliklerini stratejik bir iletişim süreciyle dış dünyaya aktarma kapasiteleriyle doğrudan orantılı olduğunu vurgulamaktadır (Miskimmon vd., 2013). Bu bağlamda Türk Devletleri Teşkilatı (TDT), üye devletler arasındaki tarihsel, dilsel ve kültürel ortaklıkları ham bir aidiyet duygusundan çıkararak; bölgesel istikrar, entegrasyon ve iş birliğini teşvik eden kurumsallaşmış bir yumuşak güç stratejisine dönüştürmeyi hedeflemektedir.

Kamu diplomasisi stratejisinin en köklü ve işlevsel bacağı kültürel diplomasidir. Kültürel diplomasi, devletlerin ulusal çıkarlarını desteklemek amacıyla bilgi, sanat ve dil gibi kültürel unsurların uluslararası aktörlerle paylaşılması sürecidir (Cull, 2008). Teşkilat şemsiyesi altında bu görevi üstlenen ana aktör, 1993 yılında kurulan ve literatürde sıklıkla "Türk Dünyasının UNESCO'su" olarak nitelendirilen Uluslararası Türk Kültürü Teşkilatı'dır (TÜRKSOY) (Purtaş, 2017). TÜRKSOY'un her yıl farklı bir şehri Türk Dünyası Kültür Başkenti ilan etmesi, kültürel bir kutlamanın ötesinde kentsel markalaşma, turizm teşviki ve sivil toplumlar arası yatay iletişimin güçlendirilmesine yönelik stratejik bir diplomatik hamle olarak görülmektedir (Akıllı, 2021).

Kültürel ortaklıkların sürdürülebilir bir entegrasyona dönüşebilmesi için akademik bir zemin de gerekmektedir. TDT bünyesinde Kazakistan'ın başkenti Astana'da kurulan Türk Akademisi, ortak Türk tarihi, edebiyatı ve coğrafyası üzerine yürüttüğü müfredat çalışmalarıyla bu zemini inşa etmektedir. Söz konusu ortak tarih ders kitaplarının üye ülkelerin ulusal eğitim sistemlerine entegre edilmesi çabası, inşacı teorinin temel argümanlarından olan kimliğin eğitim yoluyla sosyalleştirilmesi sürecinin somut bir örneğini yansıtmaktadır. Diğer taraftan, uyum ve bütünleşme süreçlerinin elit düzeyden halk düzeyine inebilmesi için hareketlilik programları kritik öneme sahiptir. TDT bünyesindeki Türk Üniversiteler Birliği (TÜRKÜNİB) çatısı altında hayata geçirilen Orhun Değişim Programı, bu ihtiyaca binaen oluşturulmuştur. Avrupa Birliği'nin kurumsal kimliğinin inşasında Erasmus programının oynadığı role benzer şekilde, Orhun Değişim Programı da Türk Cumhuriyetleri'ndeki üniversite öğrencileri ve akademisyenler arasında bir etkileşim ağı kurmaktadır. Güvenlik topluluğu kuramında kavramsallaştırıldığı üzere toplumlar arasındaki yoğun eğitim ve kültür iletişim ağları, zamanla çatışma ihtimalini ortadan kaldıran güçlü bir biz duygusu oluşturmaktadır (Deutsch vd., 1957).

Uluslararası sistemdeki enformasyon akışının hızı ve dijitalleşme, diplomatik etki oluşturma sürecinde medyayı başat aktör haline getirmiştir. Miskimmon vd., (2013), devletlerin ve örgütlerin kendi politikalarını meşrulaştırmak için stratejik anlatılar kullandıklarını ve bu anlatıların medyanın yapısal gücü olmaksızın küresel kamuoyuna ulaşamayacağını ileri sürmektedirler.

TDT, üye ülkeler arasındaki medya eşgüdümünü sağlamak için periyodik olarak Medya ve Enformasyondan Sorumlu Bakanlar Toplantıları düzenlemektedir. Bu toplantıların temel motivasyonu, Batılı veya diğer hegemonik medya organlarının ürettiği taraflı haber akışlarına karşı alternatif, yerel ve güvenilir bir bilgi ağı oluşturmaktır (Yılmaz & Aslan, 2022). Kamu yayıncıları arasındaki haber ve belgesel değişimi, ortak dizi film projeleri ve Türk dünyasına yönelik yayın yapan TRT Avaz gibi tematik kanalların varlığı, bölgesel meselelerde ortak söylemin hızlıca üretilmesini sağlamıştır. Ayrıca, son dönem zirvelerinde sıkça vurgulanan dezenformasyonla ortak mücadele kararları, teşkilatın geleneksel kamu diplomasisinden, hibrit tehditlere karşı konumlanmış dijital kamu diplomasisi aşamasına geçtiğini göstermektedir.

Kamu diplomasisi literatüründe diaspora diplomasisi, anavatanın sınırları dışında yaşayan göçmen toplulukların dış politika süreçlerine aktif katılımını ifade eden yükselen bir çalışma alanıdır (Gamlen, 2014). TDT, diaspora diplomasisini geleneksel ulus-devlet sınırlarının ötesine taşıyarak kurumsallaştıran nadir bölgesel örgütlerden biri olarak görülmektedir.

Batı Avrupa, ABD ve Rusya başta olmak üzere dünyanın çeşitli bölgelerinde yaşayan Türk dili konuşan topluluklar, TDT'nin benimsediği *Türk Konseyi Diaspora Ortak Eylem Planı* çerçevesinde üçüncü ülkelerde birbirlerinin çıkarlarını savunmaya teşvik edilmektedir. Bu bağlamda, örneğin ABD'deki bir Azerbaycan diasporası mensubu ile bir Türk diasporası mensubunun, Washington'daki lobi faaliyetlerinde senkronize hareket etmesini öngören bir diplomatik altyapı inşa edilmektedir (Erşen & Köstem, 2019). Sivil toplum kuruluşlarının ve kanaat önderlerinin bu sürece dahil edilmesi, Yeni Kamu Diplomasisi'nin öngördüğü ağ merkezli ve çok aktörlü iletişim modelinin TDT tarafından bölgesel çıkarlara uyarlandığını kanıtlamaktadır.

4. İKTİSADİ UYUM DİNAMİKLERİ VE BAĞLANTISALLIK

İktisadi uyum ve fiziksel bağlantısallık bu birliğin maddi zeminini inşa etmektedir. TDT'nin vizyonu, neo-işlevselci yaklaşımın öngördüğü üzere, kültürel/dilsel yakınlığı zamanla derinleşen ticari, finansal ve lojistik bir iş birliği ağına dönüştürmektir. Bu bağlamda TDT'nin iktisadi uyum dinamikleri ticaretin kolaylaştırılması, ulaştırma koridorlarının inşası, enerji güvenliği ve finansal kurumsallaşma olmak üzere dört temel sütun üzerinde yükselmektedir.

Bölgesel entegrasyon teorisinin kurucularından Balassa (1961), ekonomik bütünleşmenin ilk ve en kritik aşamasının ticaret engellerinin kaldırılarak üye devletler arasında serbest bir pazarın inşası olduğunu belirtmektedir. TDT üyesi ülkelerin iktisadi yapıları incelendiğinde, tarihsel olarak dışa kapalı Sovyet ekonomik modelinden piyasa ekonomisine geçiş süreçlerinde farklı evrelerde oldukları görülmektedir (Pomfret, 2019). Bu yapısal farklılıklar ve bazı üye devletlerin aynı zamanda Rusya liderliğindeki Avrasya Ekonomik Birliği'ne (AEB) üye olması, TDT bünyesinde klasik anlamda dışa kapalı bir gümrük birliği kurulmasını yasal ve pratik olarak zorlaştırmaktadır. Viner'in (1950) ticaret saptırıcı etkilerine karşı, TDT'nin stratejisi daha ziyade ticaret yaratıcı bir model olan ticareti kolaylaştırma üzerine kuruludur. Bu bağlamda TDT'nin odaklandığı temel politika, gümrük prosedürlerinin dijitalleştirilmesi, tarife dışı engellerin asgariye indirilmesi ve e-TIR (Elektronik TIR Karnesi) gibi yenilikçi sınır geçiş mekanizmalarının uyumlaştırılmasıdır. Yeni Kurumsal İktisat perspektifinden bakıldığında, North'un (1990) altını çizdiği işlem maliyetlerinin düşürülmesi, ortak bir pazarın oluşması için gerekli görülmektedir. TDT bünyesinde imzalanan "Basitleştirilmiş Gümrük Hattı Anlaşması", sınır kapılarındaki bekleme sürelerini ve bürokratik işlem maliyetlerini azaltarak, üye ülkeler arasındaki bölge içi ticaret hacmini stratejik hedeflere ulaştırmayı amaçlayan rasyonel bir kurumsal adımdır.

Yirmi birinci yüzyılın jeo-ekonomik rekabeti, büyük ölçüde tedarik zincirlerinin kontrolü ve alternatif ulaştırma koridorlarının inşası üzerinden yürütülmektedir. Küresel ticaretin merkezi Asya-Pasifik bölgesine kayarken, Çin ile Avrupa arasındaki kesintisiz lojistik bağlantı hayati bir önem kazanmıştır (Erşen & Köstem, 2019). TDT'nin iktisadi entegrasyon ve bağlantısallık vizyonunun ana omurgasını, literatürde Orta Koridor"veya Trans-Hazar Uluslararası Taşıma Güzergahı (TITR) olarak adlandırılan stratejik hat oluşturmaktadır. Geleneksel olarak Asya

ile Avrupa arasındaki ticaret, Rusya üzerinden geçen Kuzey Koridoru ve Süveyş Kanalı üzerinden geçen okyanus rotası ile sağlanmaktaydı. Ancak Rusya-Ukrayna savaşı sonrasında Kuzey Koridoru'nun yaptırımlara maruz kalması ve Kızıldeniz'deki güvenlik risklerinin deniz ticaretini tehdit etmesi, Orta Koridor'u güvenilir, jeopolitik risklerden arındırılmış ve görece daha kısa bir alternatif olarak öne çıkarmıştır (Kembayev, 2009). TDT üyesi devletler, Hazar Denizi geçişini Ro-Ro gemileri ve modern liman altyapılarıyla entegre ederek, Asya'dan Avrupa'ya uzanan kesintisiz bir *Türk Kuşağı* inşa etmektedir. Bakü-Tiflis-Kars demiryolu hattının kapasitesinin artırılması, TDT'nin sadece bölgesel değil, küresel tedarik zincirlerinde oyun kurucu bir aktör olma hedefini somutlaştırmaktadır (Pomfret, 2019).

TDT coğrafyası, Hazar Havzası ve Orta Asya'daki devasa hidrokarbon rezervleri sayesinde küresel enerji jeopolitiğinin merkez üslerinden biridir. Enerji entegrasyonu, teşkilatın iktisadi omurgasının ayrılmaz bir parçasıdır. Geleneksel olarak Sovyet sonrası mekan, enerji ihracatında büyük ölçüde Rusya'nın boru hatlarına bağımlı bir altyapı devralmıştı. Ancak uluslararası ilişkilerde asimetrik bağımlılığı azaltma stratejisinin bir gereği olarak, Hazar kaynaklarının alternatif rotalarla (Türkiye üzerinden Avrupa'ya) taşınması bir devlet politikası halini almıştır (Larrabee, 2010).

Tarihsel süreçte Bakü-Tiflis-Ceyhan Ham Petrol Boru Hattı ve Bakü-Tiflis-Erzurum Doğalgaz Boru Hattı ile başlayan bu entegrasyon, günümüzde Trans-Anadolu Doğalgaz Boru Hattı (TANAP) ile taçlanmış ve Avrupa'nın enerji güvenliğine doğrudan katkı sunan bir seviyeye ulaşmıştır (Cornell, 2011). TDT'nin 2040 Vizyonu belgesi çerçevesinde enerji güvenliği yalnızca fosil yakıtlara hapsedilmemiştir. Üye devletler, yenilenebilir enerji altyapılarının kurulması, bölgesel elektrik şebekelerinin entegrasyonu ve yeşil ekonomi standartlarına uyum gibi konularda da teknoloji transferini ve ortak altyapı yatırımlarını teşvik eden kurumsal mekanizmalar geliştirmektedir.

İktisadi entegrasyon projelerinin hayata geçirilmesi, ciddi bir finansman ve bu finansmanı yönetecek uluslarüstü veya bölgesel kurumsal mekanizmalar gerektirmektedir. Avrupa Birliği deneyiminde yapısal fonların ve Avrupa Yatırım Bankası'nın entegrasyona yaptığı katkı göz önüne alındığında TDT'nin kurumsal olgunluğunun en önemli göstergelerinden biri de 2023 yılında kuruluşu resmiyet kazanan Türk Yatırım Fonu'dur. Türk Yatırım Fonu, üye ülkelerin eşit sermaye katkısıyla oluşturulmuş, bölgesel kalkınmayı, KOBİ'lerin desteklenmesini ve ortak lojistik projelerinin finanse edilmesini amaçlayan ortak finansal kuruluştur. Fonun kurulması, TDT'yi salt bir siyasi istişare forumu olmaktan çıkarak tıpkı Asya Altyapı Yatırım Bankası (AIIB) veya Avrupa İmar ve Kalkınma Bankası (EBRD) ölçeğinde hareket etme vizyonuna sahip, somut bir ekonomik kalkınma aktörüne dönüştürmüştür. Böylece gösterilen finansal derinleşme çabalarının, üye devletler arasında finansal regülasyonların uyumlaştırılmasını, makroekonomik istikrarı ve teşkilatın dış dünya karşısındaki kurumsal güvenilirliğini artıracağını düşündürmektedir.

5. KURUMSAL SİNERJİ VE KAMU DİPLOMASİSİ-İKTİSADİ UYUM ETKİLEŞİMİ

Neo-işlevselci entegrasyon teorisinin temelini oluşturan yayılma/taşma kavramı (Haas, 1958), belirli bir sektörde başlatılan iş birliğinin zamanla diğer alanlara yayılarak derinleşmesini ifade etmektedir. Ancak inşacı literatür, bu teknik sürecin gerçekleşebilmesi için öncelikle aktörler arasında belirli bir düzeyde bilişsel güvenin ve biz duygusunun tesis edilmesi gerektiğini savunur. Adler ve Barnett (1998), çoğulcu güvenlik topluluklarının inşasında, devletlerin birbirlerini tehdit olarak algılamamaları ve ekonomik işlem maliyetlerini düşürebilmeleri için ortak bir kimlik etrafında sosyalleşmelerinin şart olduğunu ortaya koymuştur. TDT bağlamında yapılan analizler, 1990'lı yıllardan itibaren TÜRKSOY ve Türk Akademisi gibi kurumlar aracılığıyla yürütülen eğitim ve kültür diplomasisi faaliyetlerinin, üye ülkelerin siyasi ve bürokratik elitleri arasında tam da bu güven iklimini oluşturduğunu göstermektedir (Purtaş, 2017). Ortak alfabe çalışmaları, kültürel festivaller ve öğrenci değişim programları ile sosyalleşen bürokrasi ve sivil toplum, günümüzde gümrük birliği müzakerelerini, Orta Koridor lojistik anlaşmalarını ve Türk Yatırım Fonu'nun kuruluş sürecini çok daha düşük işlem maliyetiyle

yürütebilmektedir (Mattli, 1999). Diğer bir deyişle, TDT'nin yumuşak güç araçları, iktisadi uyum ve bütünleşmenin önündeki psikolojik ve bürokratik engelleri yumuşatan bir diplomatik amortisör işlevi görmektedir.

TDT'nin "Türk Dünyası 2040 Vizyonu" belgesinde yer alan dijital ekonomi, e-gümrük ve ortak yeşil enerji yatırımları vizyonu, teşkilatı, küresel tedarik zincirlerinin çözüm ortağı olan modern ve dinamik bir yapı olarak markalaştırmaktadır. Dolayısıyla iktisadi entegrasyon derinleştikçe, TDT'nin küresel düzeydeki kamu diplomasisi kapasitesi ve söylem üstünlüğü eşzamanlı olarak artmaktadır (Erşen & Köstem, 2019). Ayrıca TDT'nin son yıllarda Orta Koridor üzerinden sağladığı lojistik kesintisizlik, enerji nakil hatlarındaki stratejik ortaklıkları ve üye ülkeler arasındaki ticaret hacmindeki artış, teşkilatın uluslararası itibarını maksimize eden doğrudan birer kamu diplomasisi çıktısıdır. Bununla birlikte kurumsal sinerjinin gücüne rağmen, TDT'nin çok boyutlu entegrasyon sürecinde akademik olarak göz ardı edilemeyecek yapısal kısıtlılıklar ve asimetriler mevcuttur. Fawcett (2004), bölgesel bütünleşmelerin önündeki en büyük engellerden birinin üye devletler arasındaki ekonomik ve demografik kapasite uçurumları olduğunu belirtmektedir. TDT içinde Türkiye ve Kazakistan'ın sahip olduğu yüksek ekonomik hacim ve jeopolitik ağırlık ile, Kırgızistan gibi nispeten daha küçük ekonomiye sahip devletler arasındaki kapasite farkları, ortak pazarın inşasında hız kayıplarına yol açabilmektedir. Dolayısıyla TDT üyesi devletlerin diğer aktörlerle kurduğu ekonomik bağımlılıklar, tam kapsamlı bir iktisadi entegrasyonu zorlaştıran dışsal faktörlerdir. Özellikle Orta Asya cumhuriyetlerinin Rusya Federasyonu ile Avrasya Ekonomik Birliği ve Kolektif Güvenlik Antlaşması Örgütü çerçevesinde sürdürdüğü kurumsal bağlar ve Çin'in Kuşak ve Yol İnisiyatifi kapsamında bölgede neden olduğu devasa kredi-borç dinamikleri (Pomfret, 2019), TDT'nin manevra alanını zaman zaman kısıtlamaktadır. Guzzini'nin (2000) dış politika analizlerinde vurguladığı üzere, yapısal kısıtlamalar devletlerin idealist hedefleriyle pragmatik gerçeklikleri arasında bir gerilim meydana getirmektedir. Ancak, TDT'nin kamu diplomasisi araçlarını ustalıkla kullanarak tehdit etmeyen, açık bölgeselcilik vurgusu yapması, söz konusu güçlerle doğrudan bir hegemonya çatışmasına girmeden ekonomik entegrasyonunu yavaş ama istikrarlı bir şekilde sürdürmesine olanak tanımaktadır. TDT'nin kurumsal sinerjisinin en büyük başarısı, tam da bu zorlu jeopolitik kısıtlılıklar altında, ortak vizyon belgeleri etrafında oybirliği ile hareket etme kapasitesini koruyabilmesidir.

Uluslararası politik ekonomi perspektifinden bakıldığında, iktisadi uyumun nicel başarısı doğrudan ölçülebilir makroekonomik verilere dayanmaktadır. Gilpin'e (2001) göre, bölgesel ekonomik blokların başarısı; bölge-içi ticaretin toplam dış ticaret içindeki payının artışı, gümrük prosedürlerinin dijitalleşmesiyle azalan işlem maliyetleri ve ortak altyapı yatırımlarına ayrılan fonların büyüklüğü ile sınanmaktadır. TDT örneğinde başarıyı belirleyecek olan temel nicel kriterler Orta Koridor üzerinden taşınan yıllık konteyner hacmindeki artış, Türk Yatırım Fonu'nun finanse ettiği sınır aşan projelerin çarpan etkisi ve üye devletler arasında e-TIR sistemine tam entegrasyonun sağlanma hızıdır. Buna karşın, kamu diplomasisi ve kurumsal kimlik inşasının çıktıları doğası gereği niteldir ve daha karmaşık ölçüm metodolojileri gerektirir. Krasner (1983), bir kurumun gücünü aktörlerin beklentilerinin belirli bir alanda örtüşme derecesi olarak tanımlamaktadır. TDT'nin nitel başarı kriteri üye ülkelerin Birleşmiş Milletler (BM) gibi uluslararası platformlarda ortak dış politika refleksi geliştirme kapasitesi ve kriz anlarında (karar alma organlarının felç olmadan hızlı senkronizasyon sağlayabilmesidir. Ayrıca Goff (2013), yumuşak güç faaliyetlerinin başarısının bilgi aktarımı sayısıyla değil, hedef kitlelerdeki tutum değişikliği ve kurulan yatay sivil ağların derinliğiyle ölçülebileceğini savunmaktadır. Dolayısıyla TDT'nin kamu diplomasisi başarısı Orhun Değişim Programı'ndan yararlanan öğrenci sayısından ziyade, bu öğrencilerin ülkelerine döndüklerinde bölgesel uyum fikrini ne kadar sahiplendikleri ve sivil toplumlar arası önyargıların ne ölçüde aşıldığı gibi sosyolojik kriterlere bağlıdır.

SONUÇ ve DEĞERLENDİRME

Küresel siyasetin krizler, jeopolitik rekabetler ve belirsizliklerle yeniden şekillendiği yirmi birinci yüzyılda, bölgesel organizasyonların uluslararası sistemdeki ağırlığı, esnekliklerine ve çok boyutlu kurumsal kapasitelerine

bağlı hale gelmiştir. Bu çalışmada, Türk Devletleri Teşkilatı'nın Soğuk Savaş sonrası dönemde kültürel ve dilsel bir dayanışma forumu olarak başlayan serüveninin, günümüzde nasıl jeo-ekonomik ve stratejik bir entegrasyon modeline dönüştüğü incelenmiştir. Araştırmanın temel argümanı doğrultusunda TDT'nin bölgesel bir çekim merkezine dönüşmesi, tek başına ne kültürel yakınlıkla ne de salt ekonomik rasyonaliteyle açıklanabilir. TDT'nin özgünlüğü, inşacı teorinin vurguladığı ortak kimlik ve sosyalleşme süreçleri ile neo-işlevselci teorinin merkeze aldığı işlem maliyetlerinin düşürülmesi ve maddi kalkınma hedeflerinin birbirini karşılıklı olarak inşa ettiği kurumsal sinerjide yatmaktadır.

Çalışmada, TÜRKSOY, Türk Akademisi ve Orhun Değişim Programı gibi araçlarla yürütülen geleneksel kamu diplomasisinin, üye devletler arasında bilişsel bir güven inşa ettiğini; bu güvenin ise Orta Koridor'un kapasitesinin artırılması, gümrük prosedürlerinin basitleştirilmesi ve Türk Yatırım Fonu'nun kurulması gibi yapısal/ekonomik adımları hızlandıran bir katalizör işlevi gördüğü ortaya konulmuştur. Aynı zamanda, lojistik kesintisizlik ve enerji güvenliği alanındaki bu iktisadi kazanımlar, teşkilatın uluslararası itibarını ve rekabetçi kimliğini güçlendirerek, TDT'yi küresel bir akıllı güç aktörü statüsüne yaklaştırmaktadır.

TDT'nin 2040 vizyonu doğrultusunda hedeflerine ulaşabilmesi ve küresel tedarik zincirlerinin kalbinde kalıcı bir bağlantısallık merkezi olabilmesi için bir dizi düzenlemeye ihtiyaç bulunmaktadır. Bunlardan ilki gümrük ve ticaretin tam dijitalleşmesidir. Üye devletler arasındaki *Basitleştirilmiş Gümrük Hattı* uygulaması tüm sınır kapılarına entegre edilmeli ve e-TIR sistemi eksiksiz olarak operasyonel hale getirilmelidir. Ortak pazar hedefine ulaşmak için tarife dışı engellerin asgariye indirilmesi yasal bir zorunluluğa dönüştürülmelidir. Diğeri ise Orta Koridor'un kurumsallaşması ve yeşil entegrasyonun sağlanmasıdır. Trans-Hazar Uluslararası Taşıma Güzergahı'nın rekabetçiliğini koruyabilmesi için, Hazar geçişlerindeki Ro-Ro gemi kapasiteleri artırılmalı ve liman tarifeleri tek bir çatı kurum altında standardize edilmelidir. Ayrıca bu hat, Avrupa'nın *Yeşil Mutabakat* standartlarına uygun biçimde karbon nötr bir lojistik koridora dönüştürülmelidir. İhtiyaç olarak görülen bir diğer düzenleme Türk Yatırım Fonu'nun genişletilmesidir. TYF'nin sermaye yapısı, Asya Altyapı Yatırım Bankası benzeri bölgesel kurumlarla ortak finansman üretebilecek kapasiteye taşınmalıdır. Fon, özellikle sınır aşan yenilenebilir enerji ağlarının ve bölgesel fiber optik altyapıların inşasına öncelik vermelidir. Bunlarla birlikte hibrit tehditlere ve dezenformasyon kampanyalarına karşı, TDT bünyesinde 7/24 esasıyla çalışan ve çok dilli yayın yapabilen *Ortak Stratejik İletişim ve Kriz Yönetim Merkezi* kurulmalıdır. Ayrıca üye ülkelerin üçüncü ülkelerdeki (özellikle ABD ve Avrupa) diasporaları sadece kültürel lobi faaliyetleriyle sınırlı kalmamalı bu gruplar, TDT'nin ticari anlaşmalarını ve yatırım hedeflerini bulundukları ülkelerin parlamentolarında savunacak senkronize birer baskı grubuna dönüştürülmelidir.

Gelecek projeksiyonunda TDT, salt bir bölgesel blok olmanın ötesinde, Asya ile Avrupa'yı birbirine bağlayan güvenilir bir bağlantısallık merkezi olarak işlev görmelidir. Çin'in Kuşak ve Yol İnisiyatifi ile Batı'nın Küresel Geçit gibi devasa altyapı projeleri arasında kalmak yerine TDT bu iki küresel inisiyatifi kendi Orta Koridor stratejisi bağlamında dengeleyen akılcı bir tampon ve geçiş gücü olmak durumundadır. TDT, *Türk Dünyası 2040 Vizyonu* belgesiyle belirlediği hedeflere ulaşmak adına küresel iklim krizinden dijital güvenliğe kadar evrensel sorunlara bulunduğu coğrafyadan alternatif çözümler üreten proaktif bir norm belirleyici olarak konumlandırmak durumundadır.

KAYNAKÇA

Adler, E. & Barnett, M. (1998). *Security communities*. Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/CBO9780511598661

Anholt, S. (2007). *Competitive identity: The new brand management for nations, cities and regions.* Palgrave Macmillan. https://doi.org/10.1057/9780230627727

Aydın, M. (1996). Turkey and Central Asia: Challenges of change. *Central Asian Survey*, 15(2), 157-177. https://doi.org/10.1080/02634939608400943

Balassa, B. (1961). *The theory of economic integration*. Homewood, III.: R. D. Irwin.

Castells, M. (2008). The new public sphere: Global civil society, communication networks, and global governance. *The Annals of the American Academy of Political and Social Science*, 616(1), 78-93. https://doi.org/10.1177/0002716207311877

Cornell, S. E. (2011). *Azerbaijan since independence*. Armonk, N.Y.: M.E. Sharpe.

Cull, N. J. (2008). Public diplomacy: Taxonomies and histories. *The Annals of the American Academy of Political and Social Science*, 616(1), 31-54. https://doi.org/10.1177/0002716207311952

Deutsch, K. W., Burrell, S. A., Kann, R. A., Lee, M., Lichterman, M., Lindgren, R. E., Loewenheim, F. L. & Van Wagenen, R. W. (1957). *Political community and the North Atlantic area: International organization in the light of historical experience*. Princeton University Press, Princeton, NJ.

Erşen, E. & Köstem, S. (Ed.). (2019). *Turkey's pivot to Eurasia: Geopolitics and foreign policy in a changing world order.* Routledge.

Fawcett, L. (2004). Exploring regional domains: A comparative history of regionalism. *International Affairs*, 80(3), 429-446. https://doi.org/10.1111/j.1468-2346.2004.00391.x

Gamlen, A. (2014). Diaspora institutions and diaspora governance. *International Migration Review*, 48(1), 180-217. https://doi.org/10.1111/imre.12136

Gilpin, R. G. (2001). *Global political economy: Understanding the international economic order*. Princeton University Press.

Goff, P. M. (2013). Cultural diplomacy. A. F. Cooper, J. Heine & R. Thakur (Ed.), *The Oxford handbook of modern diplomacy* içinde (s. 419-435). Oxford University Press. https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199588862.001.0001

Guzzini, S. (2000). A reconstruction of constructivism in international relations. *European Journal of International Relations*, 6(2), 147-182. https://doi.org/10.1177/1354066100006002001

Haas, E. B. (1958). *The uniting of Europe: Political, social, and economic forces, 1950-1957*. Stanford, Calif: Stanford University Press.

Hettne, B. (1999). Globalization and the new regionalism: The second great transformation. B. Hettne, A. Inotai & O. Sunkel (Ed.), *Globalism and the new regionalism* içinde (s. 1-24). Macmillan.

Hettne, B. & Söderbaum, F. (2000). Theorising the rise of regionness. *New Political Economy*, 5(3), 457-473. http://dx.doi.org/10.1080/713687778

Kembayev, Z. (2009). *Legal aspects of the regional integration processes in the post-Soviet area*. Springer.

Keohane, R. O. (1984). *After hegemony: Cooperation and discord in the world political economy*. Princeton, NJ: Princeton University Press.

Keohane, R. O. & Nye, J. S. (1977). *Power and interdependence: World politics in transition*. Little, Brown.

Krasner, S. D. (Ed.). (1983). *International regimes*. Cornell University Press.

Larrabee, F. S. (2010). Turkey's Eurasian agenda. *The Washington Quarterly*, 34(1), 103-120. https://doi.org/10.1080/0163660X.2011.538654

Mattli, W. (1999). *The logic of regional integration: Europe and beyond*. Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/CBO9780511756238

Melissen, J. (Ed.). (2005). *The new public diplomacy: Soft power in international relations*. Palgrave Macmillan.

Miskimmon, A., O'Loughlin, B. & Roselle, L. (2013). *Strategic narratives: Communication power and the new world order*. Routledge.

North, D. C. (1990*). Institutions, institutional change and economic performance*. Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/CBO9780511808678

Nye, J. S. (1990). *Bound to lead: The changing nature of American power*. Basic Books.

Nye, J. S. (2004). *Soft power: The means to success in world politics*. PublicAffairs.

Nye, J. S. (2008). Public diplomacy and soft power. *The Annals of the American Academy of Political and Social Science*, 616(1), 94-109. https://doi.org/10.1177/0002716207311699

Pomfret, R. (2019). *The Central Asian economies in the twenty-first century: Paving a new Silk Road*. Princeton University Press.

Purtaş, F. (2017). Cultural Diplomacy Initiatives of Turkic Republics. *PERCEPTIONS: Journal of International Affairs*, *22*(1), 91-114. https://izlik.org/JA65FD49TX

Roselle, L., Miskimmon, A. & O'Loughlin, B. (2014). Strategic narrative: A new means to understand soft power. Media, War & Conflict, 7(1), 70-84. https://doi.org/10.1177/1750635213516696

Viner, J. (1950). *The customs union issue.* Carnegie Endowment for International Peace, New York.

Wendt, A. (1999). *Social theory of international politics*. Cambridge University Press.

Winrow, G. M. (1995). *Turkey in post-Soviet Central Asia*. Royal Institute of International Affairs.

GELENEKSEL TÜRK DEVLET ANLAYIŞINDA EKONOMİK DÜZEN: KUTADGU BİLİG ÜZERİNE KAVRAMSAL BİR ANALİZ

Dr. Öğr. Üyesi, Bayezid GÜLCAN[1] / Doç. Dr. Ali YILDIRIM[2]

1Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, İ.İ.B.F, bgulcan@gmail.com, ORCID: 0000-0002-4250-9425

2 Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, İ.İ.B.F, aliyildirimdoc@gmail.com,

ORCID: 0000-0002-1400-8121

Özet

Geleneksel Türk-İslam devlet felsefesinin kurucu metinlerinden biri olan *Kutadgu Bilig*, literatürde çoğunlukla dilbilimsel, edebi veya ahlaki boyutlarıyla incelenmiş; eserin iktisadi ve idari eksenindeki kurumsal derinliği genellikle arka planda kalmıştır. Dolayısıyla bu çalışma, 11. yüzyılda Yusuf Has Hacib tarafından kaleme alınan eserin, devleti rasyonel bir iktisadi organizasyon olarak kurgulayan siyasetname kimliğini merkeze almaktadır. Çalışmanın temel amacı, klasik dönem Türk devlet aklındaki siyasal meşruiyet ile toplumsal refah arasındaki nedensellik bağını, kamu maliyesi ve kurumsal iktisat perspektifinden analiz etmektir. Araştırmada eser, içerik itibariyle hukuk, ekonomi ve bürokrasi arasındaki entegrasyon özelinde incelenmiştir. Elde edilen bulgulara göre *Kutadgu Bilig*, iktisadi düzeni ve devletin bekasını *Adalet Dairesi* mekanizması üzerinden sistemleştirmektedir. Eser; ordunun finansmanı için güçlü bir hazineye, hazinenin dolması için üreten ve zenginleşen bir reayaya (halka), halkın refahı için ise adil bir hukuk düzenine ihtiyaç duyulduğunu vurgulamaktadır. Yöneticinin temel iktisadi sorumlulukları; liyakatli bir mali bürokrasinin tesisi, mülkiyet güvenliğinin sağlanması, verginin halkın ödeme gücüne göre kanuni sınırlar içinde toplanması ve piyasa dinamiklerinin korunması olarak belirlenmiştir. Bu bağlamda Yusuf Has Hacib *Kutadgu Bilig*'de bir ahlak felsefesi yanında bütçe denkliği, vergi adaleti ve liyakat ilkelerine dayanan rasyonel bir yönetim anlayışı ortaya koyarak tarımsal üreticiler, tüccarlar ve zanaatkarlar arasındaki iş bölümü devletin vergi matrahının temeli olarak konumlandırılmış modern düzenleyici devlet anlayışına yakın bir kurumsal model sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Türk Yönetim Geleneği, Ekonomik Düzen, Kutadgu Bilig, Adalet Dairesi.

ECONOMIC ORDER IN TRADITIONAL TURKISH STATE UNDERSTANDING: A CONCEPTUAL ANALYSIS OF KUTADGU BİLİG

Dr. Öğr. Üyesi, Bayezid GÜLCAN[1] / Doç. Dr. Ali YILDIRIM[2]

1Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, İ.İ.B.F, bgulcan@gmail.com, ORCID: 0000-0002-4250-9425

2 Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, İ.İ.B.F, aliyildirimdoc@gmail.com,

ORCID: 0000-0002-1400-8121

Abstract

As one of the foundational texts of traditional Turkish-Islamic state philosophy, *Kutadgu Bilig* has predominantly been examined in the literature through its linguistic, literary, and moral dimensions, while its institutional depth along economic and administrative axes has generally remained in the background. Therefore, this study centers on the identity of the work—written by Yusuf Khass Hajib in the 11th century—as a political treatise (*siyasetname*) that conceptualizes the state as a rational economic organization. The primary objective of this research is to analyze the causal link between political legitimacy and social welfare within classical Turkish statecraft from the perspectives of public finance and institutional economics. The content of the work is specifically examined through the integration of law, economics, and bureaucracy. According to the findings, *Kutadgu Bilig* systematizes the economic order and the survival of the state through the mechanism of the Circle of Justice (*Adalet Dairesi*). The work emphasizes the necessity of a strong treasury to finance the army, a productive and prosperous public (*reaya*) to fill the treasury, and a just legal framework to ensure the welfare of the people. The fundamental economic responsibilities of the ruler are defined as the establishment of a meritocratic financial bureaucracy, the assurance of property rights, the collection of taxes within legal limits according to the public's ability to pay, and the protection of market dynamics. In this context, alongside a moral philosophy, Yusuf Has Hacib sets forth a rational administrative approach in *Kutadgu Bilig* based on the principles of budget equilibrium, tax justice, and meritocracy. By positioning the division of labor among agricultural producers, merchants, and artisans as the foundation of the state's tax base, the work offers an institutional model that closely resembles the modern regulatory state paradigm.

Keywords: Turkish Administrative Tradition, Economic Order, Kutadgu Bilig, Circle of Justice.

GİRİŞ

Geleneksel Türk devlet felsefesinin İslamiyet ile sentezlendiği dönemin en temel eserlerinden biri olan Kutadgu Bilig, literatürde sıklıkla dilbilimsel ve edebi bir anıt olarak değerlendirilmesine karşın, özünde idari, mali ve politik prensipleri sistemleştiren kurucu bir "siyasetname"dir (İnalcık, 1965). 11. yüzyılda (1069-1070) Karahanlı coğrafyasında Yusuf Has Hacib tarafından kaleme alınan eser, devletin ontolojik varlığını adalete dayandırırken, bu varlığın sürdürülebilirliğini iktisadi düzenin rasyonel bir şekilde işlemesine bağlamaktadır (Yusuf Has Hacib, 2019). Eser, devletin nasıl yapılandırılacağı sorusunu cevaplarken soyut ahlaki öğütlerin ötesine geçerek; vergilendirme, hazine yönetimi, gelir dağılımı ve toplumsal sınıfların ekonomik rolleri gibi doğrudan doğruya makroekonomik dinamikleri analiz etmektedir.

Tarihsel süreçte Türk devlet geleneği incelendiğinde, siyasal meşruiyetin merkezinde yer alan kut inancının yalnızca ilahi bir siyasi yetki devri olmadığı; beraberinde hakanın halkı doyurması, giydirmesi ve sosyo-ekonomik adaleti tesis etmesi gibi bağlayıcı iktisadi mükellefiyetler getirdiği görülmektedir (Kafesoğlu, 1984; Turan, 2003). Hakanın meşruiyeti, düzenlediği toy ve şölenler vasıtasıyla zenginliği halka yeniden dağıtmasına ve toplumsal refahı sağlamasına bağlıdır. Yusuf Has Hacib, bu kadim şölen ve bölüşüm geleneğini, yerleşik ve kurumsallaşmış bir İslami devlet mekanizması ile harmanlayarak, siyasal iktidarın bekasını doğrudan doğruya halkın ekonomik refahına endekslemiştir. Bu bağlamda metin, kamu yönetimi ve ekonomi-politik disiplinlerinin kesişim noktasında, yöneticinin piyasa, vergi, mülkiyet ve sınıfsal denge üzerindeki düzenleyici rolünü inşa etmektedir.

Literatürde Kutadgu Bilig üzerine yapılan çalışmaların büyük çoğunluğu eserin edebi yapısına, ahlak felsefesine, eğitim tarihine veya genel siyaset teorisine odaklanmıştır (Köprülü, 1999; Uğur, 2001). Ancak eserin arka planında yatan devletin mali kapasitesinin oluşturulması, vergi adaleti, bütçe denkliği ve üretim ilişkilerinin sürdürülebilirliği gibi iktisadi boyutlar, günümüz kamu maliyesi ve kurumsal iktisat çerçevesinde yeterince bütüncül bir analize tabi tutulmamıştır. Oysa Karahanlı dönemi devlet teşkilatında, ordunun ayakta kalabilmesi ve merkezi otoritenin korunabilmesi için güçlü bir hazineye; hazinenin dolabilmesi için ise üreten, adil vergilendirilen ve mülkiyet güvenliği sağlanan bir toplumsal yapıya ihtiyaç duyulmaktadır (İnalcık, 1965). İlerleyen yüzyıllarda Osmanlı devlet geleneğinde *Adalet Dairesi* olarak daha sistematik bir formüle kavuşacak olan bu sosyo-ekonomik döngü, Kutadgu Bilig'in ekonomi-politik kurgusunun temelini oluşturmakta ve eserde adaleti temsil eden hakan ile halk arasındaki mali sözleşmenin sınırlarını çizmektedir. Bu bağlamda çalışma, geleneksel Türk-İslam devlet anlayışında ekonomik düzenin nasıl kurgulandığını ve devlet-ekonomi ilişkisinin hangi kurumsal ilkeler üzerine oturtulduğunu Kutadgu Bilig üzerinden incelemeyi amaçlamaktadır. Devletin bekası ile makroekonomik istikrar arasında kurulan bu tarihsel bağlamın incelenmesi, geçmiş idari yapının anlaşılması ile devletin ekonomik fonksiyonları, kurumsal kapasite ve vergi ahlakı gibi modern problemlere de tarihsel bir perspektif sunmayı hedeflemektedir.

1. KAVRAMSAL ÇERÇEVE: GELENEKSEL TÜRK DEVLET GELENEĞİNDE SİYASET VE EKONOMİ

Klasik Türk devlet geleneğinde siyaset ve ekonomi, birbirinden bağımsız iki ayrı alan olmaktan ziyade, devletin kurumsal mimarisini ve meşruiyet zeminini oluşturan organik bir bütünün parçalarıdır. İslam öncesi dönemden Karahanlılara ve oradan da Selçuklu ve Osmanlı idari sistemine intikal eden bu yapı, kamu yönetiminin temel gayesini toplumsal refahın maksimizasyonu ve nizamın korunması olarak belirlemiştir. Kutadgu Bilig, göçebe-konfederatif devlet yapısından yerleşik, bürokratik ve İslami bir devlet modeline geçişin yaşandığı 11. yüzyılda, bu sosyo-ekonomik devlet aklının teorik çerçevesini çizmiştir. Eserin literatürdeki yerini doğru konumlandırabilmek için, öncelikle hakanın siyasal meşruiyeti ile halkın iktisadi refahı arasındaki tarihsel nedensellik bağını kavramak gerekmektedir.

Geleneksel Türk kamu hukukunda siyasal iktidarın kaynağı, Yaratıcı tarafından hakana bağışlandığına inanılan ve ontolojik bir meşruiyet sağlayan kut inancına dayanmaktadır. Ancak siyaset bilimi perspektifinden incelendiğinde kut, salt teolojik bir yetki devri olarak görülmemektedir. Rasyonel, bağlayıcı ve hesap verilebilir bir iktisadi sözleşme niteliği de taşımaktadır. Türk devlet felsefesinde kut, hakanın şahsında siyasal erkin yanı sıra bereket, bolluk ve iktisadi refah anlamına da gelmektedir (Ögel, 1991). Bu bağlamda, hakanın iktidarını koruyabilmesi, devletin makroekonomik istikrarı sağlaması ve tabanın refahını artırması koşuluna bağlanmıştır. Bu ekonomi-politik sözleşmenin en erken ve somut yansımaları Orhun Abideleri'nde karşımıza çıkmaktadır. Metinlerde sıkça vurgulanan *aç milleti tok kılmak, çıplak milleti giydirmek, fakir milleti zengin etmek* ifadeleri (Ergin, 1970), modern anlamda sosyal devlet ilkesinin ve bölüşümcü kamu politikalarının formları olarak değerlendirilmektedir. İktisat tarihi ve kamu yönetimi araştırmaları, Türk devlet geleneğinde siyasal meşruiyetin toy ve şölen adı verilen yeniden dağıtım mekanizmaları ile korunduğunu göstermektedir (Tabakoğlu, 2000). Hakan, elde edilen serveti ve üretim fazlasını tebaası ile paylaşmakla, yani geliri tabana yaymakla mükelleftir (Donuk, 1982).

Karahanlı dönemi ve Kutadgu Bilig ile bu geleneksel şölen ekonomisi ve ganimete dayalı yeniden dağıtım mekanizması, yerini kurumsallaşmış bir maliye sistemine, düzenli vergi gelirlerine ve bütçe denkliğine dayanan bir kamu ekonomisine bırakmıştır (Kafesoğlu, 1984). Yusuf Has Hacib, İslam öncesi dönemdeki iktisadi sorumluluk bilincini muhafaza ederek, bunu İslami dönem siyaset ve idare felsefesinin normatif diliyle yeniden kavramsallaştırmıştır. Eserde hakan, halkın karnını doyurmak ve onlara ekonomik bir refah alanı sunmak zorunda olan rasyonel bir otorite olarak resmedilirken; bu refahın ancak kayıtlı, kurallı ve adil bir üretim-vergi dengesiyle sağlanabileceği savunulmaktadır (Yusuf Has Hacib, 2019).

2. KUTADGU BİLİG'DE DEVLETİN İKTİSADİ TEMELLERİ VE ADALET DAİRESİ

Yönetim disiplininde, geleneksel Türk-İslam devlet tipolojisini açıklamak için kullanılan en kapsayıcı kuramsal çerçevelerden biri Adalet Dairesi'dir. Kökenleri Mezopotamya ve eski İran devlet felsefesine kadar uzanan, İslam düşünce geleneğinde Kınalızâde Ali Çelebi, Nizamülmülk ve İbn Haldun gibi düşünürlerce sistemleştirilen bu makro-sosyolojik döngü, en erken ve olgun edebi formülasyonunu Kutadgu Bilig'de bulmuştur (İnalcık, 1965). Adalet Dairesi, devleti statik bir iktidar aygıtı olmasının yanında hukuk, ekonomi, askeriye ve toplum arasındaki dinamik, birbirine bağımlı ve nedensel bir ilişkiler ağı olarak tasavvur etmektedir. Yusuf Has Hacib'in Karahanlı devlet teşkilatını gözlemleyerek kaleme aldığı bu sistemde, kamu maliyesi devletin bekası için bir araç olmanın ötesinde, bizatihi devletin kurumsal varlık sebebidir. Eserde siyasal sistemin sürdürülebilirliği, iktisadi büyümenin hukuki güvence altına alınmasına ve bu güvencenin kesintisiz bir vergi geliri döngüsü oluşturmasına bağlanmıştır (Tabakoğlu, 2000). Bu bağlamda eser, yönetici otoritenin iktisadi kararlarının devletin ömrünü nasıl uzattığını veya kısalttığını rasyonel bir nedensellik zinciri içerisinde analiz etmektedir.

2.1. Bir Siyasetname Olarak Kutadgu Bilig'de Devletin Kurumsal İşleyişi

Siyasetnameler, yöneticilere ahlaki öğütler veren didaktik metinler olmalarının yanında dönemin kurumsal kapasitesini, bürokratik işleyişini ve kamu politikası tercihlerini yansıtan temel idari belgelerdir. Bu bağlamda Kutadgu Bilig, Nizamülmülk'ün Siyasetname'si veya Koçi Bey'in Risale'si gibi, devlet aygıtının işleyiş mekanizmalarını yapısal bir analize tabi tutan bir kurumsal tasarım metnidir (Uğur, 2001). Eser, devletin soyut bir tahakküm aracı olmasından ziyade, toplumun müşterek ihtiyaçlarını karşılamak üzere organize olmuş rasyonel bir cihaz olduğunu vurgulamaktadır.

Eserde devlet aygıtı, birbiriyle bütünleşmiş dört ana kavramsal sütun üzerinden kişileştirilmiştir: Kün Togdı (Hükümdar / Adalet ve Kanun), Aytoldı (Vezir / Devlet, İkbal ve Hazine), Ögdülmiş (Vezirin Oğlu / Akıl ve Liyakatli Bürokrasi) ve Odgurmış (Zahit / Akıbet ve Kanaat) (İnalcık, 1965). Aytoldı yalnızca siyasi ikbali değil, bizzat devletin mali ve kurumsal kapasitesini, yani hazineyi temsil etmektedir. Vezir Aytoldı'nın hakan Kün Togdı'nın hizmetine girmesi, adalet ile hazine arasındaki zorunlu rasyonel entegrasyonun edebi bir sembolüdür

(Büyükbaş ve Vargün, 2016). Hukukun olmadığı yerde servetin ve sermayenin birikemeyeceği, sermayenin olmadığı yerde ise devletin askeri ve bürokratik aygıtlarını finanse edemeyeceği gerçeği eserin omurgasını oluşturmaktadır.

Yusuf Has Hacib'in inşa ettiği bu devlet modelinde, yönetimin merkezine liyakat ilkesi oturtulmuştur. Kamu hizmetlerinin yürütülmesi, verginin toplanması ve hazinenin idaresi, rasyonel bir bürokratik hiyerarşiye bağlanmıştır (Adalıoğlu, 2016). Eserde devletin sivil ve mali bürokrasisinin (özellikle ağıcılar yani hazine memurları ve bitikçiler yani katipler) sahip olması gereken nitelikler detaylıca sıralanırken; idari yetersizliğin, yolsuzluğun ve rüşvetin devleti nasıl bir mali çöküşe sürükleyeceği net bir şekilde formüle edilmiştir. Bu yönüyle Kutadgu Bilig, geleneksel patrimonyal devlet yapısından, Weberyan anlamda rasyonel-yasal bürokratik unsurlar barındıran kurumsal bir devlete geçişin ideolojik zeminini yansıtmaktadır.

2.2. Hukuk ve İktisadi Düzen İlişkisi

Kutadgu Bilig'de hukuku, kanunu ve adaleti temsil eden Kün Togdı (Hükümdar) figürü, siyasal sistemin güneşidir. Metinde güneş metaforunun kullanılması tesadüfi değildir. Çünkü güneş nasıl dünyayı aydınlatıp hayat veriyorsa, adil bir hukuki düzenin de piyasaya, üretime ve toplumsal yaşama can verdiği düşünülmektedir (Yusuf Has Hacib, 2019). Bu durum, modern devletin hukukun üstünlüğü ve mülkiyet haklarının korunması ilkelerinin tarihsel bir izdüşümüdür.

Devletin iktisadi düzeni tesis edebilmesi için ön koşul, hukuki öngörülebilirliktir. Yusuf Has Hacib, yöneticinin adaletten sapması durumunda ilk çökecek olan şeyin ekonomik yapı olacağını çok net bir biçimde ifade etmektedir. Eserde hakanın keyfi uygulamaları, ağır vergiler veya müsadereler zulüm olarak nitelendirilmektedir (Genç, 2000). İktisadi sosyoloji bağlamında zulüm, piyasadaki güven ortamının yıkılması demektir. Tüccarın can ve mal güvenliğinin olmadığı, çiftçinin ürettiği ürüne keyfi olarak el konulabileceği bir düzende, sermaye birikimi gerçekleşemeyecektir (Mardin, 1990).

Kutadgu Bilig'deki "*Hangi bey ile doğru töre verirse, ili ilerler ve günü parlar*" (Yusuf Has Hacib, 2019) şeklindeki ifadeler, ekonomik düzenin hukuki zeminine işaret etmektedir. Hükümdarın asli görevi ekonomiye doğrudan müdahale edip tüccar veya çiftçi gibi davranmak değil; aksine, tüccarın ve çiftçinin güven içinde üretim yapabileceği, hilenin, karaborsacılığın ve tefeciliğin yasaklandığı o adil piyasa kurallarını işletmektir. Bu yönüyle eser, devlete düzenleyici bir rol biçerek, hukuku makroekonomik istikrarın temel parametresi olarak konumlandırmaktadır.

2.3. Hazine, Vergi ve Ordu Üçgeninde Makroekonomik Denge

Adalet Dairesi'nin ve Kutadgu Bilig'in iktisadi aklının merkezinde, çağdaş kamu maliyesi teorilerinin de temel ilgi alanı olan bütçe problemi yer almaktadır. Merkezi bir devleti ayakta tutan yegâne güç ordudur. Ordunun ve sivil bürokrasinin sadakatini ve işlevselliğini korumak ise yalnızca güçlü ve dolu bir hazine ile mümkündür (İnalcık, 1973). Yusuf Has Hacib, devlet mekanizmasının işleyişini şu rasyonel formülasyona bağlar: Devleti tutmak için ordu lazımdır, orduyu beslemek için mal (hazine/vergi) lazımdır, malı elde etmek için halkın zengin olması lazımdır, halkın zengin olması için de adil kanun lazımdır (Yusuf Has Hacib, 2019). Bu zincirleme argüman, kamu maliyesindeki makroekonomik denge teorilerinin erken dönem bir versiyonudur. Devlet harcamalarının temel kalemi askeri ve idari maaşlardır. Bu giderleri karşılayacak gelir ise halktan toplanan vergilerdir. Eser, burada kritik bir uyarıda bulunmaktadır. Hazineyi doldurmak amacıyla halka aşırı vergi yüklemek, kısa vadede devleti zenginleştirmiş gibi görünse de uzun vadede vergi tabanını yok edecektir (Tabakoğlu, 2000). Aşırı vergi altında ezilen üretici üretimi terk edecek, tüccar ülkeyi terk edecek ve sonuçta ülkenin toplam zenginliği eriyecektir. Gelirleri düşen devlet, orduyu finanse edemeyecek ve nihayetinde merkezi otorite çökecektir.

Modern iktisattaki "Laffer Eğrisi" yaklaşımını (vergi oranlarının belirli bir seviyenin üzerine çıkmasının toplam vergi gelirlerini düşüreceği tezi) anımsatan bu kavrayış, Karahanlı dönemi Türk kamu yönetimi anlayışının analitik derinliğini göstermektedir (Genç, 2000). Yusuf Has Hacib, hazinenin gelirlerini artırmanın yolunun vergi oranlarını artırmak değil, vergi matrahını genişletmek, yani üretimi artırarak halkı zenginleştirmek olduğunu savunur. Zenginleşen halk, devlete olan vergi yükümlülüğünü zorlanmadan yerine getirecek ve böylece hazine-ordu-adalet üçgenindeki döngüsel denge ve istikrar sağlanmış olacaktır.

3. TOPLUMSAL SINIFLAR, ÜRETİM İLİŞKİLERİ VE PİYASA DİNAMİKLERİ

Geleneksel göçebe ve yarı-göçebe boy konfederasyonlarından yerleşik, bürokratik ve merkezi bir devlet aygıtına geçiş süreci, toplumun sosyo-ekonomik yapısında köklü dönüşümler meydana getirmiştir. Bu dönüşümün en belirgin yansıması, akrabalık bağlarına dayalı homojen toplumsal yapının yerini, iş bölümüne dayalı ve mesleki uzmanlaşmayı gerektiren karmaşık bir üretim ilişkileri ağına bırakmasıdır (Hassan, 1985). Kutadgu Bilig, bu yeni sosyo-ekonomik gerçekliği son derece analitik bir biçimde okuyarak toplumu devleti ayakta tutan fonksiyonel sınıflara ayırmıştır.

Siyaset felsefesinde Platon'un Devlet eserinde veya İbn Haldun'un Mukaddime'sinde görülen sınıfsal analiz ve iş bölümü mantığı, Yusuf Has Hacib'in sisteminde devletin vergi matrahını ve üretim kapasitesini oluşturan organik bir zorunluluk olarak ele alınmaktadır. Eserde toplum yöneticiler, askerler, alimler ve ekonomik değer üreten sivil sınıflar olarak kategorize edilirken, iktisadi hayatın merkezine üç temel üretim sınıfı yerleştirilir: Tarığçılar (çiftçiler), satığcılar (tüccarlar) ve uzlar (zanaatkarlar). Siyasal otoritenin temel görevi, bu sınıflar arasındaki ekonomik çatışmaları önlemek ve piyasa dinamiklerinin kesintisiz işlemesini sağlamaktır.

Klasik dönem İslam ve Türk-İslam devletlerinde makroekonominin ve hazine gelirlerinin birincil kaynağı tarımsal üretimdir (Akdağ, 1979). Bu nedenle Kutadgu Bilig, tarımsal üretimi gerçekleştiren "tarığçılar"ı toplumsal hiyerarşide stratejik bir noktaya konumlandırır. Hükümdara verilen öğütlerde çiftçilerin korunması, ahlaki bir erdem olmasının yanında devletin gıda güvenliğini ve mali sürdürülebilirliğini sağlamak için rasyonel bir kamu politikası zorunluluğu olarak sunulur. Yusuf Has Hacib, bütün canlıların ve toplumsal sınıfların gıda ihtiyacının tarımsal üretime bağlı olduğunu dolayısıyla çiftçinin zenginleşmesinin tüm ülkenin zenginleşmesi anlamına geldiğini vurgulamaktadır. Tarım ekonomisinde devletin asli fonksiyonu, çiftçiyi toprağında tutmak ve üretimin devamlılığını sağlamaktır. Bu yaklaşım, Osmanlı idari sisteminde köylünün toprağı terk etmesini önlemeye yönelik mali ve hukuki regülasyonların erken dönem bir yansımasıdır (Barkan, 1980). Ağır vergiler altında ezilen çiftçinin toprağını terk etmesi, hem piyasadaki arz-talep dengesini bozarak enflasyona yol açacak hem de devletin asli vergi gelirini kurutacaktır (Divitçioğlu, 2000). Bu nedenle hakan, tarığçılara adaletle muamele etmeli ve tarımsal üretimi teşvik edecek altyapı koşullarını sağlamalıdır.

İç Asya'dan Orta Doğu'ya uzanan İpek Yolu güzergahı üzerinde kurulan Türk devletleri için ticaret, bir gelir kapısı ve diplomatik ve stratejik bir güç unsurudur (Togan, 1981). Kutadgu Bilig, içe kapanık ve salt tarıma dayalı bir feodal yapı yerine, dışa açık, ticareti destekleyen bir ekonomi-politik vizyon çizmektedir. Eserde satığcılar devletin kan damarları olarak görülür. Çünkü onlar bir bölgedeki arz fazlasını başka bir bölgedeki talebe ulaştıran, piyasadaki mal akışını ve fiyat istikrarını sağlayan temel aktörlerdir. Daha da önemlisi, tüccarlar dış ülkelerdeki zenginlikleri ülke sınırları içine taşıyarak hazinenin nakit ve değerli maden stoğunu artırırlar. Yusuf Has Hacib'e göre tüccarın malı ve canı güvence altında olmazsa ülkeye gelmez. Tüccar gelmezse piyasada mal bulunmaz. Devletin gümrük gelirleri düşer ve itibar sarsılır (Yusuf Has Hacib, 2019). Bu durum, devletin piyasa üzerindeki en kritik fonksiyonunun güvenli" olduğunu göstermektedir (Ortaylı, 2000). Kervansarayların inşası, yolların güvenliğinin sağlanması ve ticari davalara bakan adil bir hukuk sisteminin kurulması, yöneticinin tüccarı ülkeye çekmek için yürütmesi gereken kurumsal kamu politikalarıdır.

Şehir ekonomisinin ve idari merkezin temel ihtiyaçlarını karşılayan katma değerli üretim, uzlar tarafından gerçekleştirilir. Silah üretiminden dokumaya, mimariden günlük alet edevat üretimine kadar geniş bir yelpazeyi

kapsayan bu sınıf, emeğin uzmanlaştığı ve teknik bilginin kurumsallaştığı kesimi temsil etmektedir (Güngör, 1990).

Kutadgu Bilig'de uzlar; demirciler, marangozlar, nakkaşlar, terziler ve kunduracılar gibi spesifik meslek gruplarına ayrılarak incelenmektedir. Devletin ordu donanımını sağlaması, bürokrasinin ihtiyaçlarını gidermesi ve şehir yaşamının idamesi doğrudan doğruya bu zanaat sınıfının üretkenliğine bağlıdır. Eserde yöneticilere, zanaatkarların emeklerinin karşılığının tam ve zamanında verilmesi, onlara değer gösterilmesi öğütlenir (Yusuf Has Hacib, 2019). Bu durum, şehir esnafının devlet ile olan ilişkisinin düzenlenmesi ve piyasada tekelci yapıların oluşmasını engelleyecek bir piyasa denetimi mekanizmasının gerekliliğine işaret etmektedir. Zira zanaatkarın emeğinin sömürülmesi, kentsel ekonominin çöküşünü de beraberinde getirecektir.

4. ADALET DAİRESİ'NDE YÖNETİCİNİN İKTİSADİ SORUMLULUKLARI

Yönetim geleneklerinde devletin fonksiyonları incelenirken, Kutadgu Bilig'in salt bir organizasyon şeması sunmanın ötesine geçerek yöneticinin iktisadi alandaki müdahalelerinin sınırlarını çizdiği görülmektedir. Düzenleyici devlet olarak adlandırılan modele oldukça yakın bir perspektif sunan eser, yöneticinin ekonomideki asli rolünü piyasaya doğrudan müdahil olmak yerine piyasanın adil işleyişini sağlayacak kurumsal altyapıyı (bürokrasi ve hukuk) inşa etmek olarak belirlemektedir. Bu bağlamda, hakanın ve vezirin omuzlarındaki en ağır kamu yükü; liyakatli bir mali teşkilatın kurulması, vergi adaleti ve mülkiyet güvenliğinin teminidir.

Kamu kaynaklarının tahsisi ve hazinenin yönetimi, 11. yüzyıl Türk-İslam devlet kurgusunda da idari etik ve liyakat kavramları üzerinden şekillenmiştir. Devletin gelirlerini toplayan ve harcamalarını yöneten mali bürokrasi, Kutadgu Bilig'de ağıcılar (hazine memurları) ve bitikçiler (katipler) olarak tanımlanmıştır. Eser, bu memurların atanmasında akrabalık veya sadakat bağlarından ziyade, rasyonel idari yetkinliklerin ve etik değerlerin merkeze alınması gerektiğini savunmaktadır (Yusuf Has Hacib, 2019).

Literatürde yer alan yönetim ve ahlak eksenli çalışmalara göre, Yusuf Has Hacib hazineyi yönetecek bürokratlarda; hesap verebilirlik, şeffaflık, tok gözlülük ve matematiksel yetkinlik şartlarını aramaktadır (Yusuf Has Hacib, 2019). Hazine memurunun rüşvet alması veya kamu kaynağını şahsi menfaati için kullanması, devlete karşı işlenmiş en büyük zulüm olarak nitelendirilir. Zira modern literatürde asıl-vekil problemi olarak tartışılan; vekilin (bürokratın) kendi çıkarını asılın (devletin/halkın) çıkarının önüne koyması durumu, Kutadgu Bilig'de hazinenin boşalması ve devletin kurumsal güvenilirliğinin çökmesi şeklinde formüle edilmiştir. Bu nedenle eserde, mali bürokrasinin sürekli olarak hakanın sıkı denetimi altında tutulması gerektiği vurgulanır.

İslam iktisat düşüncesi ve geleneksel Türk kamu maliyesinin sentezlendiği Kutadgu Bilig'de vergi, devletin devamlılığı için vazgeçilmez bir araçtır. Ancak bu tahsilatın katı bir hukuki zemine oturması elzemdir. Kamu maliyesi literatüründe vergilendirmenin temel anayasal ilkelerinden olan ödeme gücüne göre vergilendirme ve vergide kanunilik, eserin mali rasyonalitesinin merkezini oluşturmaktadır. Yusuf Has Hacib, olağanüstü dönemler dışında halktan kanunlarda belirtilmeyen keyfi vergilerin alınmasını kesin bir dille reddetmektedir.

Eserde, vergi oranlarının halkı üretemez hale getirecek seviyeye çıkarılmasının devlete fayda değil zarar getireceği savunulmaktadır (Yusuf Has Hacib, 2019). Mülkiyetin devlete veya hakanın keyfiyetine ait olmadığı, şahsın kendi emeğiyle kazandığı malın dokunulmaz olduğu fikri, piyasa ekonomisinin ve sermaye birikiminin ön koşuludur. Mülkiyet hakkı güvence altında olmayan tüccar ve çiftçinin yatırım yapmayacağı, bunun da doğrudan doğruya makroekonomik daralmaya yol açacağı eserde açıkça belirtilmiştir.

Kutadgu Bilig'de ekonomik krizin kaçınılmaz siyasal sonucunun devletin çöküşü (Kut'un kaybedilmesi) olduğu ifade edilmektedir. Yönetici, liyakatsiz atamalar veya adaletsiz vergi politikalarıyla toplumu fakirleştirdiğinde, Adalet Dairesi tersine çalışmaya başlayacaktır (Yusuf Has Hacib, 2019). Üretim de durma noktasına gelebilir. Üretimin durmasıyla bütçe açık verecek ve hazine maaşları ödeyemez duruma gelecektir. Maaşını alamayan ordu disiplinsizleşecek ve halka zulmetmeye başlayacaktır. Halkın devlete olan güveni (meşruiyet bağı) koptuğunda

ise siyasal iktidar içeriden veya dışarıdan gelecek müdahalelere karşı savunmasız kalabilir. Dolayısıyla Yusuf Has Hacib'in sisteminde iktisadi denge, sıradan bir kamu politikası hedefi değil, doğrudan milli güvenlik ve siyasal beka meselesidir. Yöneticinin asli siyasi görevi, bu iktisadi çöküş sarmalına girmemek için önleyici kamu politikaları geliştirmektir.

SONUÇ

Türk-İslam devlet felsefesinin kurucu metinlerinden Kutadgu Bilig, yalnızca bireysel erdemleri ve soyut bir yönetim ahlakını tartışan didaktik bir eser değildir. Devletin kurumsal mimarisini ve ekonomi-politik rasyonalitesini inşa eden kapsamlı bir sistem teorisidir. Çalışma boyunca literatür üzerinden yapılan kavramsal analiz, 11. yüzyılda kaleme alınan bu eserin bütçe denkliği, mali disiplin, vergi adaleti ve piyasanın düzenlenmesi gibi günümüz kamu maliyesinin temel problemlerine dair derin ve rasyonel çözümler ürettiğini ortaya koymuştur. Eserin kurumsal analizinin merkezinde yer alan Adalet Dairesi mekanizması, devleti salt bir tahakküm aygıtı olarak değil; hukuk, ekonomi ve güvenlik ayakları üzerinde dengede duran dinamik bir sacayağı olarak tanımlamaktadır. Bu sosyo-ekonomik döngü, yöneticinin sahip olduğu hukuki otorite ve siyasal meşruiyet ile toplumun elde ettiği iktisadi refah arasında kopmaz, rasyonel bir nedensellik bağı kurmaktadır. Siyasal sistemin sürdürülebilirliği ve devletin bekası, ancak iktisadi büyümenin hukuki güvence altına alınmasına ve bu güvencenin kesintisiz bir vergi geliri döngüsü oluşturmasına bağlanmıştır. Bu nedensellik zinciri içerisinde devleti ayakta tutmak için askeri güce, orduyu finanse edebilmek için vergilere ve hazineye, hazineyi doldurabilmek için üreten zengin bir halka ve halkın refahını tesis edebilmek için de adil bir kanun düzenine ihtiyaç duyulmaktadır.

Yusuf Has Hacib'in inşa ettiği sistemde kamu otoritesi, ekonomiye doğrudan egemen olup üretim araçlarını elinde tutan veya piyasayı boğan mutlak bir aktör olmaktan ziyade düzenleyici bir güç olarak tasavvur edilmiştir. Yöneticinin asli ekonomik sorumluluğu, mülkiyet haklarını güvence altına almak, hilenin ve tefeciliğin yasaklandığı adil piyasa kurallarını işletmek ve piyasa güvenliğini sağlamaktır. Hukukun üstünlüğünün ve mülkiyet güvencesinin zedelendiği, hakanın keyfi müsadere ve uygulamalarına maruz kalan bir düzende tüccarın ve çiftçinin yatırım yapmayacağı, bunun da makroekonomik daralmayı beraberinde getireceği net bir biçimde ifade edilmektedir.

Bununla birlikte, devletin iktisadi temellerinin sağlamlaştırılması, tarığçılar (çiftçiler), satığcılar (tüccarlar) ve uzlar (zanaatkarlar) olarak kategorize edilen üretici sınıfların desteklenmesine dayandırılmıştır. Devletin vergi matrahının temelini oluşturan bu iş bölümü ve üretim kapasitesi, hakanın koruması altındadır. Hazine gelirlerini artırmak amacıyla halka kanunlarda belirtilmeyen keyfi ve aşırı vergiler yüklemek, üreticiyi sistemin dışına iteceği için devleti zenginleştirmek yerine uzun vadede vergi tabanını yok ederek mali çöküşe zemin hazırlamaktadır. Dolayısıyla vergilerin kanuniliği ilkesine riayet edilmesi ve halkın ödeme gücünün mutlaka dikkate alınması, Kutadgu Bilig'in ekonomik istikrar için öngördüğü en hayati kamu politikalarındandır.

Mali kapasitenin doğru yönetimi, devletin bürokratik liyakatle doğrudan ilişkilendirilmiştir. Hazine memurlarının (ağıcılar) ve katiplerin (bitikçiler) atanmasında sadakatten ziyade rasyonel yetkinliklerin, hesap verebilirliğin ve idari etiğin gözetilmesi, kamu kaynaklarının şeffaf tahsisi için zorunlu tutulmuştur. Bürokraside liyakatin kaybolması ve adaletsiz vergi politikaları sonucunda toplumun fakirleşmesi, Adalet Dairesi'nin tersine çalışmasına neden olacak; nihayetinde ordunun çözülmesi ve siyasal iktidarın (Kut'un) kaybedilmesi gibi varoluşsal bir krizle sonuçlanacaktır.

Kutadgu Bilig, geçmiş idari yapının anlaşılmasına katkı sunarken, günümüz modern devlet teşkilatlanmasındaki idari ve mali yönetim anlayışına da tarihsel bir perspektif sunmaktadır. Yusuf Has Hacib'in on birinci yüzyılda büyük bir kurumsal vizyonla formüle ettiği "*Halkın zenginliği devletin zenginliğidir; adalet olmadan zenginlik, zenginlik olmadan devlet olmaz*" ilkesi, yalnızca klasik dönem devlet aklını değil, modern yönetim literatüründeki refah devleti, sürdürülebilir kalkınma ve hukukun üstünlüğü tartışmalarını da güçlü bir şekilde yansıtarak güncelliğini ve geçerliliğini muhafaza etmektedir.

KAYNAKÇA

Adalıoğlu, H. H. (2016). Bir siyasetnâme olarak "Kutadgu Bilig". *Selçuk Üniversitesi Türkiyat Araştırmaları Dergisi*, (34), 237-253. https://izlik.org/JA47RG69PE

Akdağ, M. (1979). *Türkiye'nin iktisadî ve içtimaî tarihi (Cilt 1)*. İstanbul: Tekin Yayınevi.

Barkan, Ö. L. (1980). *Türkiye'de toprak meselesi: Toplu eserler 1*. İstanbul: Gözlem Yayınları.

Büyükbaş, H. ve F. Vargün (2016), Kutadgu Bilig'de devlet yönetimi hükümdar-adalet ilişkisi, *Ardahan Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi,* (4), 27-33

Divitçioğlu, S. (2000). *Kök Türkler: Kut, küç ve ülüg*. İstanbul: Yapı Kredi Yayınları.

Donuk, A. (1982). Eski Türklerde hükümdarın vazifeleri ve vasıfları. *Türk Dünyası Araştırmaları Vakfı*, (17), 103-152.

Ergin, M. (1970). *Orhun abideleri*. İstanbul: Milli Eğitim Basımevi.

Genç, M. (2000). *Osmanlı İmparatorluğu'nda devlet ve ekonomi*. İstanbul: Ötüken Neşriyat.

Güngör, E. (1990). *Tarihte Türkler*. İstanbul: Ötüken Neşriyat.

Hassan, Ü. (1985). *Eski Türk toplumu üzerine incelemeler*. İstanbul: Kaynak Yayınları.

İnalcık, H. (1965). *Kutadgu Bilig'de Türk ve İran siyaset nazariyesi ve gelenekleri. Osmanlı'da devlet, hukuk, adalet*. İstanbul: Eren Yayınları.

İnalcık, H. (1973). *The Ottoman Empire: The classical age 1300-1600*. London: Orion Books.

Kafesoğlu, İ. (1984). *Türk millî kültürü*. İstanbul: Boğaziçi Yayınları.

Köprülü, M. F. (1999). *İslam ve Türk hukuk tarihi araştırmaları ve vakıf müessesesi*. İstanbul: Ötüken Neşriyat.

Mardin, Ş. (1990). *Türkiye'de toplum ve siyaset*. İstanbul: İletişim Yayınları.

Ortaylı, İ. (2000). *Türkiye idare tarihine giriş*. Ankara: Turhan Kitabevi.

Ögel, B. (1991). *Türk kültür tarihine giriş (Cilt 1)*. Ankara: Kültür Bakanlığı Yayınları.

Tabakoğlu, A. (2000). *Türk iktisat tarihi*. İstanbul: Dergâh Yayınları.

Togan, Z. V. (1981). *Umumi Türk tarihine giriş*. İstanbul: Enderun Kitabevi.

Turan, O. (2003). *Türk cihan hâkimiyeti mefkûresi tarihi*. İstanbul: Ötüken Neşriyat.

Uğur, A. (2001). *Osmanlı siyâset-nâmeleri*. İstanbul: Milli Eğitim Basımevi.

Yusuf Has Hacib (2019). *Kutadgu Bilig* (A. Çakan, Çev.). İstanbul: Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları.

İKİ DEVLET GELENEĞİ, İKİ BÜROKRATİK MODEL: TÜRKİYE VE ÇİN

Doç. Dr., A. Muhammet BANAZILI1
1Tarsus Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Siyaset Bilimi ve Kamu Yönetimi Bölümü, muhammetbanazili@tarsus.edu.tr, ORCID: 0000-0002-5088-9587

Özet

Bu bildiri Türkiye ve Çin'de bürokrasinin tarihsel gelişimini ve günümüzde ulaştığı kurumsal yapıyı karşılaştırmalı bir perspektifle incelemeyi amaçlamaktadır. Her iki ülke güçlü ve köklü devlet geleneklerine sahip olmakla birlikte bürokratik yapılanmalarının tarihsel kaynakları ve siyasal otoriteyle kurdukları ilişkiler bakımından farklı gelişim çizgileri izlemiştir. Çalışmada nitel araştırma yaklaşımı benimsenmiştir. Tarihsel ve kuramsal literatüre dayalı doküman incelemesi yoluyla Türkiye ve Çin'in bürokratik deneyimleri karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Türkiye'de bürokratik gelenek Osmanlı'nın merkeziyetçi ve patrimonyal idari mirası üzerinde şekillenmiş olup Tanzimat reformlarıyla başlayan dönüşüm Cumhuriyet döneminde modern ulus-devletin inşasıyla yeni bir mahiyet kazanmıştır. Çin'de ise Konfüçyüsçü yönetim anlayışı ve imparatorluk sınav sistemine dayanan meritokratik bürokrasi geleneği 1949 sonrasında Çin Komünist Partisi'nin öncülüğünde parti-devlet yapılanması içerisinde yeniden biçimlenmiştir. Türkiye'de bürokrasinin modernleşmenin öncü aktörlerinden biri olarak siyasal otorite karşısında dönemsel olarak özerk bir konum kazanabildiği; Çin'de ise bürokrasinin siyasi otoriteyle daha hiyerarşik ve organik bir bütünleşme içerisinde geliştiği anlaşılmıştır. İki ülkenin bürokrasi tecrübeleri birlikte değerlendirildiğinde bürokrasinin tek ve evrensel bir modele indirgenemeyeceği, bilakis, tarihsel mirasın, siyasal kültürün, modernleşme tecrübesinin ve devlet-toplum münasebetlerinin bürokratik yapıların teşekkülünde belirleyici bir mahiyet taşıdığı sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Bürokrasi, Devlet Geleneği, Türkiye, Çin.

TWO STATE TRADITIONS, TWO BUREAUCRATIC MODELS: TÜRKİYE AND CHINA

Assoc. Prof. Dr., A. Muhammet BANAZILI1
1Tarsus University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Political Science and Public Administration, muhammetbanazili@tarsus.edu.tr, ORCID: 0000-0002-5088-9587

Abstract

This conference paper aims to comparatively examine the historical development of bureaucracy in Türkiye and China and the institutional structures that have emerged in the two countries today. Although both countries possess strong and deeply rooted state traditions, their bureaucratic systems have followed distinct trajectories in terms of their historical foundations and relationships with political authority. The study adopts a qualitative research approach. Drawing on a document analysis of historical and theoretical literature, the bureaucratic experiences of Türkiye and China are assessed from a comparative perspective. In Türkiye, the bureaucratic tradition developed upon the centralized and patrimonial administrative legacy of the Ottoman Empire, while the transformation initiated by the Tanzimat reforms acquired a new character with the construction of the modern nation-state during the Republican period. In China, by contrast, the meritocratic bureaucratic tradition rooted in Confucian principles of governance and the imperial examination system was reshaped after 1949 within the party-state structure under the leadership of the Chinese Communist Party. The analysis suggests that bureaucracy in Türkiye, as one of the leading actors of modernization, was able to attain a degree of autonomy from political authority during certain periods, whereas in China bureaucracy developed through a more hierarchical and organic integration with political authority. Considered together, the bureaucratic experiences of the two countries suggest that bureaucracy cannot be reduced to a single universal model. Rather, historical legacies, political culture, experiences of modernization, and state-society relations have played a decisive role in shaping bureaucratic structures.

Keywords: Bureaucracy, State Tradition, Türkiye and China.

GİRİŞ

Bürokrasi modern devletin kurumsal yapısını ve idari işleyişini anlamada temel kavramlardan biri olmakla birlikte sadece kurallar, hiyerarşi ve görev dağılımından oluşan teknik bir örgütlenme biçiminden ibaret değildir. Devletlerin tarihsel tecrübeleri, siyasal kültürleri ve toplumla kurdukları münasebetler bürokrasinin teşekkülünü ve zaman içerisinde kazandığı mahiyeti doğrudan etkilemektedir. Weber'in (2023) yasal-ussal bürokrasi modeli modern bürokrasinin açıklanmasında güçlü bir kuramsal çerçeve sunarken farklı ülke tecrübelerinde bürokrasi her toplumda aynı tarihsel güzergâhı izlememiştir. Bu bakımdan bürokratik yapıları içinde geliştikleri tarihsel ve toplumsal şartlardan bağımsız değerlendirmek farklı devlet geleneklerinin kendine özgü yönlerini gözden kaçırma riskini beraberinde getirmektedir.

Türkiye ve Çin bürokratik geleneklerin farklı tarihsel şartlar altında nasıl biçimlendiğini incelemek bakımından dikkat çekici iki örnektir. Çünkü her iki ülke de köklü bir devlet geleneğine, güçlü merkezi idare tecrübesine ve bürokrasinin devletin devamlılığında önemli bir yer tuttuğu tarihsel geçmişe sahiptir. Bununla beraber söz konusu ortaklıkların ardında birbirinden farklı tarihsel güzergâhlar bulunmaktadır. Türkiye'de bürokratik yapı Osmanlı'nın merkeziyetçi ve patrimonyal idari mirası üzerinde şekillenmiştir. Tanzimat'la ivme kazanan idari modernleşme hareketleri geleneksel kurumların yeniden düzenlenmesinde önemli bir merhale oluşturmuştur (Findley, 1980; İnalcık, 2009). Cumhuriyet döneminde ise bürokrasi modern ulus-devletin inşası ve toplumsal dönüşüm sürecinde daha belirgin bir rol üstlenmiş olup devlet merkezli modernleşme anlayışının başlıca aktörlerinden biri hâline gelmiştir (Heper, 2015; Mardin, 1973). Bu tarihsel seyir içinde bürokrasi Türkiye'de idarî yapının sürekliliği ile modernleşme arayışları arasında kendine mahsus bir konum kazanmıştır.

Çin bürokrasisinin tarihsel serencamı ise farklı bir zeminde gelişmiştir. Konfüçyüsçü siyasal düşünceyle beslenen ve uzun bir tarihsel geçmişe sahip olan imparatorluk sınav sistemi (*keju*), devlet hizmetine girişte liyakat esasının kurumsallaşmasında önemli bir yere sahiptir (Gülez, 2023). Bu idari miras 1949 sonrasında bütünüyle ortadan kalkmamıştır. Çin Komünist Partisi'nin öncülüğünde şekillenen parti-devlet yapılanması içerisinde farklı bir hüviyete bürünmüştür. Böylece merkeziyetçilik, liyakat ve güçlü devlet anlayışından beslenen tarihsel unsurlar Marksist-Leninist siyasal örgütlenme ve Parti liderliği çerçevesinde yeniden yorumlanmıştır (Burns, 2006; Zhao, 2010). Çin bürokrasisi geleneksel idarî miras ile sosyalist parti-devlet anlayışının zaman içerisinde iç içe geçtiği kendine has bir hüviyete bürünmüştür.

Türkiye ve Çin'in birlikte ele alınması bürokrasiyi tek ve yeknesak bir idari model üzerinden değerlendirmek yerine farklı devlet geleneklerinin bürokratik kurumları nasıl biçimlendirdiğini mukayeseli olarak tartışmaya imkân vermektedir. Türkiye'de bürokrasinin siyasal otorite karşısındaki konumu tarihsel süreç içerisinde dönemsel gerilimler ve değişen güç ilişkileri üzerinden şekillenirken (Heper, 2015; Kalaycıoğlu, 2001), Çin'de Parti ile bürokrasi arasında daha hiyerarşik ve organik bir bütünleşme söz konusudur (Wei, 2021; Zhou, 2022). Bunun yanı sıra iki ülkenin liyakat, toplumsal meşruiyet, performans, idari esneklik ve değişen koşullara uyum bakımından geliştirdikleri kurumsal mekanizmalar da bürokrasinin tarihsel ve siyasal bağlamla olan münasebetini belirginleştirmektedir. Bu çerçevede çalışmanın temel amacı Türkiye ve Çin'de bürokratik geleneklerin tarihsel gelişimini incelemek ve iki ülkenin bürokratik modellerini karşılaştırmalı bir perspektifle değerlendirmektir. Çalışmada Türkiye ve Çin bürokrasileri tarihsel kökenler ve süreklilikler, modernleşme sürecindeki konum, siyasal otoriteyle ilişki, toplumsal temas ve meşruiyet kaynakları, yapısal ve operasyonel özellikler ile dönüşümlere uyum eksenlerinde ele alınmaktadır. Böyle bir mukayese iki ülke arasındaki benzerlik ve farklılıkları tespit etmenin ötesinde, bürokrasinin tarihsel miras, siyasal kültür ve devlet-toplum ilişkileri içerisinde nasıl farklı biçimler kazanabildiğini anlamaya yönelik bir çerçeve sunabilecektir.

1. TÜRK BÜROKRASİSİNİN TARİHSEL DÖNÜŞÜMÜ: OSMANLI MİRASINDAN GÜNÜMÜZE

Türk bürokrasisinin bugünkü mahiyetini anlamak onu yalnızca Cumhuriyet döneminde şekillenmiş bir idari yapı olarak ele almakla mümkün değildir. Zira Türkiye'de bürokratik geleneğin kökleri Osmanlı Devleti'nin

merkeziyetçi yönetim anlayışına ve bu anlayış etrafında teşekkül eden kurumsal yapılara kadar uzanmaktadır. Osmanlı idaresi Weberyan anlamda patrimonyal özellikler taşımakla birlikte gelişmiş kayıt düzeni, yazılı hukuk geleneği ve belirli bir görev hiyerarşisi üzerine kurulmuş köklü bir idari teşkilata sahipti. Kalemiye, seyfiye ve ilmiye gibi sınıflar devlet işlerinin belirli bir iş bölümü içerisinde yürütülmesini sağlarken devşirme sistemi de merkezî otoriteye bağlı idari ve askerî kadroların yetiştirilmesinde önemli bir mekanizma işlevi görmüştür. Bu yönüyle Osmanlı bürokrasisini salt patrimonyal ilişkiler üzerinden değerlendirmek söz konusu idari geleneğin kurumsal çeşitliliğini açıklamak bakımından eksik kalmaktadır (İnalcık, 2009).

Osmanlı bürokrasisinin dönüşümünde esas kırılma noktalarından biri 19. yüzyılda yaşanmıştır. Avrupa devletleri karşısında değişen güç dengeleri ve devletin idari kapasitesini yeniden düzenleme ihtiyacı bürokrasiyi modernleşme sürecinin merkezine taşımıştır. Tanzimat (1839) ve Islahat (1856) Fermanlarıyla birlikte idarenin daha düzenli, öngörülebilir ve yazılı kurallara bağlı hâle getirilmesi yönündeki arayış belirginleşmiştir. Bakanlıkların teşkili, taşra idaresinin yeniden düzenlenmesi ve Mekteb-i Mülkiye gibi modern eğitim kurumlarının kurulması geleneksel bürokratik yapının yeni bir idare anlayışıyla buluşmasının başlıca tezahürleri arasında yer almıştır (Findley, 1980). Bununla birlikte modernleşme eski kurumların bütünüyle tasfiye edildiği doğrusal bir süreç olmamıştır. Geleneksel ilişki biçimleri ile rasyonelleşme ve merkezileşme arayışlarının yan yana varlığını sürdürmesi Osmanlı'nın son dönemindeki devlet-toplum münasebetlerine ikili bir karakter kazandırmıştır (Mardin, 1973). Nitekim II. Meşrutiyet yıllarında bürokrasinin devletin bekasını sağlama ve toplumsal dönüşüme öncülük etme misyonunun daha belirgin hâle gelmesi Cumhuriyet'e intikal edecek bürokratik zihniyetin de önemli ölçüde zeminini hazırlamıştır.

Cumhuriyet'in kuruluşuyla beraber bürokrasinin konumu yeni bir mahiyet kazanmıştır. Yeni devletin kurumsal teşkilatlanmasının sağlanması, hukuk ve eğitim sistemlerinin yeniden düzenlenmesi ve modernleşme politikalarının ülke genelinde tatbik edilmesi bürokrasiye güçlü bir dönüştürücü rol yüklemiştir. Bu dönemde bürokrasi idari hizmetleri yerine getiren bir mekanizmanın ötesinde Cumhuriyet'in modernleşme tasavvurunun taşıyıcılarından biri olarak konumlanmıştır. Heper'in (1974) devlet merkezli bürokrasi yaklaşımı bürokrasinin bu dönemde kazandığı konumu anlamak açısından önemlidir. Özellikle elit sivil bürokrasi ve askerî bürokrasi devletin kurumsal devamlılığının yanı sıra toplumsal dönüşümün gerçekleştirilmesinde de etkili olmuştur. Ne var ki bu güçlü konum bürokrasi ile toplum arasındaki mesafeye ilişkin tartışmaları da beraberinde getirmiştir. Mardin'in (1973) merkez-çevre yaklaşımı çerçevesinde değerlendirildiğinde bürokrasinin modernleştirici rolü ile toplumun farklı kesimlerinin beklenti ve değerleri arasındaki mesafe Türk siyasal hayatının uzun süre devam eden meselelerinden biri hâline gelmiştir.

Çok partili siyasal hayata geçiş ise bürokrasi ile siyaset arasındaki münasebetlerde yeni bir safhayı beraberinde getirmiştir. 1950 sonrasında seçilmiş siyasal iktidar olan Demokrat Parti'nin güç kazanması Cumhuriyet'in ilk döneminde önemli ölçüde özerk hareket alanına sahip olan bürokratik kadroların siyasal sistem içerisindeki konumunu tartışmaya açmıştır. Takip eden yıllarda yaşanan askerî müdahaleler ve bürokratik kurumların siyasal karar alma süreçlerindeki ağırlığı bürokrasi-siyaset ilişkisinin zaman zaman gerilimli bir zeminde ilerlemesine neden olmuştur. Kalaycıoğlu'nun (2001) "vesayetçi demokrasi" çerçevesinde ele aldığı bu yapı seçilmiş siyasal otorite ile bürokratik kurumlar arasındaki yetki ve meşruiyet sınırlarının uzun süre tartışılmasına yol açmıştır. Öte yandan formel kurallarla gayriresmî ilişki biçimlerinin aynı idari yapı içerisinde varlığını sürdürmesi Türk bürokrasisinin Weberyan modele bütünüyle tekabül etmeyen kendine mahsus niteliğini de beslemiştir. Riggs'in (1964) *prizmatik toplum* yaklaşımı formel kurumlarla geleneksel ilişki ağlarının yan yana var olabildiği bu tür idari yapıları açıklamada elverişli bir kavramsal zemin sunmaktadır. Yani, Riggs'in prizmatik toplumunda geleneksel ve modern kurumlar ile değerler bir arada varlığını sürdürür. Modern hukuk kuralları ve bürokratik yapılar oluşturulmuş olsa da bunların uygulamadaki karşılığı her zaman aynı değildir. Kurumların görev ve yetkileri arasında kesin bir ayrım bulunmaması işlevlerin zaman zaman iç içe geçmesine neden olur. Bu yapıda

kişisel ilişkiler ve geleneksel bağlar da etkisini koruduğundan kayırmacılık, nepotizm ve yolsuzluk gibi informel uygulamalar modern bürokratik düzenle birlikte görülebilir.

1980 sonrasında ise bürokrasinin dönüşümünde farklı bir merhale başlamıştır. Yeni Kamu İşletmeciliği (YKİ) anlayışının uluslararası düzeyde yaygınlaşmasıyla birlikte verimlilik, performans, stratejik yönetim ve hizmet odaklılık gibi ilkeler Türk Kamu Yönetimi reformlarının da gündemine girmiştir. Özellikle 2000'li yıllarda stratejik planlama, mali yönetim, bilgi edinme ve şeffaflık ekseninde gerçekleştirilen düzenlemeler geleneksel bürokratik yapının daha hesap verebilir ve performans odaklı hâle getirilmesi arayışının parçaları olmuştur (Zengin, 2009). Bununla beraber reform süreci bürokratik kültürün yerleşik özellikleri ve siyasal iktidar-bürokrasi ilişkilerindeki değişimlerden bağımsız ilerlememiştir. Bu nedenle Türk bürokrasisinin yakın dönem serencamı bir taraftan idari etkinlik ve esneklik arayışları, diğer taraftan liyakat, tarafsızlık ve siyasal denetim etrafında süregelen tartışmalarla şekillenmiştir (Eryılmaz, 2017).

Bütün bu tarihsel seyir içerisinde Türk bürokrasisini yalnızca hantallık, kırtasiyecilik veya siyasal vesayet tartışmaları üzerinden okumak da meseleyi tek taraflı bırakacaktır. Cumhuriyet'in kuruluşundan itibaren eğitim, sağlık, adalet ve nüfus hizmetlerinin ülke sathında örgütlenmesi idari standartların oluşturulması ve devletin kurumsal devamlılığının sağlanması önemli ölçüde bürokratik kapasiteye dayanmıştır (Heper, 2015). Osmanlı'dan tevarüs eden yazılı hukuk ve kayıt geleneği de Cumhuriyet döneminde daha kapsamlı bir kurumsal çerçeve içerisinde yeniden biçimlenmiştir. Dolayısıyla Türk bürokrasisinin tarihsel tecrübesi süreklilik ile değişimin iç içe geçtiği bir seyir arz etmektedir. Osmanlı'nın merkeziyetçi idare anlayışı Cumhuriyet'in modernleştirici devlet tasavvuru, çok partili hayatın siyasal gerilimleri ve yakın dönemin yönetişim ve performans arayışları birbirinden bütünüyle kopuk dönemler değildir. Bilakis her dönem kendinden önceki idari mirasın bazı unsurlarını muhafaza ederken bunları yeni siyasal ve toplumsal şartlar altında yeniden yorumlamıştır. Bu itibarla Türk bürokrasisi tarihsel miras ile modernleşme arasındaki münasebetin sürekli yeniden kurulduğu, kendine mahsus bir bürokratik model olarak değerlendirilebilir.

2. ÇİN BÜROKRASİSİNİN TARİHSEL VE KURUMSAL DÖNÜŞÜMÜ: İMPARATORLUK MERİTOKRASİSİNDEN PARTİ-DEVLET MODELİNE

Çin bürokrasisi tarihsel sürekliliği ve kendine mahsus kurumsal yapısıyla dünya idare tarihinde dikkat çekici örneklerden biridir. Bugünkü bürokratik sistemin mahiyetini anlayabilmek için Çin Komünist Partisi'nin (ÇKP) 1949 sonrasında oluşturduğu parti-devlet yapılanmasına odaklanmak tek başına yeterli değildir. Zira modern Çin bürokrasisinin kimi temel unsurları Konfüçyüsçü siyasal düşünceye ve imparatorluk döneminde kurumsallaşan idari geleneğe kadar uzanmaktadır. Bu bakımdan Çin bürokrasisinin tarihsel seyri mutlak bir kopuştan ziyade süreklilik ve dönüşümün iç içe geçtiği uzun soluklu bir tecrübe olarak değerlendirilebilir.

Çin bürokratik geleneğinin tarihsel köklerinden biri imparatorluk sınav sistemi olarak bilinen "*keju*"dur. Sui (581-618) ve Tang (618-907) hanedanları döneminde kurumsallaşan, Song Hanedanı döneminde ise daha sistematik bir yapıya kavuşan bu sistem devlet hizmetine girişte belirli bilgi ve yeterlilik ölçütlerini esas alan bir seçme mekanizması oluşturmuştur. Adayların Konfüçyüsçü klasikler, tarih, edebiyat ve devlet felsefesi gibi alanlarda kademeli sınavlara tabi tutulması kamu görevlerine erişimde soy veya aristokratik aidiyetin yanında eğitim ve sınav başarısının da önem kazanmasına zemin hazırlamıştır (Elman, 2000). Böylelikle geniş bir coğrafyada ortak bir idari dil ve değerler sisteminin yerleşmesine katkı sağlayan eğitimli bir bürokratik zümre teşekkül etmiştir.

Keju sisteminin önemli hususiyetlerinden biri belirli ölçülerde toplumsal hareketliliğe imkân tanımasıdır. Teorik olarak farklı toplumsal kesimlerden gelen kişilerin sınavlarda başarılı olmak suretiyle devlet hizmetine girebilmesi bürokratik makamların sadece soylu ailelerin tasarrufunda kalmasını sınırlandırmıştır (Ho, 1962). Bununla beraber liyakat modern anlamda yalnızca mesleki yeterliliğe dayanan tarafsız bir ölçüt değildi. Sınavların Konfüçyüsçü ahlaki ve siyasal öğretiler üzerine kurulması bürokratın aynı zamanda belirli bir değerler dünyasının temsilcisi olarak yetiştirilmesi anlamına geliyordu. Bu nedenle geleneksel Çin bürokratı idari

vazifesinin yanı sıra siyasal ve ahlaki düzenin devamlılığını sağlayan bir aktör konumundaydı (Fairbank, 1992). İmparatorun nihai otoritesi ile liyakat esaslı bürokratik kadroların birlikte varlığı Çin idare geleneğine patrimonyal ve meritokratik unsurların iç içe geçtiği kendine mahsus bir nitelik kazandırmıştır (Weber, 2023).

Ne var ki keju sistemi zaman içerisinde birtakım yapısal sorunlarla karşı karşıya kalmıştır. Sınavların giderek biçimsel hâle gelmesi, klasik metin bilgisinin idari ve teknik yeterliliğin önüne geçmesi ve bürokratik makamların sınırlılığı sistemin işlevselliğini zayıflatmıştır. Bilhassa 19. yüzyılda Batılı devletlerin askerî ve teknolojik üstünlüğünün belirginleşmesi geleneksel eğitim ve memur seçme düzeninin modern devletin ihtiyaçlarını karşılayıp karşılayamadığı yönündeki tartışmaları kuvvetlendirmiştir. Nihayet keju sistemi Qing Hanedanı tarafından 1905 yılında kaldırılmıştır (Elman, 2000). Bununla birlikte sınav eğitim ve liyakat üzerinden devlet kadrolarına erişme düşüncesi Çin'in idari hafızasından bütünüyle silinmemiştir.

ÇKP'nin 1949'da iktidara gelmesi bu tarihsel seyirde önemli bir kırılmayı ifade etmekle beraber, aslında, geçmişle bütün bağların ortadan kalktığı bir dönem değildir. Yeni rejim Marksist-Leninist ideoloji ve demokratik merkeziyetçilik temelinde farklı bir siyasal ve idari düzen kurmuştur. Buna mukabil güçlü merkezî otorite, disiplinli idari kadrolar ve liyakat düşüncesi farklı biçimlerde varlığını sürdürmüştür. Bu itibarla modern Çin bürokrasisi tarihsel devlet geleneği ile sosyalist parti örgütlenmesinin yeni şartlar altında terkibinden doğan bir yapı olarak okunabilir (Zhao, 2010).

Modern sistemin ayırt edici vasfı Parti ile devlet bürokrasisi arasındaki yakın ve hiyerarşik münasebettir. Bakanlıklardan yerel yönetimlere, kamu kuruluşlarından eğitim kurumlarına kadar birçok örgütsel yapıda Parti birimleri idari mekanizmayla birlikte faaliyet göstermektedir. Üst düzey kadroların belirlenmesinde ÇKP'nin örgüt birimlerinin sahip olduğu rol bürokratik kariyer ile siyasal örgütlenme arasındaki bağı güçlendirmektedir. *Nomenklatura* olarak ifade edilen kadro sistemi de kilit görevlerdeki atama ve terfilerin Parti örgütü tarafından gözetilmesine imkân vermektedir (Burns, 2006). Dolayısıyla Çin bürokrasisi, siyasal otoriteden bağımsız ve tarafsız bir idari alan şeklinde değil Parti liderliği altında faaliyet gösteren daha bütünleşik bir yapı içerisinde teşekkül etmiştir.

Bu yapılanmanın temel örgütsel ilkelerinden biri demokratik merkeziyetçiliktir. Söz konusu ilke kararların oluşumu aşamasında belirli bir istişare ve müzakere alanı öngörürken karar alındıktan sonra alt kademelerin üst kademelere bağlı hareket etmesini esas almaktadır. Bunun yanında kolektif liderlik anlayışı stratejik kararların belirli kurullar ve Parti grupları içerisinde müzakere edilmesini esas alınmasını gerektirir iken bireysel sorumluluk ilkesi ise alınan kararların uygulanmasından belirli yöneticilerin sorumlu tutulmasını öngörmektedir. Böylece kolektif karar alma ile hiyerarşik sorumluluğun birlikte işletilmesi amaçlanmaktadır (Zhou, 2022). Bu yapı Çin bürokrasisinin karar alma ve uygulama süreçlerinde koordinasyon ile merkezî denetimi bir arada sürdürme arayışının kurumsal tezahürlerinden biridir.

Çin bürokrasisinin toplumla kurduğu münasebette ise "kitle çizgisi" (*qunzhong luxian*) önemli bir yer tutmaktadır. Bu anlayış bürokratik kadroların toplumsal talepleri takip etmesini, yerel sorunlar hakkında bilgi edinmesini ve politika uygulamalarını sahadan gelen geri bildirimlerle ilişkilendirmesini öngörmektedir (Yang, 2021; Tsai, 2022). Günümüzde bu yaklaşım mahalle ve köy komiteleri gibi yerel yapılar ile çeşitli toplumsal örgütlenmeler üzerinden işleyen daha geniş bir "toplumsal yönetim" anlayışıyla birlikte ele alınmaktadır. Bu modelde bürokrasi kamusal hizmetleri yerine getiren idari bir teşkilat olmasının yanı sıra toplum ile merkezî yönetim arasındaki koordinasyonu sağlayan başlıca aktörlerden biri olarak konumlanmaktadır (Zhou, 2022).

Tarihsel meritokrasi anlayışının modern dönemdeki izlerinden biri de kamu görevlilerinin seçimi, terfisi ve performansının değerlendirilmesidir. Günümüzde bürokratların değerlendirilmesinde ekonomik performansın yanı sıra toplumsal istikrar, çevresel hedefler, yoksulluğun azaltılması, yenilikçilik ve Parti disiplinine uyum gibi farklı göstergeler dikkate alınabilmektedir (Zeng & Zhou, 2024). Performans ölçütlerinin bürokratik kariyer ve terfi süreçleriyle ilişkilendirilmesi idari kadroların merkezî hedeflerle uyumunu sağlamaya yönelik önemli

araçlardan biridir. Hedef sorumluluk mekanizmaları da belirli politika hedeflerinin gerçekleştirilmesini yöneticilerin bireysel sorumluluklarıyla ilişkilendirerek bu yapıyı tamamlamaktadır (Li & Zhou, 2005).

Bununla birlikte Çin bürokratik modelinin güçlü koordinasyon ve uygulama kapasitesi sistemin kendi bünyesinde bazı gerilimler taşımadığı anlamına gelmemektedir. Performans göstergelerine dayalı yönetim yerel yöneticileri ölçülebilir ve kısa vadeli hedeflere yöneltebilmektedir. Bu durum uzun vadeli veya niteliksel politika sonuçlarının geri planda kalması riskini beraberinde getirebilmektedir (Zeng & Zhou, 2024). Benzer şekilde bürokratik hesap verebilirliğin büyük ölçüde üst yönetime doğru işlemesi topluma karşı doğrudan hesap verebilirliğin niteliği konusunda farklı değerlendirmelere konu olabilecektir.

Merkezî koordinasyon ile yerel esneklik arasındaki münasebet de sistemin önemli meselelerinden biridir. Demokratik merkeziyetçilik kararların hızlı biçimde uygulanmasına katkı sağlarken merkezde belirlenen politikaların ülkenin geniş coğrafyasındaki farklı ekonomik ve toplumsal şartlara intibakı her zaman aynı ölçüde kolay olmayabilir. Literatürde "dikey" (*tiao*) ve "yerel" (*kuai*) yönetim arasındaki gerilim üzerinden ele alınan bu durum merkezî denetim ile yerel inisiyatif arasındaki dengenin Çin kamu yönetiminin süreklilik arz eden meselelerinden biri haline getirmiştir (Mertha, 2009). Benzer şekilde yolsuzlukla mücadele ve disiplin denetimi bürokratik sistemin işleyişinde önemli bir yere sahiptir. Geniş idari takdir yetkileri ve kamu kaynaklarının dağıtımında bürokratların üstlendiği roller denetim mekanizmalarının önemini artırmaktadır. Bununla birlikte Parti içi disiplin mekanizmalarının geniş yetkilere sahip olması söz konusu denetimin hukuki ve kurumsal sınırlarına ilişkin akademik tartışmaları da beraberinde getirmektedir (Pei, 2016). Kitle çizgisi ve toplumsal katılım bakımından da benzer bir ikili durum söz konusudur. Sistem, halktan bilgi ve geri bildirim toplamaya yönelik çeşitli kanallar öngörmekle birlikte bağımsız sivil toplum ve eleştirel kamusal alan üzerindeki sınırlamalar bu kanalların kapsamına ilişkin tartışmalara neden olmaktadır (Teets, 2014).

Netice itibarıyla Çin bürokrasisinin tarihsel serencamı basit bir gelenek-modernlik karşıtlığı içerisinde açıklanamayacak ölçüde geniş yelpazelidir. İmparatorluk döneminin Konfüçyüsçü devlet anlayışı ve liyakat temelli memur seçme geleneği 20. yüzyıldaki büyük siyasal dönüşümlerle farklı bir mahiyet kazanmıştır. 1949 sonrasında Parti liderliği demokratik merkeziyetçilik ve performans yönetimiyle şekillenen yeni bir idari model teşekkül etmiştir. Bununla beraber merkezî otorite liyakat, bürokratik disiplin ve devlet kapasitesine verilen önem farklı kurumsal biçimler altında tarihsel sürekliliğini muhafaza etmiştir. Bu itibarla Çin örneği bürokratik kurumların tarihsel mirası bütünüyle terk etmek yerine değişen siyasal ve iktisadi şartlar içerisinde onu yeniden yorumlayabildiğini göstermesi bakımından önem taşımaktadır. Aynı zamanda merkezî denetim ile yerel esneklik, performans ile hesap verebilirlik ve siyasal bütünleşme ile toplumsal katılım arasındaki gerilimler Çin bürokrasisinin dönüşümünün tamamlanmış bir süreçten ziyade devam eden bir kurumsal uyum arayışı olduğuna ilişkin bir emare sunmaktadır.

3. İKİ DEVLET GELENEĞİ, İKİ BÜROKRATİK MODEL: TÜRKİYE VE ÇİN KARŞILAŞTIRMASI

Türkiye ve Çin'in bürokratik tecrübeleri güçlü merkezî devlet geleneği bürokrasinin devlet kapasitesindeki belirleyici yeri ve idari sürekliliğe verilen önem bakımından bazı ortak hususiyetler taşımaktadır. Bununla birlikte bu benzerliklerin ardında farklı tarihsel miraslar ve siyasal gelişim güzergâhları bulunmaktadır. Dolayısıyla iki ülkenin bürokratik yapılarını mukayese etmek yalnızca mevcut kurumsal özellikleri yan yana sıralamaktan ziyade bu yapıların hangi tarihsel şartlar içerisinde teşekkül ettiğini ve zaman içerisinde nasıl dönüştüğünü birlikte değerlendirmeyi gerektirmektedir.

İki bürokratik geleneğin temel ayrışma noktalarından biri tarihsel kökenleridir. Osmanlı bürokrasisi güçlü merkeziyetçilik ve padişahın nihai otoritesi etrafında şekillenen patrimonyal bir devlet düzeni içerisinde gelişmiştir. Ayrıca gelişmiş kayıt sistemi, idari hiyerarşi ve devşirme gibi belirli liyakat unsurlarının varlığı Osmanlı bürokrasisinin basit anlamda şahsi yönetime indirgenemeyecek daha karmaşık bir kurumsal yapıya sahip olduğuna referans yapmaktadır (İnalcık, 2009). Tanzimat döneminde ise geleneksel idari miras modern

bakanlıklar, yeni memur yetiştirme usulleri ve yazılı hukuk düzenlemeleri aracılığıyla yeniden biçimlenmeye başlamıştır (Findley, 1980). Bu süreç eski idari geleneklerin bütünüyle terk edilmesinden ziyade mevcut kurumların modern devletin ihtiyaçları doğrultusunda tedricen yeniden düzenlenmesi şeklinde okunabilir.

Çin'de ise bürokratik geleneğin ayırt edici unsurlarından biri Konfüçyüsçü düşünceyle beslenen imparatorluk sınav sistemi (*keju*) olmuştur. Devlet hizmetine girişte eğitim ve sınav başarısına önem verilmesi bürokratik kadroların ortak bir kültürel ve idari formasyon etrafında şekillenmesine zemin hazırlamıştır (Elman, 2000). Bu gelenek imparatorluk düzeninin sona ermesi ve 20. yüzyıldaki köklü siyasal dönüşümlere rağmen bütünüyle ortadan kalkmamıştır. Liyakat, eğitim, disiplin ve merkezî devlet hizmeti gibi unsurlar farklı bir mahiyet kazanarak modern parti-devlet yapılanmasına intikal etmiştir. Nitekim modern Çin'de kadro yönetimi ve performans değerlendirmesi tarihsel meritokrasi anlayışının doğrudan devamı olarak görülmese dahi liyakat ve idari yeterlilik fikrinin yeni siyasal şartlar altında yeniden yorumlanmış biçimleri olarak değerlendirilebilir.

Bu tarihsel farklılık bürokrasinin modernleşme sürecindeki konumuna da yansımıştır. Türkiye'de bürokrasi özellikle Cumhuriyet'in kuruluş döneminde yeni devletin kurumsallaşması ve toplumsal dönüşüm politikalarının tatbikinde öncü bir konum üstlenmiştir. Heper'in (2015) devlet merkezli bürokrasi yaklaşımı çerçevesinde değerlendirildiğinde yüksek sivil ve askerî bürokrasinin yalnızca idari kararları uygulayan bir mekanizma olmadığı aynı zamanda modernleşme tasavvurunun başlıca taşıyıcılarından biri hâline geldiği görülmektedir. Bu konum bürokrasiye belirli dönemlerde siyasal iktidar karşısında görece özerk bir hareket alanı da sağlamıştır.

Çin'de ise modern bürokrasinin siyasal konumu farklı bir zeminde teşekkül etmiştir. 1949 sonrasında bürokratik yapı Çin Komünist Partisi'nin liderliği altında yeniden örgütlenmiş ve devlet yönetimi Parti'nin belirlediği siyasal ve iktisadi hedeflerle yakın biçimde bütünleşmiştir. Dolayısıyla Türkiye'nin tarihsel tecrübesinde görülen bürokrasinin siyasal otorite karşısında ayrı bir güç alanı oluşturabilmesi, Çin örneğinde aynı mahiyette karşılık bulmamaktadır. Çin'de bürokrasi Parti liderliği altında işleyen daha hiyerarşik bir yapı içerisinde konumlanmıştır. Kadro atamaları, politika uygulamaları ve idari sorumluluk mekanizmaları da bu örgütsel bütünlük içerisinde şekillenmiştir (Wei, 2021). Bu yönüyle Çin tecrübesinde bürokrasinin kurumsal konumunu Parti ile devlet arasındaki tarihsel olarak yerleşmiş ilişkinin dışında değerlendirmek pek mümkün görünmemektedir.

Siyasal otoriteyle kurulan münasebet iki model arasındaki ayrışmayı daha görünür kılmaktadır. Türkiye'de bürokrasinin kendisini devletin sürekliliğini sağlayan ve Cumhuriyet'in temel niteliklerini koruyan bir aktör olarak konumlandırdığı dönemler seçilmiş siyasal iktidarla bürokratik kurumlar arasında çeşitli gerilimlere zemin hazırlamıştır. Özellikle askerî müdahaleler ve bürokratik vesayet tartışmaları bu ilişkinin Türk siyasal hayatındaki en belirgin tezahürleri arasında yer almıştır (Kalaycıoğlu, 2001). Bununla beraber bu ilişki sabit kalmayarak zaman içerisinde siyasal iktidarın bürokrasi üzerindeki belirleyiciliğinin artmasıyla farklı bir mahiyet kazanmıştır. Bu değişim de liyakat, profesyonellik ve bürokratik tarafsızlık meselelerinin yeniden tartışılmasına yol açmıştır.

Çin'de ise Parti ile devlet bürokrasisi arasında kurumsal bakımdan daha bütünleşik bir ilişki söz konusudur. "Parti liderliği" ilkesi çerçevesinde üst düzey atamalar ve stratejik kararlar Parti mekanizmalarıyla yakından ilişkilidir. Demokratik merkeziyetçilik ise karar öncesinde belirli bir müzakere alanı öngörmekle birlikte, karar sonrasında alt kademelerin üst kademelerle uyum içerisinde hareket etmesini esas almaktadır. Böylelikle bürokratik hesap verebilirlik ağırlıklı olarak hiyerarşik ve dikey kanallar üzerinden işlemektedir (Wei, 2021). Bu yapı kararların koordineli biçimde uygulanmasına katkı sağlayabilmekle birlikte merkezî denetim ile yerel inisiyatif arasındaki dengeyi de Çin kamu yönetiminin süreklilik arz eden meselelerinden biri hâline getirmektedir.

İki bürokratik model toplumla kurdukları temas ve meşruiyet kaynakları bakımından da farklılaşmaktadır. Türkiye'de güçlü devlet geleneği ve bürokrasinin modernleştirici rolü, idarenin toplum karşısında zaman zaman mesafeli ve yukarıdan aşağıya (*top-down*) işleyen bir yapı olarak algılanmasına zemin hazırlamıştır. Bürokratik hantallık, kırtasiyecilik ve vatandaş odaklı hizmet sunumundaki sorunlara ilişkin eleştiriler de bu tarihsel mesafenin farklı tezahürleri olarak değerlendirilebilir (Eryılmaz, 2017). Buna karşılık son dönem kamu yönetimi

reformları bürokrasinin hizmet sunumu, şeffaflık ve hesap verebilirlik bakımından yeniden yapılandırılmasına yönelik arayışları beraberinde getirmiştir.

Çin'de bürokrasi-toplum ilişkisi resmî düzeyde "kitle çizgisi" (*qunzhong luxian*) anlayışıyla ifade edilmektedir. Bu yaklaşım bürokratik kadroların toplumla doğrudan temas kurmasını, yerel meseleleri takip etmesini ve toplumsal talepleri idari süreçlere aktarmasını öngörmektedir (Yang, 2021). Bunun yanında ekonomik kalkınma, toplumsal istikrar ve yoksulluğun azaltılması gibi politika çıktıları yönetimin performans anlayışında önemli bir yer tutmaktadır. Bununla birlikte toplumsal katılım kanallarının Parti liderliğindeki kurumsal yapı içerisinde işlemesi, katılımın kapsamı ve bürokrasinin topluma karşı doğrudan hesap verebilirliği konusunda akademik tartışmaları da beraberinde getirmektedir.

Kurumsal işleyiş açısından bakıldığında Türkiye'de bürokrasi Weberyan modelin hiyerarşi, yazılı kurallar, görev tanımları ve uzmanlaşma gibi biçimsel unsurlarını büyük ölçüde bünyesinde barındırmaktadır. Ne var ki formel kurumların yanında siyasal, kişisel ve gayriresmî ilişki ağlarının da etkisini sürdürebilmesi uygulamada daha karmaşık bir bürokratik yapı meydana getirmektedir. Bu durum reformların kurumsal kültüre nüfuz etmesini zaman zaman güçleştirmekte ve mevzuat değişikliği ile fiilî idari uygulama arasında mesafe oluşmasına neden olabilmektedir.

Çin bürokrasisinde ise güçlü hiyerarşik yapı, performans yönetimi ve belirli ölçülerde yerel uygulama esnekliğiyle birlikte işlemektedir. Bürokratların değerlendirilmesinde ekonomik ve toplumsal hedefler, çevresel göstergeler, yenilikçilik ve Parti disiplinine uyum gibi farklı kriterlerin dikkate alınması liyakat anlayışını sınav başarısının ötesine taşıyan çok boyutlu bir performans rejimi meydana getirmiştir (Zeng & Zhou, 2024). Bu yapı yerel yöneticileri politika hedeflerine ulaşma konusunda teşvik edebilmektedir. Ancak performans baskısının kısa vadeli hedeflere yönelme, aşırı rekabet veya verilerin olduğundan farklı sunulması gibi bazı sorunlara zemin hazırlayabileceği de tartışılmaya açık bir meseledir.

Son olarak iki ülkenin reform ve dönüşüm süreçleri bürokratik geleneklerinin farklı uyum biçimlerini ortaya çıkarmaktadır. Türkiye'de 1980 sonrasında ve özellikle 2000'li yıllarda Yeni Kamu İşletmeciliği yaklaşımından etkilenen performans, stratejik yönetim, şeffaflık ve hesap verebilirlik eksenli reformlar gündeme gelmiştir. Bununla birlikte bu reformların yerleşik bürokratik kültür, siyasal denetim ve kurumsal devamlılıkla olan münasebeti dönüşüm sürecinin her zaman doğrusal ilerlememiştir (Zengin, 2009).

Çin ise piyasa mekanizmaları, performans yönetimi ve yerel politika denemelerini Parti liderliği ve merkezî devlet kapasitesiyle birlikte yürütmeye yönelmiştir. Böylelikle iktisadi ve idari reformlar gerçekleştirilirken siyasal örgütlenmenin temel çerçevesi büyük ölçüde muhafaza edilmiştir (Zhou, 2022). Bu yaklaşım idari uyum ve politika sürekliliği bakımından belirli imkânlar sunarken merkezî kontrolün ağırlığı ve bağımsız eleştiri kanallarının sınırları bakımından farklı tartışmaları da beraberinde getirmektedir.

Netice itibarıyla Türkiye ve Çin örnekleri güçlü devlet geleneğine sahip iki ülkede bürokrasinin farklı tarihsel ve siyasal şartlar altında farklı kurumsal biçimler kazanabileceğini akıllara getirmektedir. Türkiye'de Osmanlı'nın patrimonyal-merkeziyetçi mirası, Cumhuriyet'in modernleştirici bürokrasi anlayışı ve çok partili hayatın siyaset-bürokrasi gerilimleri iç içe geçerken; Çin'de imparatorluk meritokrasisinin bazı unsurları Parti liderliği, performans yönetimi ve hiyerarşik koordinasyon mekanizmaları içerisinde yeniden yorumlanmıştır. Bu itibarla iki model arasındaki fark birinin bütünüyle geleneksel, diğerinin bütünüyle modern olmasından kaynaklanmamaktadır. Asıl ayrışma, tarihsel mirasın modern devlet içerisinde nasıl yeniden üretildiği, bürokrasinin siyasal otorite karşısında hangi mevkiye yerleştiği ve idari kapasitenin hangi kurumsal mekanizmalar vasıtasıyla sürdürüldüğü noktalarında belirginleşmektedir.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu bildiride Türkiye ve Çin'de bürokrasinin tarihsel gelişimi ve günümüzde kazandığı kurumsal mahiyeti karşılaştırmalı bir perspektiften ele alınmıştır. İnceleme neticesinde her iki ülkede de güçlü devlet geleneğinin bürokrasinin teşekkülünde belirleyici bir yere sahip olduğu, buna karşılık, söz konusu geleneğin farklı tarihsel ve siyasal şartlar içerisinde farklı bürokratik modeller meydana getirmiştir. Bu bakımdan Türkiye ve Çin örnekleri bürokrasinin yalnızca Weberyan ilkeler üzerinden açıklanabilecek yeknesak bir örgütlenme biçimi olmadığını, bilakis, içinde geliştiği tarihsel miras, siyasal kültür ve devlet-toplum münasebetleriyle birlikte değerlendirilmesini gerektirmektedir.

Türkiye örneğinde bürokratik gelenek Osmanlı'nın merkeziyetçi ve patrimonyal idari mirasından bütünüyle kopmadan dönüşerek Cumhuriyet'e intikal etmiştir. Tanzimat'la ivme kazanan idari modernleşme Cumhuriyet döneminde bürokrasiye yeni devletin kurumsallaşması ve toplumsal dönüşümün yürütülmesi bakımından daha belirgin bir rol kazandırmıştır. Bu süreçte bürokrasi hem siyasal kararların tatbikinden sorumlu idari bir mekanizma hem belirli dönemlerde modernleşmenin taşıyıcısı ve devletin devamlılığını gözeten görece özerk bir aktör hüviyeti de kazanmıştır. Nitekim çok partili siyasal hayatla birlikte bürokrasi ile seçilmiş siyasal otorite arasındaki münasebetin zaman zaman gerilimli bir mahiyet alması Türk bürokratik tecrübesinin ayırt edici yönlerinden biri olmuştur. Yakın dönemde gerçekleştirilen reformlara rağmen liyakat, tarafsızlık, siyasal denetim ve bürokratik kültür etrafındaki tartışmaların devam etmesi de bu tarihsel mirasın farklı biçimlerde varlığını sürdürdüğünü ortaya koymaktadır.

Çin'de ise farklı bir tarihsel seyir söz konusudur. Konfüçyüsçü siyasal düşünce ve keju sisteminin oluşturduğu liyakat temelli idari gelenek 20. yüzyıldaki köklü siyasal değişimlere rağmen tamamen ortadan kaldırılmayarak 1949 sonrasında Parti liderliği altında yeni bir kurumsal hüviyete bürünmüştür. Modern Çin bürokrasisinde liyakat ve performansın önemini koruması güçlü merkezî koordinasyon ve bürokratik disiplinle birleşmektedir. Öte yandan bürokrasinin ÇKP ile hiyerarşik bütünleşmesi Türkiye tecrübesinden farklı olarak bürokratik özerkliğin daha sınırlı bir zeminde şekillenmesine yol açmaktadır. Performans yönetimi ve yerel uygulama esnekliği idari kapasiteyi destekleyen unsurlar olarak öne çıkarken, merkezî denetim ile yerel inisiyatif, performans ile hesap verebilirlik ve siyasal bütünleşme ile toplumsal katılım arasındaki denge Çin bürokrasisinin başlıca tartışma alanlarını oluşturmaktadır.

Mukayeseli olarak değerlendirildiğinde ise iki ülke arasındaki esas farklılığın devletin güçlü veya zayıf olmasından ziyade bürokrasinin güçlü devlet geleneği içerisindeki konumunda belirginleştiği söylenebilir. Türkiye'de bürokrasi tarihsel olarak siyasal otorite karşısında dönemsel bir özerklik kazanabilmiş ve kimi dönemlerde ayrı bir güç alanı oluşturabilmişken, Çin'de bürokratik yapı Parti liderliğiyle daha bütünleşik ve hiyerarşik bir münasebet içerisinde gelişmiştir. Benzer biçimde Türkiye'de modernleşme bürokrasiye toplumu dönüştürücü bir misyon yüklerken, Çin'de bürokrasi daha ziyade Parti tarafından belirlenen siyasal ve iktisadi hedeflerin hayata geçirilmesini sağlayan kurumsal kapasitenin önemli bir parçası hâline gelmiştir.

Bununla birlikte iki modeli birbirinin karşıtı olan kapalı kategoriler şeklinde değerlendirmek isabetli olmayacaktır. Zira Türkiye bürokrasisi yalnızca patrimonyal mirasla, Çin bürokrasisi ise yalnızca meritokrasi ve performansla açıklanamaz. Her iki sistem de kendi tarihsel seyri içerisinde geleneksel unsurları muhafaza etmiş, bunları modern devletin ihtiyaçları doğrultusunda yeniden yorumlamış ve zaman zaman yeni kurumsal araçlarla terkib etmiştir. Türkiye'de Weberyan biçimsel kurallarla gayriresmî ilişkilerin bir arada bulunması; Çin'de ise merkezî hiyerarşi ile yerel uygulama esnekliğinin aynı sistem içerisinde varlığını sürdürebilmesi bürokratik yapıların teorik modellerden daha karmaşık bir mahiyet taşıdığı söylenebilir.

Netice itibarıyla Türkiye ve Çin tecrübesi bürokrasinin evrensel ve değişmez bir modelden çok her toplumun kendi tarihsel serencamı içerisinde şekillenen kurumsal bir yapı olduğu söylenebilir. Devlet geleneği geçmişten devralınan durağan bir miras değildir. Bilakis devlet geleneği yeni siyasal, toplumsal ve iktisadi şartlar altında

yeniden yorumlanarak bürokratik kurumların karakterine nüfuz etmeye devam etmektedir. Bu itibarla iki ülkenin bürokratik modelleri arasındaki farklılığı anlamlandırmada asıl mesele hangi sistemin daha "modern" veya daha "başarılı" olduğunu belirlemek olmayıp tarihsel mirasın modern devlet içerisinde nasıl yeniden üretildiğini ve siyasal otorite ile bürokrasi arasındaki ilişkinin hangi kurumsal zeminde kurulduğunu anlamaktır. Türkiye ve Çin örneklerinin birlikte okunmasının esas katkısı da burada belirginleşmektedir. Benzer ölçüde köklü ve güçlü devlet gelenekleri farklı tarihsel güzergâhlardan geçerek birbirinden oldukça farklı bürokratik düzenlere tahvil olabilmektedir.

KAYNAKLAR

Burns, J. P. (2006). The Chinese Communist Party's nomenklatura system. (Ed. K. E. Brodsgaard & Y. Zheng), *The Chinese Communist Party in reform* (ss. 21-38). Routledge.

Elman, B. A. (2000). *A cultural history of civil examinations in late imperial China*. University of California Press.

Eryılmaz, B. (2017). *Tanzimat ve yönetimde modernleşme*. İşaret Yayınları.

Fairbank, J. K. (1992). *China: A new history*. Harvard University Press.

Findley, C. V. (1980). *Bureaucratic reform in the Ottoman Empire: The sublime porte, 1789-1922*. Princeton University Press.

Gülez, G. S. (2023). Ming dönemi Çin memurluk sınav sistemi ve edebi makale türü: "Baguwen (八股文)". *Asya Studies-Academic Social Studies/Akademik Sosyal Araştırmalar, 7*(24), 191-202. https://doi.org/10.31455/asya.1284741

Heper, M. (1974). *Bürokratik yönetim geleneği*. Ankara: ODTÜ Geliştirme Vakfı Yayıncılık.

Heper, M. (2015). *Türkiye'de devlet geleneği*. (Çev. Nalan Soyarık). (5. Baskı). Ankara: Doğu Batı Yayınları.

Ho, P. T. (1962). *The ladder of success in imperial China: Aspects of social mobility, 1368-1911*. Columbia University Press.

İnalcık, H. (2009). *The Ottoman Empire: The classical age 1300-1600.* Phoenix Press.

Kalaycıoğlu, E. (2001). Turkish democracy: Patronage versus governance. *Turkish Studies, 2*(1), 54-70. https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/14683849.2001.11009173#:~:text=https%3A//doi.org/10.1080/14683849.2001.11009173

Li, H., & Zhou, L. A. (2005). Political turnover and economic performance: the incentive role of personnel control in China. *Journal of Public Economics. 89*(9-10), 1743-1762. 10.1016/j.jpubeco.2004.06.009

Mardin, Ş. (1973). Center-periphery relations: A key to Turkish politics? *Daedalus, 102*(1), 169-190. https://www.jstor.org/stable/20024114

Mertha, A. (2009). "Fragmented authoritarianism 2.0": Political pluralization in the Chinese policy process. *The China Quarterly, 200*, 995-1012. https://doi.org/10.1017/S0305741009990592

Pei, M. (2016). *China's crony capitalism: The dynamics of regime decay*. Harvard University Press.

Riggs, F. W. (1964). *Administration in developing countries: The theory of prismatic society*. Houghton Mifflin.

Teets, J. C. (2014). *Civil society under authoritarianism: The China model*. Cambridge University Press.

Tsai, W. H. (2022). Central-local relations and party politics in China under Xi Jinping. *Georgetown Journal of Asian Affairs. 8*, 9-13.

Weber, M. (2023). *Ekonomi ve toplum-I. Cilt*. (Çev. Latif Boyacı). Runik Kitap.

Wei, L. (Ed.). (2021). *General theory of social governance in China*. Springer Singapore.

Yang, G. (2021). "China as a method" for Chinese political science research. *Chinese Political Science Review. 6*, 546-574. https://doi.org/10.1007/s41111-021-00189-y

Zeng, J., & Zhou, Q. (2024). Mayors' promotion incentives and subnational-level GDP manipulation. *Journal of Urban Economics, 143*, 103679. https://doi.org/10.1016/j.jue.2024.103679

Zengin, O. (2009). Günümüz kamu yönetiminde ön plana çıkan yaklaşımlar. (Ed. Barış Övgün). *Kamu yönetimi: Yapı, işleyiş, reform.* (ss. 1-42). Ankara Üniversitesi Yayınları.

Zhao, S. (2010). The China model: Can it replace the Western model of modernization? *Journal of Contemporary China, 19(*65), 419-436. https://doi.org/10.1080/10670561003666061

Zhou, X. (2022). *The logic of governance in China: An organizational approach*. Cambridge University Press.

“QUTADĞU BİLİG” ƏSƏRİNDƏN MÜASİR DÖVRƏ: BİLİK, ELM VƏ ELM ADAMLARINA VERİLƏN DƏYƏR

KAMAL CAMALOV

Pedaqogika elmlər doktoru,

Naxçıvan Müəllimlər İnstitutunun professoru

Azərbaycan Respublikasının Əməkdar müəllimi

“Qızıl Qələm” mükafatı laureatı

E-mail: kamal.camalov@gmail.com

https://orcid.org/0000-0003-1977-7250

Açar sözlər: Qutadğu bilig, bilik, elm, alim, təfəkkür, pedaqogika

Keywords: Kutadgu Bilig, knowledge, science, scholars, thinking, pedagogy

Elm insan cəmiyyətinin inkişafını, onun dünyanı dərk etməsini və mövcud problemlərin elmi əsaslarla həllini təmin edən mühüm sosial-mədəni institutlardan biridir. İnsanlığın tarixi inkişafının müxtəlif mərhələlərində əldə edilmiş elmi biliklər təbiət və cəmiyyət hadisələrinin mahiyyətinin daha dərindən öyrənilməsinə, yeni texnologiyaların meydana gəlməsinə, istehsal və idarəetmə proseslərinin təkmilləşdirilməsinə, eləcə də insanların həyat keyfiyyətinin yüksəldilməsinə mühüm təsir göstərmişdir. Bu baxımdan elm yalnız müəyyən fakt və məlumatların məcmusu deyil, həm də obyektiv həqiqətin araşdırılması, sistemləşdirilməsi və əsaslandırılması prosesidir.

Elmin inkişafında əsas rol oynayan amillərdən biri elmi fəaliyyətlə məşğul olan insanların – alimlərin və tədqiqatçıların intellektual potensialı, yaradıcılığı, elmi dünyagörüşü və uzunmüddətli araşdırmalarıdır. Elm adamı mövcud bilikləri mənimsəməklə kifayətlənmir, eyni zamanda yeni suallar irəli sürür, problemlərin həlli yollarını araşdırır və əldə etdiyi nəticələri elmi ictimaiyyətin müzakirəsinə təqdim edir. Bu fəaliyyət böyük səbir, ardıcıllıq, məsuliyyət və intellektual əmək tələb edir. Buna görə də elm adamlarına hörmət və onların əməyinin layiqincə qiymətləndirilməsi elmi tərəqqinin sosial əsaslarından biri hesab edilə bilər.

Elm adamlarına göstərilən hörmət, ilk növbədə, onların şəxsiyyətinə deyil, elmi fəaliyyətin mahiyyətinə, intellektual əməyinə və cəmiyyətin inkişafına verdikləri töhfələrə verilən dəyər kimi nəzərdən keçirilməlidir. Elmi nəticələrin obyektiv şəkildə qiymətləndirilməsi, müəlliflik hüquqlarının qorunması, akademik dürüstlük prinsiplərinə riayət olunması və elmi əməyin ictimaiyyət tərəfindən tanınması elmi mühitin sağlam formalaşmasına şərait yaradır. Eyni zamanda, elmi nüfuzun yalnız titul və mövqelərlə deyil, aparılan tədqiqatların keyfiyyəti, metodoloji əsaslılığı, yeniliyi və elmi əhəmiyyəti ilə müəyyənləşdirilməsi mühüm əhəmiyyət daşıyır.

Müasir dövrdə elmin cəmiyyət həyatındakı rolu daha da genişlənmişdir. İnformasiya və texnologiyaların sürətli inkişafı, qlobal ekoloji problemlər, səhiyyə, enerji, ərzaq təhlükəsizliyi və sosial inkişafla bağlı məsələlər elmi araşdırmalara olan ehtiyacı artırır. Belə bir şəraitdə elmi düşüncənin, tənqidi yanaşmanın və sübuta əsaslanan biliklərin cəmiyyətdə təşviqi xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Elmi biliklərə hörmət həm də insanların məlumatı düzgün qiymətləndirmək, etibarlı mənbə ilə əsassız iddianı fərqləndirmək və qərarlarını əsaslandırılmış məlumatlara söykəndirmək bacarığının inkişafına xidmət edir.

Elm və elm adamlarına münasibət eyni zamanda təhsil və gənc nəslin dünyagörüşünün formalaşması ilə sıx bağlıdır. Gənclərin elmi fəaliyyətə marağının artırılması, tədqiqat mədəniyyətinin formalaşdırılması və alimlərin fəaliyyətinin nümunə kimi təqdim edilməsi gələcək elmi potensialın inkişafına mühüm töhfə verə bilər. Tarix boyu müxtəlif elm sahələrində mühüm kəşflər etmiş alimlərin irsi göstərir ki, elmi tərəqqi ardıcıl əmək,

sərbəst düşüncə, müşahidə, təcrübə və intellektual axtarışların nəticəsi kimi meydana çıxır. Bu baxımdan elm adamlarının fəaliyyətinin öyrənilməsi yalnız keçmiş elmi nailiyyətlərin tanınması deyil, həm də gələcək nəsillərin elmi dünyagörüşünün formalaşdırılması baxımından əhəmiyyətlidir.

Bu baxımdan, elmə və elm adamlarına hörmət ideyasının köklərini qədim türk-müsəlman düşüncə ənənəsində də görmək mümkündür. Balasaqunlu Yusifin "Tafraç Buğra Qaraxan əbu Əli Həsən ibn Süleyman Arslan Qaraxana həsr etmiş" [1, səh.24] "Qutadğu bilig" əsərində bilik, ağıl və kamillik insanın və cəmiyyətin düzgün inkişafının əsas şərtləri kimi təqdim olunur; bu yanaşma elmi biliyə və onu yaradan, yaşadan müdrik insanlara verilən dəyərin tarixi-mədəni əsaslarını göstərir.

Elm əhli seyrəkdir, elmsizlər çox,

Nadan tutub yeri, alimə yer yox.

Başsızlar başlıya düşmən kəsilib,

Ədavət ülfəti ortadan silib [2, səh.34]

Şeirdə şairin sosial mühitlə əlaqəsi kontekstində emosional və psixoloji vəziyyəti, peşmançılıq və nifrət hissləri müşahidə olunur. "Elm əhli seyrəkdir, elmsizlər çox" ifadəsi cəmiyyətdə elmi və intellektual sahələrin zəifləməsindən narahatlığını ifadə edir. Şair elmin yeganə bilik mənbəyi olduğunu, şəxsi inkişafın və intellektual inkişafın əsas mənbəyi olduğunu deyir.

"Nadan tutub yeri, alimə yer yox" ifadəsində ölkənin prioritetlərinin pozulmasını ifadə edir. Pedaqoji yanaşmadan bu vəziyyəti uşağın və ya gəncin formalaşdığı sosial mühitin onun dünyagörüşünə təsiri ilə əlaqələndirmək olar. Əgər bir cəmiyyətdə bilik, düşüncə, əxlaq, mənəviyyat yox, cəhalət və yalan davranış vurğulanırsa, bu, mənfi şəxsiyyət xüsusiyyətlərinin formalaşmasının əlaməti deməkdir.

"Başsızlar başlıya düşmən kəsilib" ifadəsində şairin emosional reaksiyası daha da kəskinləşir. Psixoloji baxımdan burada sosial müqayisə, intellektual üstünlüyün qəbul edilməməsi və müdafiə xarakterli düşmənçilik kimi münasibətlər müşahidə olunur. Şairin "başlı" adlandırdığı savadlı və düşünən insanlara qarşı nadanların düşmən münasibəti onun daxili narazılığını və sosial mühitdən doğan məyusluğunu gücləndirir.

Sonuncu misra – "Ədavət ülfəti ortadan silib" – şeirin sosial-psixoloji mahiyyətini ümumiləşdirir. Burada düşmənçilik və qarşıdurmanın insanlararası münasibətlərdə etimadı, əməkdaşlığı və ünsiyyəti zəiflətməsi vurğulanır. Pedaqoji baxımdan isə bu fikir sağlam sosial-emosional mühitin yaradılmasının əhəmiyyətini önə çıxarır.

Şəhərdə fərdin emosional həyatı daha geniş sosial və pedaqoji problemə – cəmiyyətdə elmin, təhsilin, əxlaqın və sağlam mədəniyyətin qorunması probleminə çevrilir.

Alim öz elm ini dilləndirməsə,

Yoxdur o elmdən fayda heç kəsə.

Elm ilə təfəkkür qan addır qoşa,

Bacarsan qanadlan, yüksəl günəşə [2, səh.34].

Şair bu poetik parçada elmin yalnız əldə olunmasını deyil, onun cəmiyyətə ötürülməsini və insanın inkişafına xidmət etməsini əsas pedaqoji prinsip kimi irəli sürür. Alimin öz biliyini paylaşması burada fərdi intellektual potensialın sosial faydaya çevrilməsi kimi dəyərləndirilir. "Təbiidir ki, alimin, ixtiraçının fikri prosesində anlayışlarla yanaşı əyani obrazlar da bu və ya başqa şəkildə iştirak edir" [3, səh.298]. Bu baxımdan bilik təkcə şəxsi resurs deyil, həm də başqalarının intellektual və mənəvi inkişafına təsir göstərən vacib bir vasitədir.

Fikirlərin davamlılığı göstərir ki, bilik və onun paylaşılması bir-birindən ayrılmaz anlayışlar kimi təqdim olunur. İnsan əldə etdiyi elmi bilikləri ünsiyyət və öyrətmə yolu ilə başqalarına çatdırdıqda həmin bilik pedaqoji funksionallıq qazanır. Bu yanaşma müasir pedaqogikada öyrənmənin sosial xarakteri, qarşılıqlı öyrənmə və bilik mübadiləsi prinsipləri ilə səsləşir.

Şeirdə elm anlayışını düşüncə ilə əlaqələndirmək xüsusilə vacibdir. Əgər elm insanın bilik bazasını rəsmiləşdirirsə, onda düşüncə insanın biliklərinin müəyyən edilməsinə, təhlil edilməsinə, çatdırılmasına və yeni nəticələr tapılmasına imkan verir. Buna görə də, şairin intellektual inkişafı məlumat toplamaqla məhdudlaşır; bu, yaradıcı düşünmək, hiss etmək və hərəkət etmək qabiliyyəti ilə bağlıdır.

"Elm ilə təfəkkür qanaddır qoşa" fikri pedaqoji-psixoloji baxımdan insanın intellektual potensialının reallaşmasının iki əsas dayağını simvollaşdırır. Burada "qanad" metaforası inkişaf, yüksəliş və özünüreallaşdırma ideyasını ifadə edir. "Təfəkkürün inkişafının ana xəttini fikri əməliyyatların formalaşması təşkil edir" [4, səh.159]. İnsanın elm və təfəkkür vəhdətinə yiyələnməsi onun həm idrak imkanlarının, həm də şəxsiyyət kimi inkişafının genişlənməsinə şərait yaradır.

Son olaraq, "Bacarsan qanadlan, yüksəl günəşə" çağırışı şagird və ya öyrənən şəxs üçün inkişaf motivasiyasının formalaşdırılması baxımından səciyyəvidir. Şair insanı mövcud bilik səviyyəsi ilə kifayətlənməməyə, öz intellektual imkanlarını genişləndirməyə və daha yüksək məqsədlərə yönəlməyə səsləyir. Psixoloji baxımdan bu, özünəinamın, nailiyyət motivasiyasının, məqsədyönlülüyün və özünüinkişaf tələbatının gücləndirilməsi kimi izah oluna bilər.

Şairin poetik mövqeyində elm insanın daxilində qalan, düşüncə vasitəsi kimi şərh olunan və həm fərdin, həm də cəmiyyətin inkişafına töhfə vermək üçün paylaşılan passiv informasiya deyil.

Cahanı tutmağa zəkavət gərək,

Xalqı ram etməyə fərasət, ürək.

Aləmi əql ilə tutdu cahangir,

Xəlqi ram eləyən elmin sehridir.

Yarandığı gündən yoldadır bəşər,

Udur bu yürüşü yalnız aqillər [2, səh.35].

Şeirin bu bölməsində insanın və cəmiyyətin inkişafında intellektual qabiliyyətlərlə sosial davranış bacarıqları arasındakı əlaqə ön plana çəkilir. Şair "zəkavat", "fərasət" və "ürək" anlayışlarını təkcə bilik və düşüncə ilə deyil, həm də vəziyyətin köməyi ilə yüksək sosial nəticə ilə təqdim edir. Bu, insanlarla münasibətlər qurmaq və xoşməramlılıq göstərmək bacarığına nail olmaq imkanını ifadə edir.

Pedaqoji baxımdan bu yanaşma şəxsi formalaşmaya kompleks yanaşma tələb edir. İnsanın intellektual potensialının inkişafı onun sosial və emosional əhval-ruhiyyəsi ilə müəyyən edilir. "İnsanın sosial rolu ilə sosial münasibətləri bir-biri ilə uzlaşdıqda, sosial yeniliklər bilavasitə davranışda ifadə olunur" [5, səh.90]. Zəka sosial vəziyyətləri adekvat etməyə və "ürək" məqsədə inam, qətiyyət və məsuliyyət nümayiş etdirməyə imkan verən psixoloji keyfiyyətdir. Görünür, Balasaqunlu Yusif uğurlu şəxsiyyət modelini yalnız vəziyyətinin düzgün qiymətləndirildiyini və insanlara sağlam münasibət bəslədiyini düşünən "çox bilən" insan çərçivəsində müqayisə edir.

"Aləmi əql ilə tutdu cahangir" ifadəsində isə "aləmi tutmaq" fiziki hökmranlıqdan daha geniş fəlsəfi məna daşıyır. Burada əqlin insanın dünyanı dərk etməsində və ona təsir göstərməsində əsas vasitə olması ideyası diqqət çəkir. Fəlsəfi aspektdən yanaşdıqda, şair insanın dünyadakı mövqeyini zor və fiziki güclə deyil, rasional düşüncə və intellektual üstünlüklə əlaqələndirir.

Bununla yanaşı, “Xəlqi ram eləyən elmin sehridir” fikri hakimiyyət anlayışının mahiyyətinə fərqli rakursdan yanaşmağa imkan verir. Burada “ram etmək” anlayışını insanları məcbur etmək kimi deyil, elm, ideya və intellektin insan şüuruna təsir gücü kimi şərh etmək daha məqsədəuyğundur. Psixoloji baxımdan insan davranışına ən davamlı təsir onun düşüncəsinə və inanc sisteminə təsir göstərməklə mümkündür. Bu baxımdan elm fiziki məcburetmənin alternativi kimi inandırma və şüurlu qəbul mexanizmini meydana çıxarır.

Son iki misrada isə şair fərdi səviyyədən çıxaraq bəşəri inkişafın fəlsəfi mənzərəsini yaradır. “Yarandığı gündən yoldadır bəşər” ifadəsində insan tarixinin daim hərəkət və dəyişmə prosesində olması fikri ifadə edilir. “Yürüş” metaforası burada yalnız zaman daxilində irəliləyiş deyil, insanın idraki, sosial və mənəvi kamilləşmə prosesini simvollaşdırır. Bu prosesin “aqillər” tərəfindən davam etdirilməsi isə tarixi tərəqqidə düşünən və uzaqgörən insanların rolunu önə çəkir.

Bu baxımdan şairin fəlsəfi mövqeyində tərəqqinin əsas subyekti insanın rasional və şüurlu fəaliyyətidir. İnsan öz ağlı və idrak imkanları vasitəsilə yalnız mövcud reallığı dərk etmir, həm də onu dəyişdirmək və gələcəyə istiqamətləndirmək imkanına malik olur.

Parçada əvvəlki nümunədən fərqli olaraq əsas ideya elmin faydalılığından deyil, zəka və intellektin fərdi və ictimai proseslərə təsir gücündən qaynaqlanır. Şairin təqdim etdiyi insan modeli zəkalı, fərasətli, iradəli və sosial münasibətlərdə təsirli olan şəxsiyyət modelidir. Pedaqoji müstəvidə bu, şəxsiyyətin intellektual və sosial keyfiyyətlərinin vəhdətini; psixoloji müstəvidə – inandırma, motivasiya, iradə və sosial təsir mexanizmlərini; fəlsəfi müstəvidə isə əqlin bəşəri tərəqqinin aparıcı qüvvəsi olması ideyasını ifadə edir.

Hər hansı dövrdə rütbə, xəzinə,

Kimə şölə saçıb? Alim üzünə.

Kişinin eybini nə silər? İdrak,

Elmin bulağıdır, onu qılan pak.

Elm, zəka sənə verm sə murad,

Yalnız bundan sonra qılınca əl at [2, səh.35].

Bu poetik parçada şair insanın sosial mövqeyini müəyyən edən zahiri göstəricilərlə onun intellektual-mənəvi keyfiyyətləri arasında fərq qoyur. “Rütbə” və “xəzinə” sosial statusu və maddi imkanları, “alim” isə insanın intellektual və mənəvi dəyərini simvollaşdırır. Şairin mövqeyinə görə, sosial status və maddi sərvət insanın əsl mahiyyətini müəyyənləşdirən əsas meyarlar deyil. Bu yanaşma şəxsiyyətin xarici status göstəricilərindən daha çox daxili psixoloji resursları ilə qiymətləndirilməsi ideyasını önə çıxarır.

“Kişinin eybini nə silər? İdrak” fikri parçanın psixoloji mərkəzini təşkil edir. Burada “eyb”i yalnız mənəvi qüsur kimi deyil, insanın öz davranışındakı çatışmazlıqları dərk etməməsi və onları aradan qaldırmaq imkanından məhrum olması kimi də şərh etmək mümkündür. İdrak bu baxımdan insanın özünü və davranışını dərk etməsinə, səhvlərini qiymətləndirməsinə və davranışını yenidən təşkil etməsinə imkan verən mexanizm kimi təqdim olunur.

Bu məqam Jan Piajenin idrak inkişafı ilə bağlı yanaşması ilə səsləşdirilə bilər. Piaje insanın düşünmə qabiliyyətinin inkişafını onun ətraf aləmlə qarşılıqlı fəaliyyəti və təcrübəni mənalandırması ilə əlaqələndirirdi. Bu perspektivdən şairin “idrak” anlayışı insanın sadəcə məlumat əldə etməsini deyil, dərk etmə və öz fəaliyyətinə şüurlu münasibət formalaşdırma qabiliyyətini ifadə edir.

Digər tərəfdən, Lev Vıqotskinin sosial-mədəni yanaşması ilə də müəyyən paralel qurmaq mümkündür. Viqotskiyə görə yüksək psixi funksiyaların inkişafında sosial mühit və ünsiyyət mühüm rol oynayır. Şairin “elm”i insanı “pak” edən qüvvə kimi təqdim etməsi bu baxımdan biliyin yalnız fərdi sərvət olmadığını, şəxsiyyətin sosial və mənəvi formalaşmasına təsir göstərən amil olduğunu göstərir.

“Elmin bulağıdır, onu qılan pak” ifadəsi isə elmi biliklə mənəvi özünütənzimləmə arasında əlaqə yaradır. Burada “paklıq” fiziki deyil, şüurun aydınlığı, özünüdərk, davranış məsuliyyəti və mənəvi yetkinlik mənasında başa düşülə bilər. Pedaqoji baxımdan bu, təhsilin yalnız informasiya ötürmək funksiyası ilə məhdudlaşmadığını, həm də şəxsiyyətin dəyər və davranış sisteminin formalaşmasına xidmət etdiyini göstərir.

Son iki misrada şair intellektual hazırlığı fəaliyyətdən əvvəl gələn şərt kimi təqdim edir:

“Elm, zəka sənə versə murad,

Yalnız bundan sonra qılınca əl at”.

Burada “qılınc”ı konkret silah mənasında deyil, fəaliyyət, mübarizə, qərar və güc tətbiqi simvolu kimi interpretasiya etmək daha məhsuldardır. Şairin fəlsəfi mövqeyinə görə, insan əvvəlcə elm və zəka ilə düşünməli, sonra fəaliyyətə keçməlidir. Bu, psixoloji baxımdan qərarvermə, impulsların idarə olunması və məqsədyönlü davranış anlayışları ilə əlaqələndirilə bilər.

Bu fikir Daniel Kanemanın insan düşüncəsinin sürətli və intuitiv, eləcə də daha yavaş və düşünülmüş proseslərdən ibarət olması haqqında nəzəri çərçivəsi ilə maraqlı şəkildə əlaqələndirilə bilər. Şairin “əvvəl elm və zəka, sonra qılınc” məntiqində də impulsiv hərəkətdən əvvəl idraki qiymətləndirmənin zəruriliyi vurğulanır. Lakin burada diqqətli olmaq lazımdır: Kanemanın nəzəriyyəsi şeirin birbaşa mənbəyi və ya izahı deyil, yalnız müasir psixologiya ilə müqayisəli interpretasiya imkanıdır.

Eyni şəkildə Robert Sternberqin zəka haqqında triarchik yanaşması da bu poetik düşüncə ilə müəyyən dərəcədə uzlaşdırıla bilər. Sternberq zəkanı yalnız akademik bacarıqla məhdudlaşdırmır, onun real həyat situasiyalarında uyğunlaşma, seçim və problemlərin həlli ilə əlaqəsini vurğulayır. Şairin elm və zəkanı insanın həyat yolunda düzgün qərar verməsinin şərti kimi təqdim etməsi bu baxımdan praktik zəka anlayışı ilə səsləşir.

Beləliklə, şeirdə idrak → özünüqiymətləndirmə → mənəvi saflaşma → şüurlu qərar → məqsədyönlü fəaliyyət ardıcıllığı müşahidə olunur. Şair insanın həqiqi gücünü nə rütbədə, nə də sərvətdə görür; onu düşünmək, özünü dərk etmək, səhvlərini düzəltmək və fəaliyyətini şüurlu şəkildə istiqamətləndirmək qabiliyyətində axtarır.

Bu baxımdan Piae, Vıgotski, Kaneman və Sternberqin nəzəri görüşləri şeirin ideyasına birbaşa “sübut” kimi deyil, onun psixoloji məzmununu müasir elmi anlayışlarla izah etməyə imkan verən nəzəri paralellər kimi cəlb edilə bilər.

Beləliklə, Balasaqunlu Yusifin “Qutadğu bilig” əsərində bilik, elm, ağıl və alim şəxsiyyəti insanın fərdi və ictimai inkişafının mühüm şərtləri kimi təqdim olunur. Əsərdə elm yalnız məlumatların toplusu deyil, insanın dünyanı dərk etməsinə, özünü tanımasına, düzgün qərarlar qəbul etməsinə və cəmiyyətə fayda verməsinə imkan yaradan mənəvi-intellektual qüvvə kimi səciyyələndirilir. Alimin öz biliyini paylaşması isə elmin fərdi sərvətdən ictimai dəyərə çevrilməsinin əsas şərtlərindən biri kimi diqqəti cəlb edir.

“Qutadğu bilig”də elm və nadanlıq, idrak və cəhalət, ağıl və düşünülməmiş fəaliyyət arasında aparılan qarşılaşdırmalar elmi biliyə verilən yüksək dəyəri aydın şəkildə göstərir. “Elm ilə təfəkkür qanaddır qoşa” fikri xüsusilə əhəmiyyətlidir. Bu yanaşmaya görə, bilik yalnız təfəkkürlə birləşdikdə insanın intellektual imkanlarını genişləndirir, onu müstəqil düşünməyə və məqsədyönlü fəaliyyətə istiqamətləndirir. Eyni zamanda, “qılınca əl atmazdan” əvvəl elm və zəkanın önə çəkilməsi şüurlu qərarvermə və məsuliyyətli davranış ideyasını ifadə edir.

Əsərdəki bu ideyalar müasir pedaqoji və psixoloji yanaşmalarla müqayisə edildikdə onların aktuallığı daha aydın görünür. Piagenin idrak inkişafı, Vıqotskinin sosial-mədəni yanaşması, Kanemanın düşünmə prosesləri və Sternberqin zəka konsepsiyası “Qutadğu bilig”də ifadə olunan fikirlərlə eyniləşdirilməsə də, həmin fikirlərin müasir elmi terminologiya ilə izahına imkan verən nəzəri paralellər yaradır. Bu paralellər göstərir ki, bilik, təfəkkür, sosial mühit, özünüdərk və məqsədyönlü fəaliyyət arasındakı əlaqə həm klassik düşüncədə, həm də müasir elm və pedaqogikada mühüm tədqiqat mövzularından biridir.

Müasir dövrdə informasiya bolluğu şəraitində elmə hörmət yalnız alimə və onun fəaliyyətinə ehtiram göstərilməsi ilə məhdudlaşmır. Bu anlayış həm də elmi sübuta, akademik dürüstlüyə, tənqidi düşüncəyə, etibarlı mənbələrə və intellektual əməyə dəyər verilməsini əhatə edir. Buna görə "Qutadğu bilig"dəki elm və alim obrazı yalnız tarixi-mədəni irsin nümunəsi kimi deyil, müasir təhsil və elmi düşüncə üçün də əhəmiyyətli ideya mənbəyi kimi qiymətləndirilə bilər.

Nəticə etibarilə, əsərin əsrlər əvvəl ifadə etdiyi əsas mesajlardan biri bu gün də öz aktuallığını qoruyur: cəmiyyətin tərəqqisi biliklə, bilik isə onu yaradan, inkişaf etdirən və gələcək nəsillərə ötürən insanlarla bağlıdır. Elm və təfəkkürün vəhdəti, alimin əməyinə hörmət, biliyin paylaşılması və şüurlu fəaliyyət prinsipləri həm fərdin kamilləşməsinin, həm də cəmiyyətin intellektual inkişafının mühüm əsaslarını təşkil edir. Bu mənada "Qutadğu bilig"dən müasir dövrə uzanan fikir xətti elmin yalnız keçmişin mirası deyil, gələcəyin qurulmasının da əsas vasitələrindən biri olduğunu göstərir.

ƏDƏBİYYAT

1. Ə.Səfərli., X.Yusifov. Qədim və orta əsrlər Azərbaycan ədəbiyyatı. Bakı: Maaruf, 1982, 387 səh.
2. Balasaqunlu Yusif. Qutadğu bilig. Bakı: Gənclik, 2003, 404 səh.
3. Psixologiya (Prof. S.İ. Seyidov və prof. M.Ə. Həmzəyevin elmi redaktorluğu ilə). Naxçıvan: Əcəmi, 2017, 608 səh.
4. Oruc Həsənli. Təhsilin müasir psixoloji problemləri. Naxçıvan: Əcəmi, 2017, 416 səh.
5. Ə.Bayramov., Ə.Əlizadə. Sosial psixologiya. Bakı: Qapp-Poliqraf, 2003, 356 səh.
6. A.Abbasov., H.Əlizadə. Pedaqogika. Bakı: Mütərcim, 2024, 400 səh.
7. Kamal Camalov. Pedaqoji-psixoloji fikrin inkişafı sələflərdən xələflərə (Dərs vəsaiti). Bakı, ADPU-nun nəşriyyatı, (2019), 222 səh.
8. Kamal Camalov. Balasaqunlu Yusif Xas Hacibin «Qutadğu bilig» əsərində ailə qurmaq və ailə tərbiyəsi məsələləri. ADPU, Pedaqoji Universitet Xəbərləri, Tarix, İnsan və cəmiyyət (Elmi-nəzəri və elmi-metodik jurnal). 2019, №2, səh.144-150

XÜLASƏ

Məqalədə BalasaqunluYusifin "Qutadğu bilig" əsərində bilik, elm, ağıl, təfəkkür və elm adamlarına verilən dəyər məsələsi müasir elmi, pedaqoji və psixoloji yanaşmalar kontekstində araşdırılır. Tədqiqatın əsas məqsədi əsərdə ifadə olunan elm və bilik konsepsiyasının mahiyyətini müəyyənləşdirmək, alim şəxsiyyətinə münasibəti təhlil etmək və bu ideyaların müasir dövrdə aktuallığını göstərməkdir. "Qutadğu bilig"də bilik insanın kamilləşməsinin, düzgün qərar qəbul etməsinin və cəmiyyətin tərəqqisinin mühüm şərti kimi təqdim olunur. Əsərdə alim və nadan, elm və cəhalət, ağıl və düşünülməmiş fəaliyyət arasında aparılan qarşılaşdırmalar elmi biliyin sosial və mənəvi əhəmiyyətini ön plana çıxarır. Xüsusilə "Elm ilə təfəkkür qanaddır qoşa" fikri biliklə düşüncənin vəhdətini insanın intellektual inkişafının əsas amillərindən biri kimi səciyyələndirir. Alimin öz biliyini paylaşması isə elmi fəaliyyətin yalnız fərdi deyil, ictimai əhəmiyyət daşıdığını göstərir. Məqalədə əsərin ideyaları Piagenin idrak inkişafı, Vıqotskinin sosial-mədəni yanaşması, Kanemanın düşünmə prosesləri və Sternberqin zəka konsepsiyası ilə müqayisəli şəkildə nəzərdən keçirilir. Bu nəzəri yanaşmalar əsərdəki fikirlərin müasir pedaqoji-psixoloji terminologiya ilə şərhinə imkan verən paralellər kimi istifadə olunur. Nəticədə göstərilir ki, "Qutadğu bilig"də elmə, biliyə və alimə verilən dəyər müasir dövrdə elmi düşüncə, akademik dürüstlük, tənqidi yanaşma və bilik mübadiləsi kimi prinsiplərlə səsləşir.

FROM "KUTADGU BILIG" TO THE MODERN ERA: THE VALUE ATTRIBUTED TO KNOWLEDGE, SCIENCE, AND SCHOLARS

KAMAL JAMALOV

Doctor of Pedagogical Sciences,

Professor of the Nakhchivan Teachers' Institute

Honored Teacher of the Republic of Azerbaijan

Laureate of the "Golden Pen" Award

ABSTRACT

The article examines the value attributed to knowledge, science, reason, thinking, and scholars in Yusuf Balasaguni's "Kutadgu Bilig" within the context of modern scientific, pedagogical, and psychological approaches. The main purpose of the study is to identify the essence of the concepts of knowledge and science presented in the work, analyze the attitude towards the scholar as an intellectual figure, and demonstrate the contemporary relevance of these ideas. In "Kutadgu Bilig", knowledge is presented as an important condition for personal development, sound decision-making, and social progress. The contrasts between the scholar and the ignorant, knowledge and ignorance, reason and unconsidered action emphasize the social, intellectual, and moral significance of scientific knowledge. In particular, the idea that "science and thinking are two wings" highlights the unity of knowledge and thought as essential components of intellectual development. The scholar's responsibility to communicate and share knowledge also demonstrates that scientific activity has not only individual but also social value. The article further discusses the ideas expressed in the work through comparative parallels with Jean Piaget's theory of cognitive development, Lev Vygotsky's sociocultural approach, Daniel Kahneman's framework of thinking processes, and Robert Sternberg's theory of intelligence. These theories are not regarded as direct evidence or sources of the ideas in "Kutadgu Bilig"; rather, they provide contemporary theoretical frameworks for interpreting its psychological and pedagogical dimensions. The study concludes that the value attributed to science, knowledge, and scholars in "Kutadgu Bilig" remains relevant to modern principles such as scientific thinking, academic integrity, critical reasoning, evidence-based knowledge, and the dissemination of knowledge.

KETHÜDAZADE ÂRİF EFENDİ'NİN HAYATI

Doç.Dr., Çetin AYKURT

Yozgat Bozok Üniversitesi.Fen-Edebiyat Fakültesi.Tarih Bölümü, Yakınçağ Tarihi
dr.cetinaykurt@gmail.com , ORCİD: 0000-0001-5467-8659

Özet

1771 tarihinde doğan Ârif Efendi , Tanzimat öncesi İstanbul'da ilmiye sınıfından olmasına rağmen yeni fikirlere açık birisiydi. Dedesi Yusuf Ağa III.Selim'in annesi Mihrişah Valide Sultan'ın kethüdasıydı. Bu görevinde padişahın yakınında bulunmuş ve Nizam- ı Cedid hareketini desteklemiştir. Yusuf Ağa bu tutumunun bedelini III.Selim.'in tahttan indirilmesinden sonra 1807 tarihinde idam edilmiştir. Babası Mehmed Sadık Efendi (1747-1818) ilmiye sınıfındandır. Medrese öğrenimi görmüş, kadılıklarda bulunmuştur. Rumeli kazaskerliğine kadar yükselmiştir. Kethüdazade Ârif Efendi de babası gibi medrese öğrenimi görmüştür. 1795 tarihinde imtihanla müderris olmuştur. Ârif Efendi, dönemin tanınmış müderrislerinden riyaziye, hey'et, felsefe, mekanik, edebiyat, tasavvuf gibi alanlarda özel dersler almıştır. Tıp ve musikiyle ilgilenmiştir. 1822 tarihinde Halep kadılığına ve 1832 tarihinde de Bursa kadısı olmuştur. 1836 tarihinde Mekke ve 1838 tarihinde de İstanbul payesini almıştır. 1847 tarihinde de Anadolu kazaskerliği payesi tevdi edilmiştir. Ârif Efendi 1824 tarihinden ölümüne kadar İstanbul'da bulunmuştur. Batı'nın bilim, eğitim ve teknoloji ilerlemelerini örnek alınmasını savunmuştur. Ârif Efendi'nin hayatını öğrencilerinden Emin Efendi'nin yazdığı *Menakıb-ı Kethüdazade* adlı kitapta anlatılmıştır. Şiirlerinden bir kısmı da ölümünden sonra öğrencisi Ahmed Tevhid Efendi tarafından *Divân-ı Kethüdazade Ârif* adıyla yayımlanmıştır.1849 tarihinde de vefat etmiştir.

Anahtar Kelime: Ârif Efendi, III.Selim, İstanbul.

THE LIFE OF KETHÜDAZADE ÂRİF EFENDİ

Assoc.Prof.Dr. Çetin AYKURT

Yozgat Bozok Universty, Faculty of Arts and Science, Department of History,

dr.cetinaykurt@gmail.com, ORCID: 0000-0001-5467-8659

Abstract

Born in 1771, Ârif Efendi, despite belonging to the ulema class in pre-Tanzimat Istanbul, was open to new ideas. His grandfather, Yusuf Ağa, was the kethüda of Mihrişah Valide Sultan, the mother of Selim III. In this role, he was close to the sultan and supported the Nizam-ı Cedid movement. Yusuf Ağa paid the price for this stance when he was executed in 1807 following the deposition of Selim III. His father, Mehmed Sadık Efendi (1747–1818), was a member of the ulema. He had received a madrasah education and held various positions as a qadi. He rose to the position of Kazasker of Rumelia. Kethüdazade Ârif Efendi, like his father, was educated at a madrasah. In 1795, he became müderris following a competitive examination. Ârif Efendi took private lessons from renowned müderris of the time in subjects such as mathematics, astronomy, philosophy, mechanics, literature and Sufism. He took an interest in medicine and music. In 1822, he became the qadi of Aleppo and in 1832, the qadi of Bursa. In 1836, he was granted the title of Mecca and in 1838, that of Istanbul. In 1847, he was awarded the title of Kazasker of Anatolia. Ârif Efendi resided in Istanbul from 1824 until his death. He advocated taking the West's advances in science, education and technology as a model. Ârif Efendi's life is recounted in the book "Menakıb-ı Kethüdazade", written by his student Emin Efendi. Some of his poems were also published posthumously by his student Ahmed Tevhid Efendi under the title "Divân-ı Kethüdazade Ârif". He passed away in 1849.

Keywords: Ârif Efendi, III.Selim, Istanbul**.**

ASKERİ TAHİNİYE FABRİKASININ KURULMASI

Doç.Dr., Çetin AYKURT

Yozgat Bozok Üniversitesi.Fen-Edebiyat Fakültesi.Tarih Bölümü, Yakınçağ Tarihi
dr.cetinaykurt@gmail.com , ORCİD: 0000-0001-5467-8659

Özet

Unkapanı'nda kurulan askeri un değirmen fabrikasıdır. 1838 tarihinde II.Mahmut tarafından yeni teknikleri öğrenmek ve yabancı uzman mühendisleri ülkeye davet etmek için İngiltere'ye gönderilen heyetin girişimleri neticesinde Sir William Fairhairn (1789-1874) İstanbul'a gelmiştir. Huzura kabul edileceği günden bir gün önce II. Mahmud ölmüştür. Fairbairn İstanbul'da bir müddet kalmıştır. Fairbairn, büyük sanayi kuruluşlarının hemen hepsini gezmiştir. Bunların modernleştirilmesi için çeşitli siparişleri almıştır. Kendisine ordu için bir buharlı değirmen siparişi verilmiştir. Değirmenin makinelerinin konacağı yapı 1840 tarihinde Fairbairn'ın Londra yakınındaki Willwall'daki fabrikasında prefabrik olarak demirden yapılmıştır. Daha sonra sökülerek 1841 tarihinde gemiyle İstanbul'a getirilmiştir. Yapı 7.6x15.2 metre boyutunda, demir katları ve çatıyı, dökme demirden kolon ve kirişleri taşımaktaydı. Binanın dışı dökme demirden kolon ve kirişler taşımaktaydı. Binanın tamamıyla demirden yapılmış olması o dönemde buharlı değirmenlerde ortaya çıkan yangınları önlemek içindi. Bu değirmenin Unkapanı'nda kurulduğu yer ve sonunda ne olduğu bilinmemektedir. 1913 tarihinde sanayi sayımında bu değirmenden "Unkapanı'nda Harbiye Nezareti'ne bağlı ve en az elli yıldan beri mevcut olan Askeri Tahiniye Fabrikası" diye kayıt vardır.

Anahtar Kelimeler: Askeri Tahiniye Fabrikası, II.Mahmud, Unkapanı.

THE ESTABLISMENT OF THE MILITARY TAHİNİ FACTOTY

Assoc.Prof.Dr. Çetin AYKURT

Yozgat Bozok Universty, Faculty of Arts and Science, Department of History,

dr.cetinaykurt@gmail.com, ORCID: 0000-0001-5467-8659

Abstract

It was a military flour mill established in Unkapanı. In 1838, as a result of the efforts of a delegation sent to England by Mahmud II to learn new techniques and invite foreign expert engineers to the country, Sir William Fairbairn (1789–1874) arrived in Istanbul. Mahmud II died the day before he was due to be received in audience. Fairbairn remained in Istanbul for a while. He visited almost all the major industrial establishments and received various commissions to modernise them. He was commissioned to build a steam-powered mill for the army. The structure to house the mill's machinery was prefabricated from iron at Fairbairn's factory in Willwall, near London, in 1840. It was subsequently dismantled and transported by ship to Istanbul in 1841.The building measured 7.6 by 15.2 metres and was supported by iron floors and a roof, as well as cast-iron columns and beams. The exterior of the building was supported by cast-iron columns and beams. The fact that the building was constructed entirely of iron was intended to prevent the fires that frequently occurred in steam-powered mills at that time. The exact location in Unkapanı where this mill was established and its ultimate fate remain unknown. In the 1913 industrial census, this mill is recorded as the 'Military Tahiniye Factory in Unkapanı, affiliated with the Ministry of War and in existence for at least fifty years'.

Keywords: Military Tahini Factory, Mahmud II, Unkapanı.

NONLINEAR TIME-DOMAIN KINEMATIC ANALYSIS OF SOIL–PILE–STRUCTURE INTERACTION ACCORDING TO TBEC 2018

Dr., Mehmet Ömer Timurağaoğlu1

1Department of Civil Engineering, Bursa Uludağ University, Bursa, Türkiye, omertao@uludag.edu.tr, 0000-0002-6329-905X

Abstract

This study presents a nonlinear time-domain analysis framework for evaluating the kinematic interaction of a soil–pile–structure system subjected to DD-1 earthquake ground motions, in accordance with Method I defined in the Turkish Building Earthquake Code (TBEC 2018). The numerical procedure was conducted in successive stages to ensure a consistent representation of free-field soil response, nonlinear soil behavior, pile–soil interaction, and structural demand. Initially, linear one-dimensional (1D) and three-dimensional (3D) site-response analyses were performed to evaluate the free-field response and to determine appropriate dimensions for the 3D numerical soil domain. Subsequently, nonlinear soil parameters were calibrated using shear-modulus reduction and damping–strain relationships reported in the literature. The calibrated material parameters were then used in nonlinear 1D and 3D site-response analyses to represent the soil's strain-dependent dynamic behavior under earthquake loading. Following the site response analyses, pile–soil interface parameters were determined and incorporated into the coupled numerical model. The complete piled system was then subjected to the provided earthquake ground-motion records, resulting in 22 nonlinear dynamic analyses. The resulting seismic demands were evaluated together with the capacities of the structural components. Particular attention was given to bending moments and shear forces responses along the pile and structural system. The adopted analysis procedure provides a comprehensive numerical framework for assessing the effects of kinematic interactions in piled foundation systems under strong-earthquake loading. The study also demonstrates the applicability of the nonlinear soil–pile–structure interaction procedure defined by TBEC 2018 for evaluating the seismic response of pile-supported structural systems subjected to DD-1 level ground motions.

Keywords: Soil–pile–structure interaction; kinematic interaction; nonlinear dynamic analysis; piled foundations

INTRODUCTION

Pile foundations subjected to earthquake loading experience seismic demands arising from both inertial forces transmitted by the superstructure and kinematic deformations imposed by the surrounding soil. The latter may generate considerable bending moments and shear forces even in the absence of structural inertia, particularly in layered deposits with significant stiffness contrasts. Previous studies have shown that kinematic pile response is governed by parameters such as soil-layer stiffness contrast, pile-to-soil relative stiffness, excitation frequency, and pile-head restraint (Di Laora et al., 2013; Kavvadas et al., 1993; Nikolaou et al., 2001). Accordingly, a realistic assessment of pile-supported systems requires the seismic response of the soil, pile–soil interaction, and structural response to be considered within a consistent framework.

Three-dimensional (3D) continuum modeling provides a comprehensive means of representing these interaction mechanisms, particularly when strong shaking induces nonlinear soil behavior and complex pile–soil interface response. Kwon & Yoo (2019) demonstrated the applicability of 3D numerical models to dynamic soil–pile–structure interaction, while Chiou et al. (2020) emphasized the combined contribution of kinematic and inertial effects to pile response. More recently, Timurağaoğlu (2024) proposed a staged numerical procedure in which site-response analysis, soil-domain calibration, and pile–soil interaction were systematically integrated, while Timurağaoğlu (2025) highlighted the importance of mesh configuration and 1D–3D verification in dynamic soil–structure interaction analyses.

The Turkish Building Earthquake Code (TBEC, 2018) explicitly incorporates soil–pile–structure interaction and defines alternative procedures for the seismic analysis of piled foundations. Previous studies conducted within the TBEC 2018 framework have mainly focused on simplified or substructure-based procedures. Alver et al. (2021) discussed liquefaction and soil–pile–structure interaction analyses within the TBEC framework, whereas Yiğit et al. (2022) investigated the influence of pile and soil parameters using Method III. More recently, Doğan et al. (2025) compared 2D and 3D substructure analyses and reported notable differences in pile internal-force demands. These studies emphasize the importance of explicitly considering dynamic soil–pile–structure interaction and provide a basis for more detailed applications of 3D nonlinear procedures.

In this study, a nonlinear time-domain analysis framework is implemented in accordance with Method I of TBEC 2018 for a complete soil–pile–structure system subjected to DD-1 earthquake ground motions. The procedure begins with linear 1D and 3D site-response analyses (SRA) for verification of the numerical soil domain, followed by calibration of strain-dependent nonlinear soil properties and nonlinear 1D–3D SRA. Pile–soil interface parameters are then incorporated into the coupled model, and the complete system is subjected to 22 nonlinear dynamic analyses. The resulting seismic demands are evaluated primarily in terms of bending moments and shear forces along the piles.

2. IDEALIZED SOIL PROFILE

Geophysical investigations conducted at the site, including MASW surveys, indicated that very stiff to highly cemented soil and weak-rock-like materials become dominant below approximately 7–10 m depth. These deeper units were reported to consist mainly of indurated sand–clay–gravel mixtures together with alternating sandstone and claystone layers, locally exhibiting fractured and highly weathered zones. Information obtained from nearby water wells also suggests that claystone units that may be regarded as engineering rock are encountered at depths of approximately 150 m.

The shear-wave velocity profiles derived from the MASW and PS-logging investigations, together with the idealized profile adopted in this study, are presented in Figure 1. For the upper 30 m, the idealized profile was defined primarily on the basis of the MASW results. At depths between 30 and 100 m, the adopted shear-wave velocity profile was set slightly below the PS-logging measurements to conservatively account for possible uncertainties in the field test results. At greater depths, the profile was extended toward the engineering-rock

horizon identified in the site investigations. Considering that the claystone unit representing a generic rock condition is expected at approximately 150 m depth, the shear-wave velocity at this level was taken as 760 m/s. This idealization was intended to provide a representative and slightly conservative 1D soil profile for the subsequent nonlinear SRA while remaining consistent with the available geophysical and borehole information. The idealized soil model consists of 7 soil layers, each with its own shear wave velocity, cohesion and internal friction angle given in Table 1.

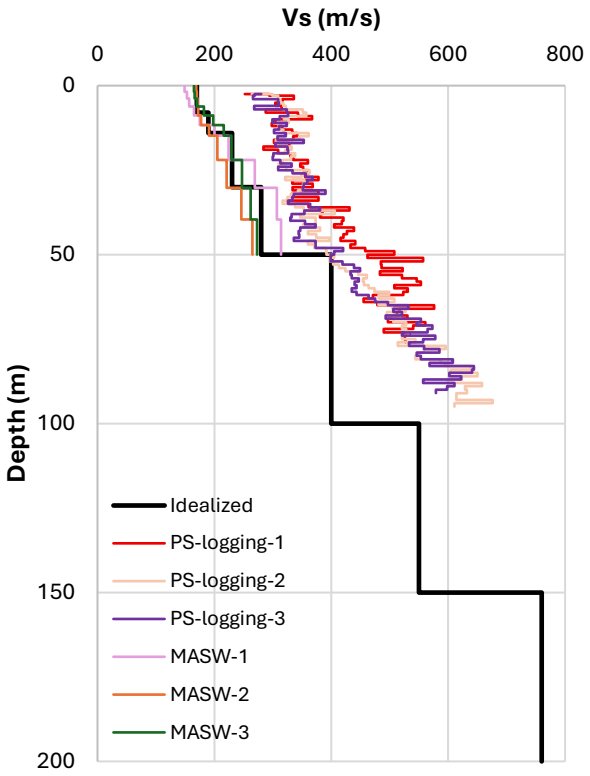


Figure 1. Idealized soil profile according to experimental results

Table 1. Soil properties of layers

Layer	Depth (m)	Thickness (m)	γ (kN/m3)	Cu (kN/m2)	ϕ
Layer 1	0-8	8	18.5	25	5
Layer 2	8-14	6	18.5	50	5
Layer 3	14-30	16	18.5	75	5
Layer 4	30-50	20	18.5	150	5
Layer 5	50-100	50	18.5	200	5
Layer 6	100-150	50	18.5	300	5
Layer 7	150-200	50	18.5	400	5

3. GENERATION OF 1D-3D MODELS AND INPUT MOTIONS

The piled-raft foundation system consists of 215 piles, each with a length of 28 m. All piles used in the foundation have a uniform diameter of 1.0 m. The piles were reinforced with 25Ø25 longitudinal bars. The spiral reinforcement spacing was 10 cm over the upper 6 m of the piles and 20 cm over the remaining length. The raft foundation was designed with a thickness of 3.0 m.

The idealized soil profile was implemented in DEEPSOIL (Hashash et al., 2024) using a 1D nonlinear site-response model. The soil column was discretized into 21 sublayers, with a finer discretization near the ground surface and progressively thicker layers with increasing depth. Nonlinear soil behavior was represented using the Modified Kondner–Zelasko (MKZ) model (Konder & Zelasko, 1963) available in DEEPSOIL. The modulus-reduction and damping relationships proposed by Darendeli (2001) and Vucetic & Dobry (1991) were adopted as the reference curves.

This section describes the 3D soil–pile–structure interaction model developed in accordance with Method I of TBEC 2018. After establishing the overall dimensions of the numerical domain and defining the nonlinear soil parameters, the pile–soil and pile-tip interface properties were determined based on the available geotechnical data and assigned between the piles and the surrounding soil to obtain the final 3D model. To minimize artificial wave reflections from the lateral boundaries, free-field boundary elements available in the software (Midas GTS NX, 2025) were applied along the four vertical sides of the model over the full depth. These boundary elements are based on the absorbing-boundary formulation proposed by Kuhlemeyer & Lysmer (1973). In addition, the compliant-base option implemented in MIDAS GTS NX was adopted at the bottom boundary to reduce wave reflections from the model base. The piles were rigidly connected to the raft foundation. The raft and basement wall system was modeled as a single element and assumed to be infinitely rigid, consistent with the relevant provisions of TBEC 2018. Representative views of the developed 3D numerical model are presented in Figure 2. It should also be noted that rotation of the embedded piles about their longitudinal axis was restrained in the numerical model (Rz=0). The analyses were performed in three successive stages: first, the self-weight of the system was applied; second, the gravity loads transferred from the superstructure were introduced; and finally, the earthquake excitation was imposed.

Table 2. Selected ground motion records

No	Earthquake	X-direction record	Y-direction record
1	RSN169-XY	RSN169_IMPVALL.H_H-DLT262	RSN169_IMPVALL.H_H-DLT352
2	RSN728-XY	RSN728_SUPER.B_B-WSM090	RSN728_SUPER.B_B-WSM180
3	RSN778-XY	RSN778_LOMAP_HDA165	RSN778_LOMAP_HDA255
4	RSN802-XY	RSN802_LOMAP_STG000	RSN802_LOMAP_STG090
5	RSN1182-XY	RSN1182_CHICHI_CHY006-N	RSN1182_CHICHI_CHY006-W
6	RSN1208-XY	RSN1208_CHICHI_CHY046-E	RSN1208_CHICHI_CHY046-N
7	RSN1504-XY	RSN1504_CHICHI_TCU067-E	RSN1504_CHICHI_TCU067-N
8	RSN3748-XY	RSN3748_CAPEMEND_FFS270	RSN3748_CAPEMEND_FFS360
9	RSN4847-XY	RSN4847_CHUETSU_65010EW	RSN4847_CHUETSU_65010NS
10	RSN4855-XY	RSN4855_CHUETSU_65024EW	RSN4855_CHUETSU_65024NS
11	RSN6890-XY	RSN6890_DARFIELD_CMHSN10E	RSN6890_DARFIELD_CMHSS80E
12	RSN169-YX	RSN169_IMPVALL.H_H-DLT352	RSN169_IMPVALL.H_H-DLT262
13	RSN728-YX	RSN728_SUPER.B_B-WSM180	RSN728_SUPER.B_B-WSM090
14	RSN778-YX	RSN778_LOMAP_HDA255	RSN778_LOMAP_HDA165
15	RSN802-YX	RSN802_LOMAP_STG090	RSN802_LOMAP_STG000
16	RSN1182-YX	RSN1182_CHICHI_CHY006-W	RSN1182_CHICHI_CHY006-N
17	RSN1208-YX	RSN1208_CHICHI_CHY046-N	RSN1208_CHICHI_CHY046-E
18	RSN1504-YX	RSN1504_CHICHI_TCU067-N	RSN1504_CHICHI_TCU067-E
19	RSN3748-YX	RSN3748_CAPEMEND_FFS360	RSN3748_CAPEMEND_FFS270
20	RSN4847-YX	RSN4847_CHUETSU_65010NS	RSN4847_CHUETSU_65010EW
21	RSN4855-YX	RSN4855_CHUETSU_65024NS	RSN4855_CHUETSU_65024EW
22	RSN6890-YX	RSN6890_DARFIELD_CMHSS80E	RSN6890_DARFIELD_CMHSN10E

Probabilistic seismic hazard analyses were performed for the project site, and bedrock-level ground-motion records to be used in the soil–pile–structure interaction analyses were obtained accordingly. The selected motions represent the DD-1 earthquake ground-motion level and were defined at the engineering bedrock horizon characterized by a shear-wave velocity of Vs = 760m/s. The selected records are summarized in Table 2.

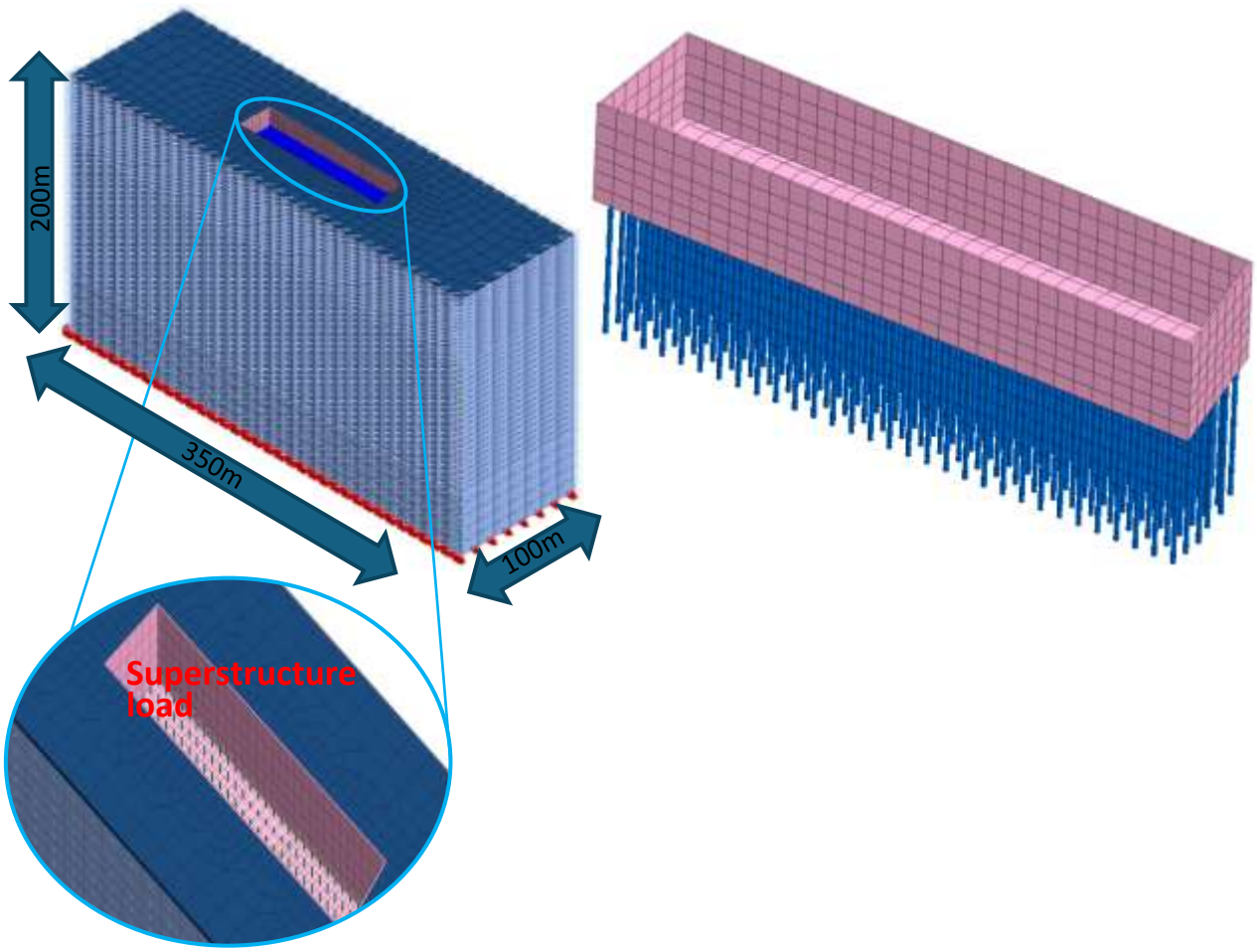


Figure 2. General view of the developed 3D model

The Ramberg–Osgood model parameters were calibrated separately for each soil layer to represent the strain-dependent nonlinear behavior of the soil profile. The calibration was performed to achieve consistency with the target shear-modulus reduction and damping–strain relationships adopted for the corresponding layers (Figure 3). The resulting parameters were assigned to the 3D numerical model for the nonlinear dynamic analyses. The nonlinear material parameters of the soil model obtained from the calibration and verification studies are summarized in Table 3.

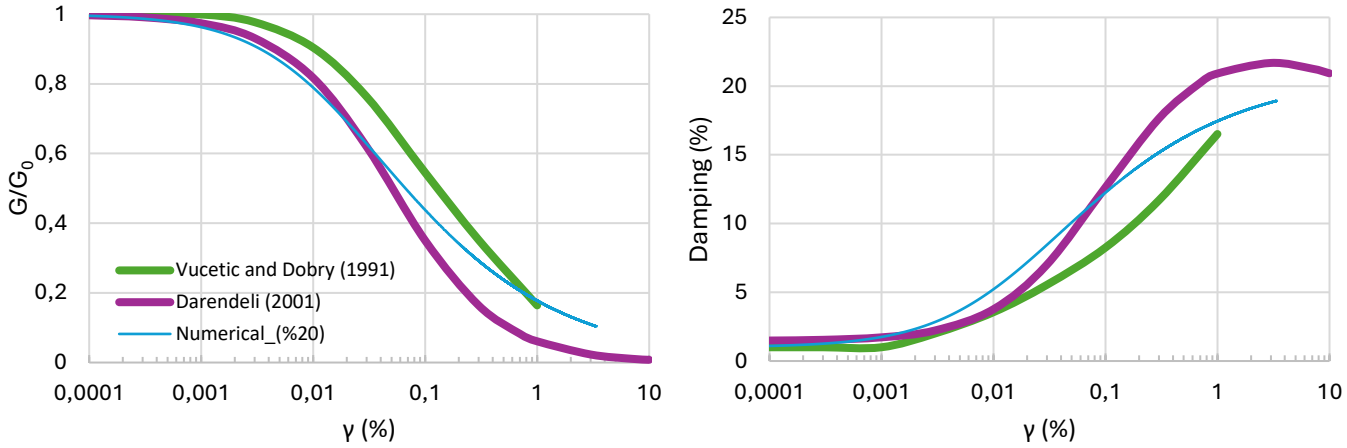


Figure 3. Calibration of experimental and 3D soil model parameters

Table 2. Calibrated Nonlinear soil properties

Layer	Depth (m)	Vs (m/s)	PI (%)	G_0 (kN/m2)	γ_r	Damping (%)
Layer 1	0-8	170	30	54519	0.00035	20
Layer 2	8-14	190	30	68102	0.00065	20
Layer 3	14-30	230	30	99794	0.00068	20
Layer 4	30-50	280	15	147900	0.00097	20
Layer 5	50-100	400	30	301836	0.00072	20
Layer 6	100-150	550	30	570659	0.00066	20
Layer 7	150-200	760	30	1089628	0.00043	20

4. RESULTS AND DISCUSSION

The verification of the numerical model is presented in Figure 3. In Figure 3a, the response spectra obtained from the linear 1D analysis and 3D model show good agreement over the period range of interest, confirming that the adopted dimensions and boundary conditions of the 3D soil domain adequately reproduce the free-field response. Figure 3b presents the corresponding nonlinear comparison, in which the response obtained from the 3D model is consistent with the nonlinear 1D analyses based on the adopted modulus-reduction and damping relationships. This agreement indicates that the nonlinear soil model and its calibrated material parameters were satisfactorily implemented in the 3D numerical model.

In accordance with TBEC (2018), the internal-force and deformation demands in piles were evaluated as the average of the maximum absolute responses obtained from the 22 nonlinear dynamic analyses. The resulting mean internal-force profiles along the pile depth are presented in Figure 5 and 6, together with the corresponding sectional capacities shown by the black lines. The Mz distributions in Figure 5a indicate that the largest bending-moment demands develop primarily in the upper portion of the piles, with localized increases around the intermediate depths, while the demands decrease markedly toward the pile tip. A similar trend is observed for My in Figure 5b, although slightly higher moment demands are obtained near the pile head for some piles. In both directions, the calculated bending moments remain well below the available moment capacities over the entire pile length. The shear-force distributions Vz and Vy, shown in Figures 6a and 6b, respectively, also exhibit their highest values in the upper part of the piles and decrease significantly with depth, with only limited localized variations at intermediate elevations. The corresponding shear demands are substantially lower than the sectional shear capacities throughout the pile length. Overall, the results demonstrate that both the bending-moment and

shear-force demands obtained from the nonlinear soil–pile–structure interaction analyses remain comfortably within the structural capacities of the piles under the considered DD-1 earthquake ground motions.

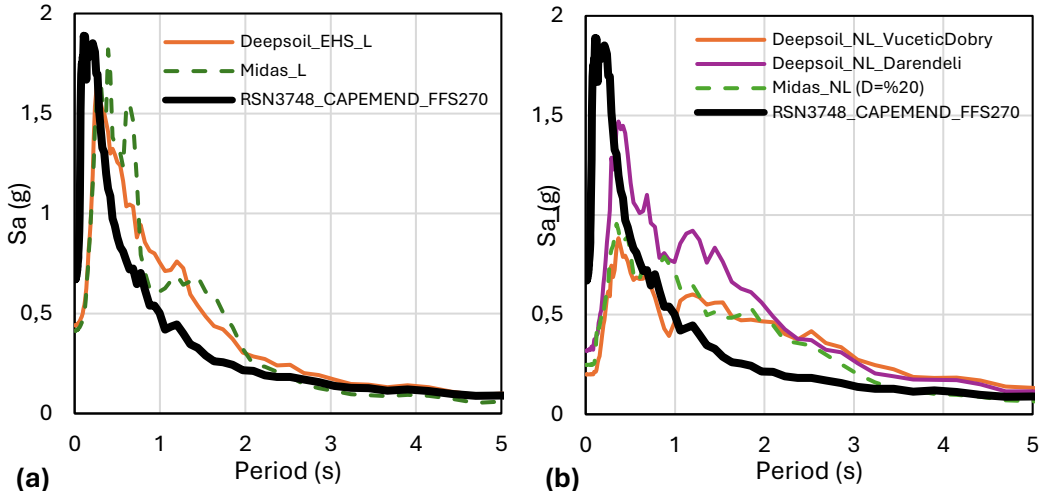


Figure 4. Comparison of 1D and 3D results for (a) linear analysis (b) nonlinear analysis

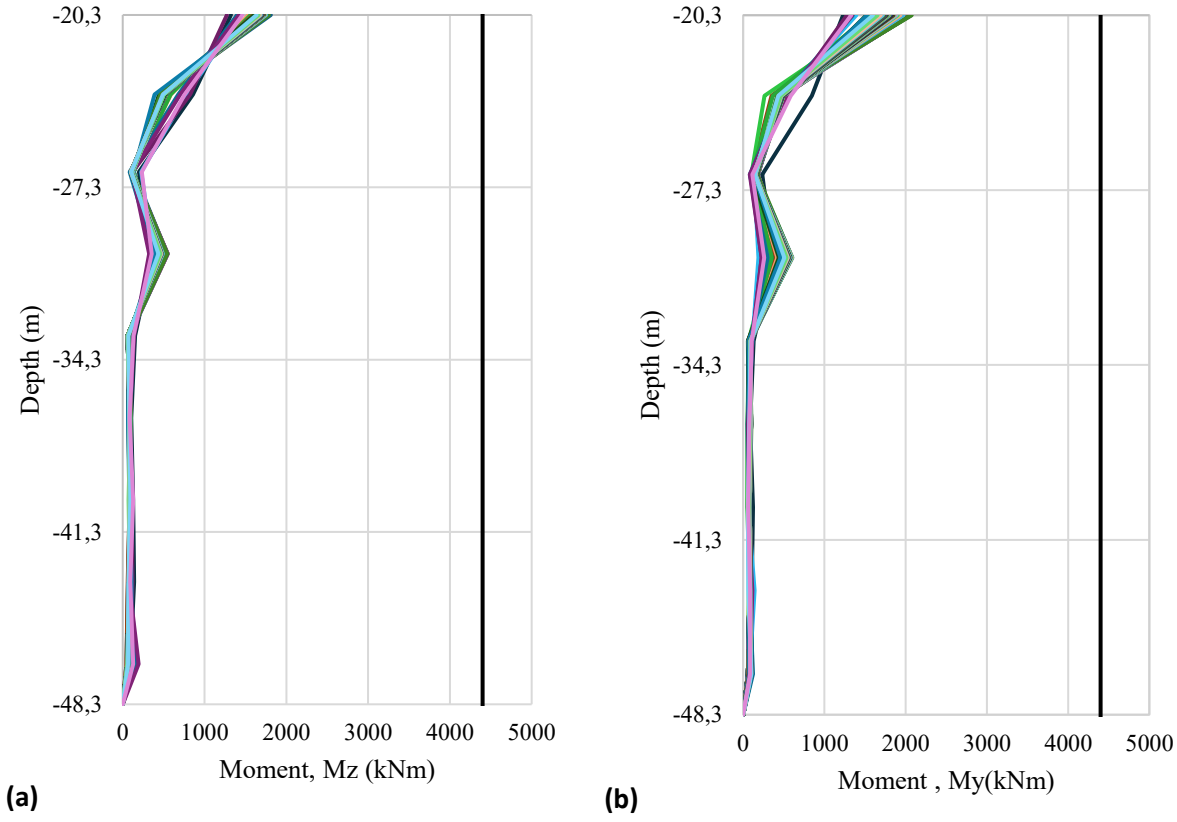


Figure 5. Results of pile moment-depth for average (a) Mz (b) My

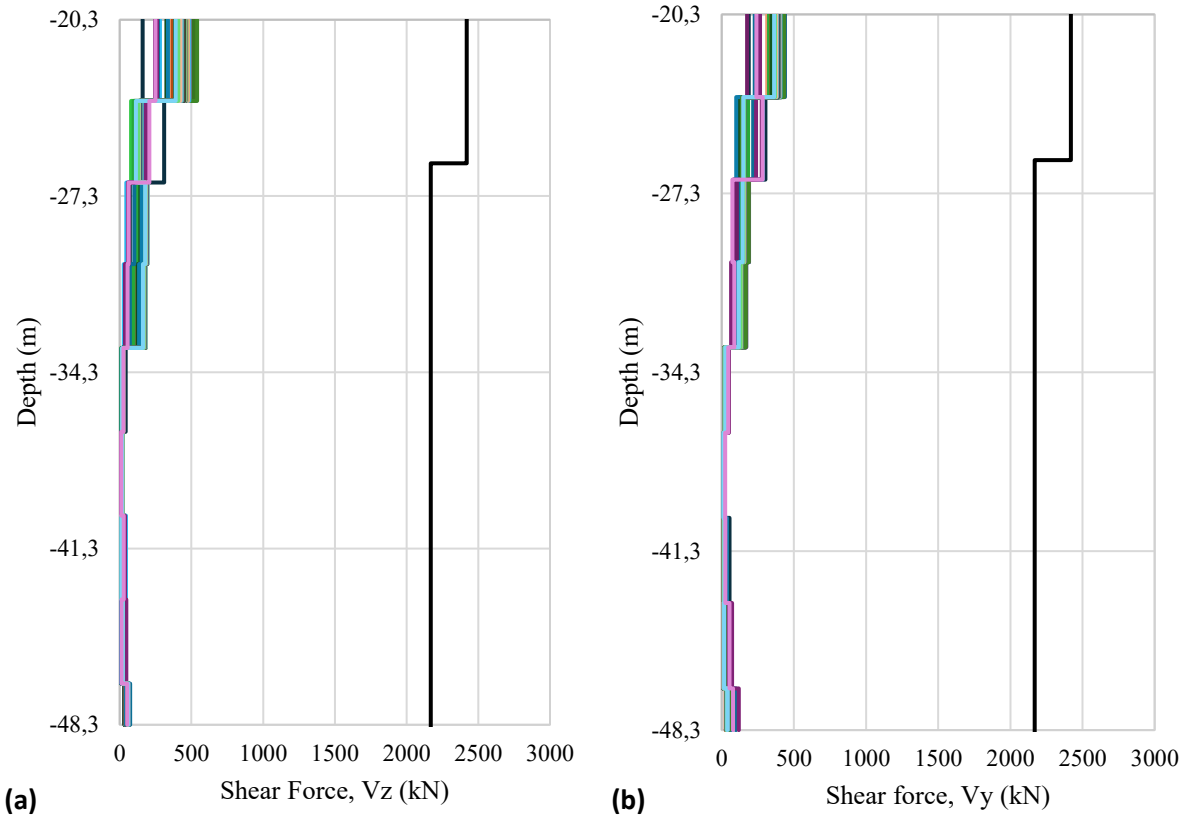


Figure 6. Results of pile moment-depth for average (a) Vz (b) Vy

5. CONCLUSIONS

This study presented a nonlinear time-domain soil–pile–structure interaction framework developed in accordance with Method I of TBEC 2018 for a piled-raft foundation system subjected to DD-1 earthquake ground motions. The adopted numerical procedure was established through successive verification stages, including linear 1D–3D site-response comparisons for the selection of the numerical domain, calibration of the Ramberg–Osgood parameters for each soil layer, and nonlinear 1D–3D analyses to verify the strain-dependent soil model. The resulting agreement between the corresponding response spectra confirmed that the adopted 3D domain, boundary conditions, and nonlinear soil parameters provided a consistent representation of the free-field response.

The final model, including pile–soil, raft-soil and pile-tip interfaces, was then used in 22 nonlinear dynamic analyses. In accordance with TBEC 2018, pile demands were evaluated using the average of the maximum absolute responses obtained from the individual analyses. The resulting bending-moment and shear-force distributions showed that the largest demands were generally concentrated in the upper portions of the piles and decreased with depth. Most importantly, the calculated My, Mz, Vy, and Vz demands remained well below the corresponding sectional capacities along the entire pile length. These results indicate that the adopted piled-raft system provides adequate structural capacity under the considered DD-1 ground motions and demonstrate the practical applicability of the nonlinear Method I procedure of TBEC 2018 for the seismic assessment of complex pile-supported structural systems.

KAYNAKLAR

Alver, O., Sezen, A., & Eseller-Bayat, E. E. (2021). TBDY 2018'e Göre Geoteknik Tasarım: Sıvılaşma ve Yapı-Kazık-Zemin Etkileşimi Analizleri. *Teknik Dergi*, *32*(5), 11197–11226. https://doi.org/10.18400/TEKDERG.744891

Chiou, J. S., Hung, W. Y., Lee, Y. T., & Young, Z. H. (2020). Combined dynamic structure-pile-soil interaction analysis considering inertial and kinematic effects. *Computers and Geotechnics*, *125*, 103671. https://doi.org/10.1016/J.COMPGEO.2020.103671

Darendeli, M. B. (2001). *Development of a New Family of Normalized Modulus Reduction and Material Damping Curves*. The University of Texas at Austin.

Di Laora, R., Mylonakis, G., & Mandolini, A. (2013). Pile-head kinematic bending in layered soil. *Earthquake Engineering & Structural Dynamics*, *42*(3), 319–337. https://doi.org/10.1002/EQE.2201

Doğan, H., Taşkıran, T., Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, A., Bilimleri Enstitüsü, F., & Mühendisliği Ana Bilim Dalı, İ. (2025). Bodrum Katlı Betonarme Yüksek Yapılarda Yapı-Kazık-Zemin Etkileşiminin Alt Sistem Yaklaşımı ile 2B ve 3B Analiz Yöntemleriyle Değerlendirilmesi. *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi*, *16*(2), 479–492. https://doi.org/10.24012/DUMF.1615806

Hashash, Y. M. A., Musgrove, M. I., Harmon, J. A., Ilhan, O., Groholski, D. R., Philips, C. A., & Park, D. (2024). *DEEPSOIL 7.0, User Manual*.

Kavvadas, M., Gazetas, G., & Gazetas, G. (1993). Kinematic seismic response and bending of free-head piles in layered soil. *Géotechnique*, *43*(2), 207–222. https://doi.org/10.1680/GEOT.1993.43.2.207

Konder, R. L., & Zelasko, J. S. (1963). A hyperbolic stress-strain formulation of sands. *Proceedings of the 2nd Pan American Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering*, 289-324.

Kuhlemeyer, R. L., & Lysmer, J. (1973). Finite Element Method Accuracy for Wave Propagation Problems. *Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division*, *99*(5), 421–427. https://doi.org/10.1061/JSFEAQ.0001885

Kwon, S. Y., & Yoo, M. (2019). Evaluation of Dynamic Soil-Pile-Structure Interactive Behavior in Dry Sand by 3D Numerical Simulation. *Applied Sciences 2019, Vol. 9, Page 2612*, *9*(13), 2612. https://doi.org/10.3390/APP9132612

Midas GTS NX. (2025). *Online Manual. MIDAS Information Technology Co.* MIDAS Information Technology Co.

Nikolaou, S., Mylonakis, G., Gazetas, G., & Tazoh, T. (2001). Kinematic pile bending during earthquakes: analysis and field measurements. *Géotechnique*, *51*(5), 425–440. https://doi.org/10.1680/geot.51.5.425.39973

TBEC. (2018). *Turkish Building Earthquake Code*. Ankara, Turkey: Disaster and Emergency Management Authority (in Turkish).

Timurağaoğlu, M. Ö. (2024). Kinematic interaction analysis of individual soil-pile model within multi-block system. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, *179*, 108523. https://doi.org/10.1016/J.SOILDYN.2024.108523

Timurağaoğlu, M. Ö. (2025). Role of Mesh Type in 3D Dynamic Soil–Structure Interaction Simulations. *Uludağ University Journal of The Faculty of Engineering*, *30*(3), 663–676. https://doi.org/10.17482/UUMFD.1756215

Vucetic, M., & Dobry, R. (1991). Effect of soil plasticity on cyclic response. *Journal of Geotechnical Engineering*, *117*(1), 89–107.

Yiğit, M. A., Onur, M. I., & Balaban, E. (2022). Kazıklı temellerde zemin kazık etkileşimi parametrelerinin incelenmesi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, *37*(2), 625–640. https://doi.org/10.17341/GAZIMMFD.825224

EFFECT OF THE PULSE-TO-SITE-PERIOD RATIO ON NONLINEAR SITE RESPONSE: A CASE STUDY

Dr., Mehmet Ömer Timurağaoğlu1

1Department of Civil Engineering, Bursa Uludağ University, Bursa, Türkiye, omertao@uludag.edu.tr, 0000-0002-6329-905X

Abstract

Near-fault ground motions may contain pronounced velocity pulses that concentrate seismic energy within a limited period range and significantly affect the response of soil deposits. This study investigates the influence of the pulse-to-site-period ratio (Tp/Ts) on the nonlinear seismic response of a soil profile. The adopted profile represents an actual site and is defined based on its available geotechnical and dynamic soil properties. The fundamental site period, Ts, is determined from the profile characteristics, while a set of pulse-like near-fault earthquake records with different pulse periods, Tp, is selected as input motion. One-dimensional nonlinear time-domain site-response analyses are then performed to evaluate surface peak ground acceleration, peak ground velocity, acceleration response spectra, spectral amplification ratios, and maximum shear strain along the soil column. The results are interpreted primarily with respect to the dimensionless Tp/Ts ratio in order to examine whether the proximity of the pulse period to the fundamental site period leads to distinct amplification patterns or increased nonlinear soil response. Particular attention is given to cases where Tp/Ts approaches unity, for which resonance-related effects may become important. By focusing on a real soil profile, the study provides a site-specific assessment of the interaction between near-fault pulse characteristics and local soil conditions. The findings are expected to contribute to a better understanding of nonlinear site response under pulse-like ground motions and to support seismic response assessment for engineering structures located in near-fault regions and improve interpretation of site-specific seismic demand under strong shaking conditions.

Keywords: Near-fault ground motion; Pulse period; Nonlinear site response; Site amplification

1. INTRODUCTION

Near-fault ground motions may differ considerably from ordinary far-field motions because rupture directivity can generate large-amplitude velocity pulses concentrated within a relatively narrow period range. These motions are commonly characterized by parameters such as peak ground velocity (PGV) and pulse period (Tp). Previous studies have shown that pulse amplitude and period are important parameters controlling near-fault seismic demand, while wavelet-based methods have enabled objective identification of pulse-like records and their characteristic periods (Baker, 2007; Bray & Rodriguez-Marek, 2004; Shahi & Baker, 2014).

The response of a soil deposit to pulse-like ground motions depends not only on the intensity of shaking but also on the compatibility between the frequency characteristics of the input motion and the dynamic properties of the soil profile. Under strong shaking, increasing shear strain causes stiffness degradation and increased damping, which may lengthen the effective site period and alter amplification characteristics. Therefore, nonlinear site response is governed by a combination of soil properties, excitation intensity, and input-motion frequency content (Assimaki & Li, 2012; Régnier et al., 2016).

The interaction between near-fault velocity pulses and local soil conditions was investigated directly by Rodriguez-Marek & Bray (2006), who showed that soil deposits can modify both the amplitude and the period of forward-directivity pulses. Their results indicated that stronger interaction may occur when the pulse period approaches the characteristic period of the soil deposit. This relationship can be expressed through the dimensionless ratio Tp/Ts, where Ts is the fundamental site period. However, because nonlinear soil behavior can lengthen the effective site period during strong shaking, the response cannot necessarily be interpreted using the initial small-strain value of Ts alone.

Frequency-domain characteristics provide complementary information for interpreting this interaction. Fourier amplitude spectra can identify the frequency ranges in which the input motion contains significant amplitudes and help evaluate their compatibility with the characteristic frequencies of the soil profile. Nevertheless, the dominant frequency of an acceleration Fourier spectrum should not be interpreted directly as the inverse of the near-fault velocity-pulse period, since these parameters represent different characteristics of the motion. Recent observations from the 2023 Mw 7.8 Pazarcık earthquake further demonstrated the importance of long-period velocity pulses and their influence on long-period spectral demand (Wu et al., 2023).

Recent studies have further emphasized the importance of pulse-like motions in geotechnical site response. Tsai & Li (2024) used one-dimensional effective-stress site-response analyses to compare near-fault pulse-like and general ground motions and showed that near-fault motions can induce greater pore-water-pressure generation, particularly for relatively short-duration motions. More recently, Liu et al. (2025) performed centrifuge tests on a stratified dry-sand deposit and demonstrated that the velocity-pulse component can increase site amplification, shear stress, shear strain, and permanent surface settlement. These recent findings confirm that near-fault pulse characteristics can significantly affect both surface ground-motion parameters and the deformation response within the soil profile.

Accordingly, this study investigates the nonlinear seismic response of a real soil profile subjected to pulse-like near-fault ground motions with different pulse periods and frequency characteristics. One-dimensional nonlinear site-response analyses are performed to examine the influence of Tp/Ts on input and surface PGA and PGV, spectral amplification, Fourier amplitude characteristics, and the depth-dependent distributions of PGA, displacement, and maximum shear strain. The study aims to clarify how pulse-period compatibility, frequency content, and nonlinear soil deformation collectively control site-specific seismic response.

2. IDEALIZED SOIL PROFILE

Geophysical investigations conducted at the site, including MASW surveys, indicated that very stiff to highly cemented soil and weak-rock-like materials become dominant below approximately 7–10 m depth. These deeper units were reported to consist mainly of indurated sand–clay–gravel mixtures together with alternating sandstone and claystone layers, locally exhibiting fractured and highly weathered zones. Information obtained from nearby water wells also suggests that claystone units that may be regarded as engineering rock are encountered at depths of approximately 150 m.

The shear-wave velocity profiles derived from the MASW and PS-logging investigations, together with the idealized profile adopted in this study, are presented in Figure 1. For the upper 30 m, the idealized profile was defined primarily on the basis of the MASW results. At depths between 30 and 100 m, the adopted shear-wave velocity profile was set slightly below the PS-logging measurements to conservatively account for possible uncertainties in the field test results. At greater depths, the profile was extended toward the engineering-rock horizon identified in the site investigations. Considering that the claystone unit representing a generic rock condition is expected at approximately 150 m depth, the shear-wave velocity at this level was taken as 760 m/s.

This idealization was intended to provide a representative and slightly conservative one-dimensional soil profile for the subsequent nonlinear site response analyses while remaining consistent with the available geophysical and borehole information.

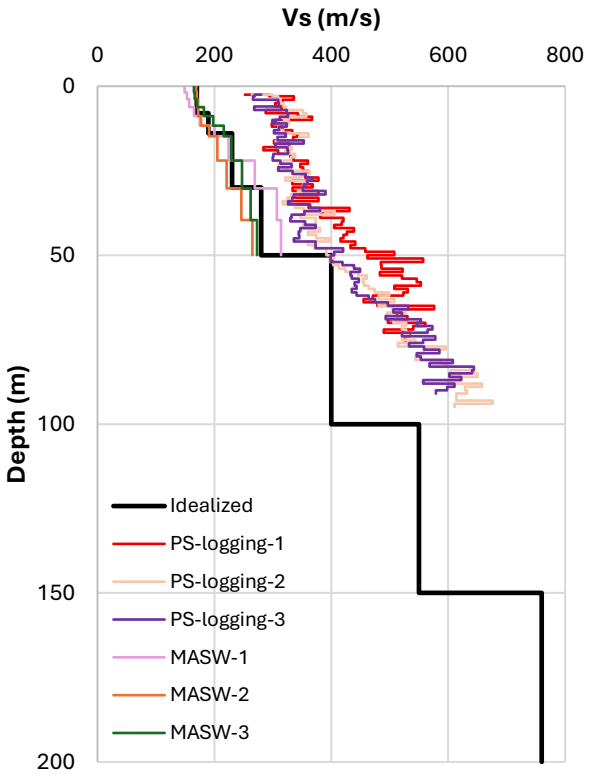


Figure 1. Idealized soil profile according to experimental results

3. GENERATION OF 1D MODEL AND INPUT MOTIONS

The idealized soil profile was implemented in DEEPSOIL (Hashash et al., 2024) using a 1D nonlinear site-response model. The soil column was discretized into 36 sublayers, with a finer discretization near the ground surface and progressively thicker layers with increasing depth. This discretization was adopted to capture the larger variations in soil response expected within the shallow layers while maintaining a computationally efficient representation of the deeper, relatively stiff portion of the profile.

Nonlinear soil behavior was represented using the Modified Kondner–Zelasko (MKZ) model (Konder & Zelasko, 1963) available in DEEPSOIL. The modulus-reduction and damping relationships proposed by Darendeli (2001) were adopted as the reference curves. The model parameters were fitted using the MRDF procedure with the Darendeli reduction factor, allowing the nonlinear hysteretic response of the soil layers to be represented consistently over the strain range encountered during the analyses.

A total of eight near-fault pulse-like ground-motion records were selected as input motions. Seven records were obtained from the PEER NGA database, while one record from the 6 February 2023 Kahramanmaraş–Pazarcık earthquake was obtained from the AFAD database (AFAD, 2025). To minimize the influence of pre-existing local soil amplification on the selected motions and to provide input motions representative of stiff-rock conditions, records with V_{S30} values greater than approximately 800 m/s were preferentially selected. This criterion is also consistent with the relatively stiff engineering-rock condition represented at the base of the adopted soil profile. In addition, the selected motions span a broad range of velocity-pulse periods, enabling systematic examination of the influence of the pulse-period-to-site-period ratio (Tp/Ts) on nonlinear site response. The selected records and their main characteristics are summarized in Table 1.

Table 1. Selected pulse-like records and their main characteristics.

RSN / Station	Earthquake	M_w	R_{rup}(km)	V_{S30}(m/s)	T_p(s)
RSN 77	San Fernando 1971 – Pacoima Dam	6.6	1.8	2016	1.64
RSN 143	Tabas 1978 – Tabas	7.4	2.1	767	6.19
RSN 879	Landers 1992 – Lucerne	7.3	2.2	1369	5.12
RSN 1051	Northridge 1994 – Pacoima Dam	6.7	7.0	2016	0.84
RSN 1161	Kocaeli 1999 – Gebze	7.5	10.9	792	5.99
RSN 1165	Kocaeli 1999 – İzmit	7.5	7.2	811	5.37
RSN 3548	Loma Prieta 1989 – Lexington Dam	6.9	5.0	1070	1.57
AFAD 3116	Kahramanmaraş 2023 – Station 3116	7.8	14.26	870	14.13

4. RESULTS AND DISCUSSION

The depth-dependent variations of PGA and maximum shear strain are presented in Figure 2. The results show substantial record-to-record variability for the same soil profile. Relatively high PGA values are observed at intermediate and deeper depths for records such as RSN 1051, RSN 77, and RSN 143, whereas lower acceleration levels are generally obtained for RSN 1161, RSN 1165, and AFAD 3116. Maximum shear strains are mainly concentrated within the upper approximately 50 m, with a pronounced localized increase around 40–50 m depth; RSN 879 produces the largest strain demand, followed by RSN 143. The comparison also shows that records producing the highest PGA do not necessarily generate the largest shear strains, emphasizing the importance of evaluating acceleration and deformation demands together when interpreting nonlinear site response.

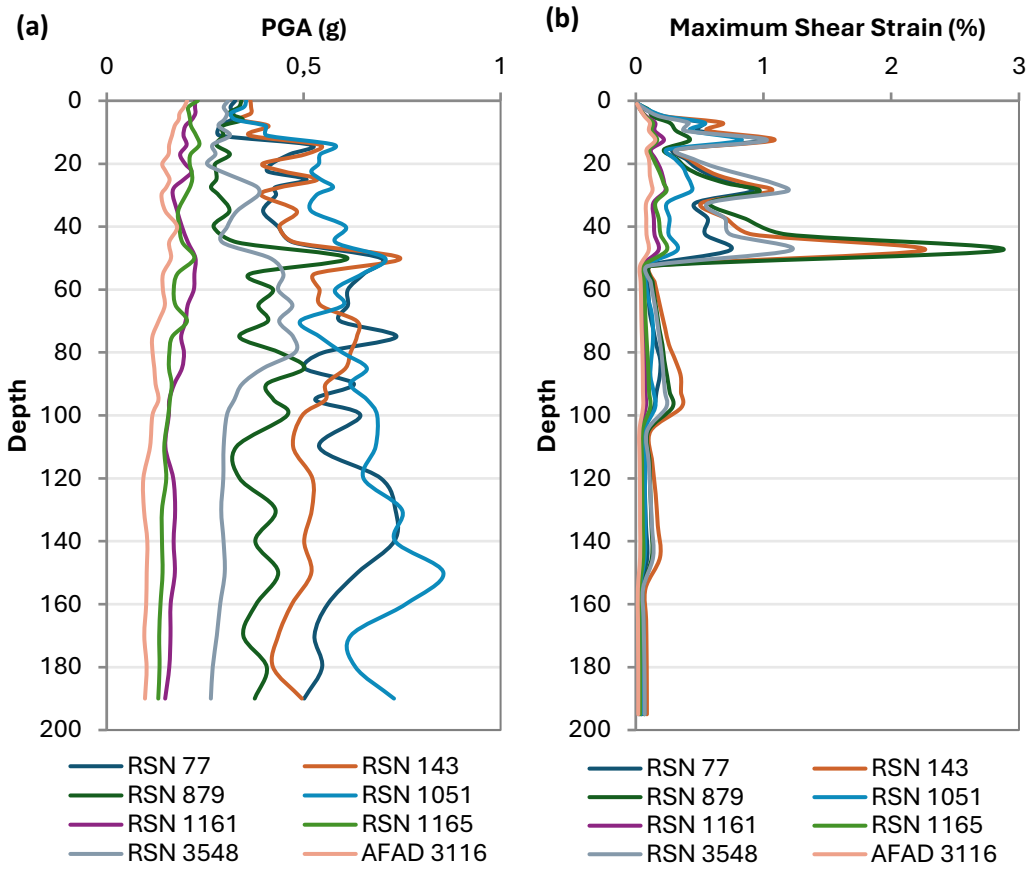


Figure 2. Comparison of (a) PGA-depth and (b) Max shear strain-depth relationship

The surface acceleration response spectra and spectral amplification ratios are presented in Figure 3. The response spectra (Figure 3a) exhibit pronounced record-dependent differences, with the largest spectral accelerations generally concentrated at short periods, while RSN 143 maintains comparatively high spectral demand over a broader period range and shows a secondary long-period response around 4–5 s. The spectral amplification curves (Figure 3b) further demonstrate that the soil profile modifies the input motion in a strongly period-dependent manner, with amplification ratios exceeding unity over substantial portions of the period range. The highest amplification is observed for RSN 77 at approximately 2–3 s, whereas RSN 1051 exhibits a distinct amplification peak around 4–5 s; RSN 3548 also shows sustained amplification over a relatively broad period interval. These differences indicate that the surface response is controlled not only by the amplitude of the input motion but also by its spectral characteristics and their interaction with the dynamic properties of the soil profile.

The variation of the maximum spectral amplification and the spectral amplification at Ts, with Tp/Ts is presented in Figures 4a and 4b, respectively. The maximum spectral amplification ranges from approximately 1.4 to 2.6, with the largest values obtained for RSN 77 and RSN 1051 at relatively low Tp/Ts ratios. The amplification evaluated specifically at Ts is systematically lower than or close to the corresponding maximum spectral amplification, indicating that the period at which the maximum amplification develops does not necessarily coincide with the initial fundamental period of the site. Although relatively high amplification values occur for Tp/Ts <1, the response does not exhibit a simple monotonic dependence on Tp/Ts. For example, AFAD 3116 maintains considerable spectral amplification despite its substantially larger Tp/Ts ratio. This scatter indicates that pulse-period compatibility alone cannot fully describe the spectral response and that the frequency content and intensity of the individual records also contribute to the observed amplification.

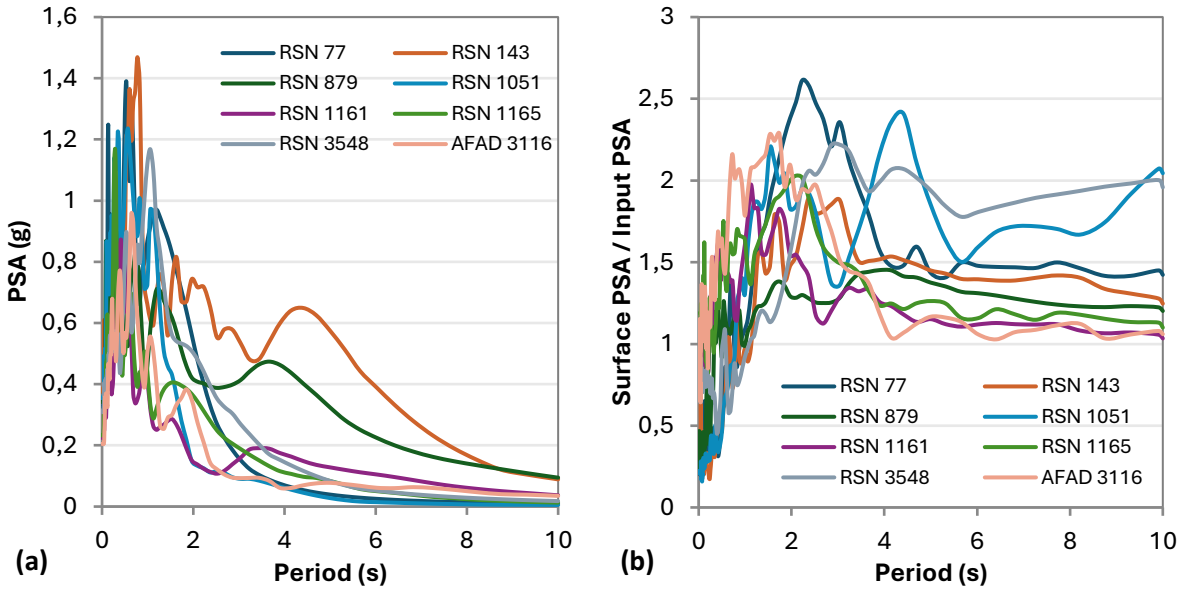


Figure 3. Comparison of (a) Spectral acceleration and (b) Spectral amplification

Figures 4c and 4d present the surface-to-input PGA ratio as a function of Tp/Ts and input PGA, respectively. Considerable scatter is observed with respect to Tp/Ts, and no clear monotonic trend is apparent. Most records exhibit surface-to-input PGA ratios below unity, whereas AFAD 3116 shows amplification and RSN 1165 produces a response close to unity. In contrast, a much clearer relationship is observed with input PGA: the surface-to-input PGA ratio decreases progressively as the input PGA increases. Within the investigated record set, weak-to-moderate input motions tend to retain or amplify PGA, whereas the strongest input motions exhibit pronounced PGA de-amplification. This behavior is consistent with increasing nonlinear soil response under stronger excitation, for which stiffness degradation and enhanced hysteretic damping can limit the transmission of peak acceleration toward the ground surface.

Considering Figures 4a–d together, the results demonstrate an important distinction between peak acceleration and period-dependent spectral response. Even for records exhibiting substantial PGA de-amplification, spectral amplification remains greater than unity over certain period ranges, showing that a reduction in surface PGA does not necessarily imply an overall reduction in seismic demand. The Tp/Ts ratio appears to contribute to the variability of the spectral response, but the absence of a unique trend indicates that it should be considered together with ground-motion intensity and frequency content. In particular, the clearer dependence of PGA amplification on input PGA, compared with its dependence on Tp/Ts, suggests that nonlinear intensity effects govern peak acceleration modification, whereas spectral amplification is more strongly controlled by the interaction between the frequency characteristics of the input motion and the dynamic properties of the soil profile.

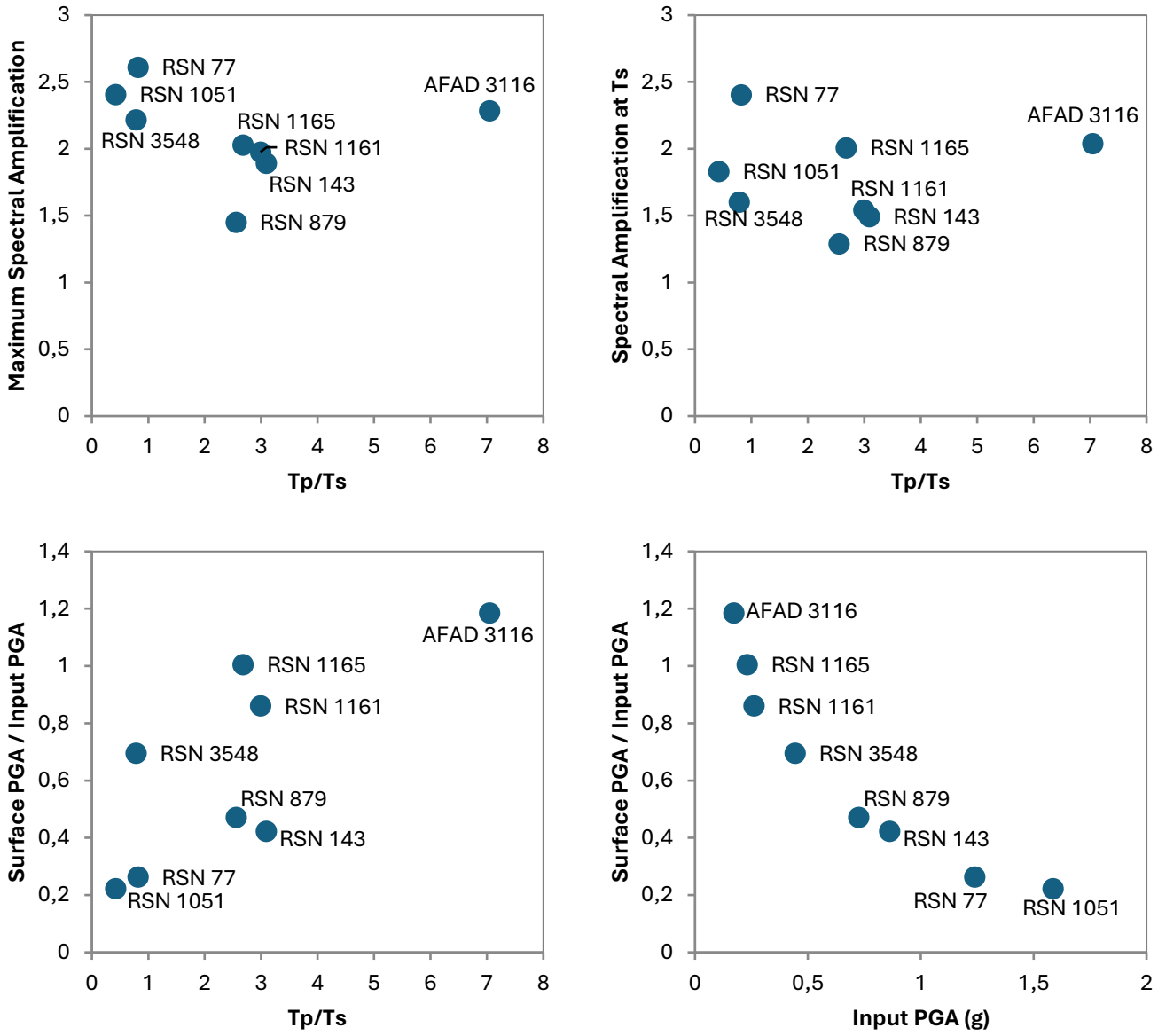


Figure 4. Comparison of (a) Spectral amplification and (b) Spectral amplification at Ts, (c) PGA amplification-Tp/Ts and (d) PGA amplification-Input PGA

5. CONCLUSIONS

This study investigated the nonlinear seismic site response of an idealized soil profile subjected to eight near-fault pulse-like ground motions with different pulse periods and frequency characteristics. The results showed that the depth-dependent variations of PGA and maximum shear strain are strongly record-dependent, with the largest shear strains generally concentrated within the upper part of the soil profile and with peak acceleration and peak strain demands not necessarily occurring for the same records. The response spectra and spectral amplification ratios also exhibited pronounced period dependence, indicating that surface response cannot be characterized solely by PGA-based measures. Although the Tp/Ts ratio provided a useful framework for comparing the selected motions, neither spectral amplification nor PGA amplification showed a unique monotonic dependence on this ratio. In contrast, the surface-to-input PGA ratio showed a clearer tendency to decrease as input PGA increased,

reflecting the growing influence of nonlinear soil behavior under stronger excitation. Overall, the findings indicate that near-fault site response is governed by the combined effects of pulse characteristics, input-motion intensity, frequency content, and strain-dependent soil nonlinearity; therefore, these parameters should be considered together when evaluating the seismic response of soil deposits subjected to pulse-like ground motions.

Future studies should consider the frequency content of near-fault records in greater detail, since it may significantly influence the interaction between pulse characteristics and site response. In addition, ground-motion selection should be based on site-specific seismic hazard analyses that account for local soil conditions. Such an approach would allow near-fault records to be selected and interpreted more consistently with the seismic characteristics of the investigated site.

KAYNAKLAR

AFAD. (2025). *Turkish accelerometric database and analysis system*. Ministry of Interior, Disaster and Emergency Management Presidency. https://tadas.afad.gov.tr/

Assimaki, D., & Li, W. (2012). Site- and ground motion-dependent nonlinear effects in seismological model predictions. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, *32*(1), 143–151. https://doi.org/10.1016/J.SOILDYN.2011.06.013

Baker, J. W. (2007). Quantitative classification of near-fault ground motions using wavelet analysis. *Bulletin of the Seismological Society of America*, *97*(5), 1486–1501. https://doi.org/10.1785/0120060255

Bray, J. D., & Rodriguez-Marek, A. (2004). Characterization of forward-directivity ground motions in the near-fault region. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, *24*(11), 815–828. https://doi.org/10.1016/J.SOILDYN.2004.05.001

Darendeli, M. B. (2001). *Development of a New Family of Normalized Modulus Reduction and Material Damping Curves*. The University of Texas at Austin.

Hashash, Y. M. A., Musgrove, M. I., Harmon, J. A., Ilhan, O., Groholski, D. R., Philips, C. A., & Park, D. (2024). *DEEPSOIL 7.0, User Manual*.

Konder, R. L., & Zelasko, J. S. (1963). A hyperbolic stress-strain formulation of sands. *Proceedings of the 2nd Pan American Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering*, 289-324.

Liu, H., Dong, X., Chen, H., Song, D., Gao, M., & Sun, Q. (2025). Near-fault velocity pulse effects on earthquake response of a dry sand site: Centrifuge modeling. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, *199*, 109688. https://doi.org/10.1016/J.SOILDYN.2025.109688

Régnier, J., Cadet, H., & Bard, P. Y. (2016). Empirical quantification of the impact of nonlinear soil behavior on site response. *Bulletin of the Seismological Society of America*, *106*(4), 1710–1719. https://doi.org/10.1785/0120150199

Rodriguez-Marek, A., & Bray, J. D. (2006). Seismic Site Response for Near-Fault Forward Directivity Ground Motions. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, *132*(12), 1611–1620. https://doi.org/10.1061/(ASCE)1090-0241(2006)132:12(1611)

Shahi, S. K., & Baker, J. W. (2014). An Efficient Algorithm to Identify Strong-Velocity Pulses in Multicomponent Ground Motions. *Bulletin of the Seismological Society of America*, *104*(5), 2456–2466. https://doi.org/10.1785/0120130191

Tsai, C. C., & Li, P. C. (2024). Quantifying near-fault motion effects on soil liquefaction through effective stress site response analysis. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, *183*, 108779. https://doi.org/10.1016/J.SOILDYN.2024.108779

Wu, F., Xie, J., An, Z., Lyu, C., Taymaz, T., Irmak, T. S., Li, X., Wen, Z., & Zhou, B. (2023). Pulse-like ground motion observed during the 6 February 2023 MW7.8 Pazarcık Earthquake (Kahramanmaraş, SE Türkiye). *Earthquake Science*, *36*(4), 328–339. https://doi.org/10.1016/J.EQS.2023.05.005

AFET SONRASI KENTSEL YAŞAMDA PEYZAJIN TASARIMIN ÖNEMİ

Prof., Gülden SANDAL ERZURUMLU

Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, ekoloji, bitkisel tasarım, gpeyzaj@gmail.com, ORCID 0000-0001-9664-2902

Özet

Salgın hastalıklar ve depremler, kentsel yaşamın fiziksel, sosyal ve psikolojik yapısını etkileyen önemli afet ve kriz durumlarıdır. Bu tür dönemlerde, Kentsel parklar, meydanlar, yeşil koridorlar, kent ormanları ve diğer açık-yeşil alanlar normal dönemlerde rekreasyon, ekolojik denge ve estetik işlevler üstlenirken; afet dönemlerinde toplanma, geçici kullanım, erişim, sosyal etkileşim ve psikolojik iyileşme açısından farklı işlevler kazanabilmektedir.

Bu çalışmada, salgın hastalıklar ve deprem gibi farklı afet türleri sonrasında kentsel peyzaj alanlarına duyulan gereksinimler, artan talepler değerlendirilmektir. Çalışma kapsamında salgın ve deprem süreçlerinde peyzaj alanlarının kullanımına ilişkin ulusal ve uluslararası literatür incelenerek; erişilebilirlik, güvenlik, toplanma kapasitesi, mekânsal esneklik, sosyal etkileşim, fiziksel aktivite, psikolojik iyilik hâli ve ekolojik işlevler açısından değerlendirme yapılması amaçlanmaktadır.

Salgın dönemlerinde açık alanların kontrollü sosyal etkileşim, fiziksel aktivite ve psikolojik iyilik hâli açısından ön plana çıktığı; deprem sonrasında ise güvenli toplanma alanları, geçici kullanım, acil erişim ve sosyal destek açısından önem kazandığı bilinmektedir. Bu durum, peyzaj alanlarının yalnızca estetik ve rekreasyonel mekânlar olarak değil, aynı zamanda kentsel afet yönetiminin ve dayanıklılık yaklaşımının bir parçası olarak ele alınması gerektiğini göstermektedir. İnsanların psikolojik olarak rahatlamaları için yeşil alanlara ya da bahçeli müstakil evlere olan talepler artış göstermektedir. Sonuç olarak, geleceğin kentlerinde peyzaj planlama ve tasarım süreçlerinin afet risklerini dikkate alan, farklı kriz koşullarında işlev değiştirebilen, erişilebilir, güvenli ve esnek açık-yeşil alan sistemleri oluşturacak şekilde geliştirilmesi önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Afet, Salgın, Kentsel peyzaj, Erişilebilirlik, Peyzaj Tasarımı

THE IMPORTANCE OF LANDSCAPE DESIGN IN POST-DISASTER URBAN LIFE

Prof., Gülden SANDAL ERZURUMLU

Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, ekoloji, bitkisel tasarım, gpeyzaj@gmail.com, ORCID 0000-0001-9664-2902

Abstract

Epidemics and earthquakes are significant disasters and crises that impact the physical, social, and psychological fabric of urban life. While urban parks, squares, green corridors, urban forests, and other open-green spaces serve functions related to recreation, ecological balance, and aesthetics during ordinary times, they can assume different roles—such as gathering points, areas for temporary use, access routes, and spaces for social interaction and psychological recovery—during disaster periods.

This study evaluates the requirements and increasing demands placed on urban landscape areas following various types of disasters, such as epidemics and earthquakes. By reviewing national and international literature on the use of landscape spaces during epidemics and earthquakes, the study aims to assess these areas in terms of accessibility, safety, gathering capacity, spatial flexibility, social interaction, physical activity, psychological well-being, and ecological functions.

It is recognized that open spaces come to the fore during epidemic periods in terms of controlled social interaction, physical activity, and psychological well-being, while gaining importance after earthquakes regarding safe assembly areas, temporary use, emergency access, and social support. This situation demonstrates that landscape areas should be viewed not merely as aesthetic and recreational spaces, but also as integral components of urban disaster management and resilience strategies. There is a growing demand for green spaces or detached houses with gardens to provide psychological relief. Consequently, it is crucial that landscape planning and design processes for future cities be developed to create accessible, safe, and flexible open-green space systems that account for disaster risks and are capable of adapting their functions to various crisis conditions.

Keywords: Disaster, Epidemic, Urban landscape, Accessibility, Landscape Design

Giriş

Afetler, kentlerin yalnızca fiziksel yapısını değil, aynı zamanda insanların gündelik yaşamlarını, sosyal ilişkilerini, psikolojik durumlarını ve kente ilişkin aidiyet duygularını da önemli ölçüde etkileyen olaylardır. Özellikle deprem, sel ve yangın gibi afetlerin ardından yapıların zarar görmesiyle birlikte kent içerisinde güvenli, erişilebilir ve işlevsel açık alanlara duyulan ihtiyaç artmaktadır. Bu süreçte parklar, meydanlar, yeşil alanlar ve diğer açık-yeşil alanlar yalnızca rekreasyon alanları olarak değil; toplanma, geçici barınma, acil müdahale, sosyal etkileşim ve kentsel iyileşme alanları olarak da değerlendirilmektedir.

Kentler insanların yalnızca yaşadığı fiziksel mekânlardan oluşmaz. Sokaklar, parklar, meydanlar, bahçeler ve yeşil alanlar insanların günlük yaşamlarını sürdürdüğü, bir araya geldiği ve kentle bağ kurduğu ortak yaşam alanlarıdır (Kef, 2026). Bu nedenle bir afet meydana geldiğinde ortaya çıkan kayıp yalnızca yapıların yıkılmasıyla sınırlı kalmaz; insanların alıştıkları mekânların, sosyal ilişkilerin ve kentle kurdukları bağların da zarar görmesine neden olur.

Afet sonrasında kentlerde hızlı bir şekilde güvenli alanlara ulaşma, toplanma, geçici barınma ve temel ihtiyaçların karşılanması gerekmektedir (Özlemiş ve Eren, 2024). Bu noktada kentsel açık alanlar önemli bir işlev üstlenmektedir. Parklar, meydanlar ve uygun nitelikteki yeşil alanlar afet sonrasında geçici toplanma ve destek alanlarına dönüşebilmektedir. Yapılan sistematik araştırmalar, açık alanların afetlere karşı dayanıklı biçimde tasarlanmasının; alanın konumu, büyüklüğü, erişilebilirliği, çok işlevliliği, bağlantılılığı ve sosyal kullanımı gibi birçok faktöre bağlı olduğunu ortaya koymaktadır.

Peyzaj mimarlığı bu noktada yalnızca estetik bir tasarım yaklaşımı olarak değerlendirilmemelidir. Peyzaj tasarımı; insanların güvenliğini, ekolojik sistemlerin devamlılığını, sosyal etkileşimi ve kentsel yaşam kalitesini birlikte ele alan bir planlama ve tasarım aracıdır (Uzunali ve Acar, 2023). Peyzaj tasarımı, afet sonrasında ortaya çıkan fiziksel ve sosyal sorunların giderilmesinde önemli bir araçtır. Doğru planlanan açık-yeşil alan sistemleri, afet sırasında ve sonrasında insanların güvenli biçimde bir araya gelebileceği alanlar oluştururken, uzun vadede kentin ekolojik ve sosyal dayanıklılığının geliştirilmesine katkı sağlayabilir. Literatürde açık alanların afet sonrası süreçlerde çok işlevli kullanılması, birbirleriyle bağlantılı bir ağ oluşturması, erişilebilir olması ve toplumun ihtiyaçlarına göre tasarlanması gerektiği vurgulanmaktadır.

Bu nedenle afet sonrası yeniden yapılanma sürecinde “yapıları yeniden yapmak” kadar, insanların yeniden yaşayabileceği **sağlıklı, güvenli ve anlamlı açık alanlar oluşturmak** da önemlidir.

Bu çalışmada afet sonrası kentsel yaşamın yeniden düzenlenmesinde peyzaj tasarımının rolü; güvenli açık alanlar, yeşil altyapı, ekolojik iyileştirme, sosyal dayanışma, psikolojik iyileşme ve kentsel kimliğin yeniden oluşturulması başlıkları altında ele alınmıştır. Ayrıca Türkiye'de yaşanan 6 Şubat 2023 depremleri sonrasında ortaya çıkan yeniden yapılanma süreci üzerinden peyzaj tasarımının kentlerin daha dirençli ve yaşanabilir hale getirilmesindeki potansiyeli değerlendirilmiştir.

2. Afet Sonrası Kentsel Yaşam ve Açık Alanlar

Afet sonrasında kentsel açık alanların kullanım biçimleri normal dönemlerden farklılaşmaktadır. Günlük yaşamda rekreasyon, spor veya dinlenme amacıyla kullanılan bir park; afet sonrasında insanların toplandığı, yardım dağıtımının yapıldığı veya geçici barınma ihtiyacının karşılandığı bir alana dönüşebilmektedir.

Bu nedenle afet riskinin yüksek olduğu kentlerde açık alanların tasarımı yalnızca normal zamanlardaki kullanım ihtiyaçları dikkate alınarak yapılmamalıdır. Alanların afet sırasında ve sonrasında üstlenebileceği farklı işlevler de tasarım sürecine dahil edilmelidir.

Literatürde bu yaklaşım çok işlevli açık alan tasarımı olarak öne çıkmaktadır. Araştırmalar, açık alanların afet sonrasında temel ihtiyaçları karşılayabilmesi, acil müdahaleyi desteklemesi ve uzun vadeli iyileşme sürecine katkıda bulunması gerektiğini belirtmektedir.

Şekil 1. Afet sonrası açık alanların çok işlevli kullanımı

Bu süreç, peyzaj alanlarının yalnızca afet sonrasında kullanılacak alanlar şeklinde değil, afet öncesinden itibaren dirençli kent sisteminin bir parçası olarak planlanması gerektiğini göstermektedir.

3. Peyzaj Tasarımının Afet Sonrası İşlevleri

3.1. Güvenli toplanma alanlarının oluşturulması

Deprem gibi ani gelişen afetlerde insanların kısa sürede güvenli alanlara ulaşabilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle kent içerisinde yeterli sayıda, erişilebilir ve güvenli açık alanın bulunması gerekmektedir. Parklar, meydanlar, spor alanları ve uygun yeşil alanlar afet sonrası toplanma alanları olarak değerlendirilebilir. Ancak bir alanın yalnızca boş olması, güvenli bir toplanma alanı olduğu anlamına gelmemektedir. Alanın yapılaşmadan uzaklığı, ulaşım bağlantıları, zemin özellikleri, büyüklüğü, erişilebilirliği ve altyapı olanakları birlikte değerlendirilmelidir.

İstanbul üzerine yapılan bir çalışmada da afet sonrası toplanma alanlarının seçiminde mekânsal, doğal yapı ve erişilebilirlik gibi çok sayıda kriterin birlikte değerlendirilmesi gerektiği ve kentsel açık/yeşil alanların potansiyel toplanma alanları olarak ele alınabileceği belirtilmektedir.

3.2. Geçici Barınma ve Temel İhtiyaçların Desteklenmesi

Afet sonrasında insanların kısa süreli veya daha uzun süreli olarak açık alanlara ihtiyaç duyabileceği unutulmamalıdır. Bu nedenle peyzaj tasarımında yalnızca bitki ve estetik unsurlar değil;

- geçici barınma alanları,

- temiz su noktaları,
- hijyen alanları,
- gölgelik alanlar,
- oturma birimleri,
- enerji ve aydınlatma noktaları,
- sağlık ve yardım erişimi,
- araç ve yaya ulaşımı

gibi işlevler de düşünülmelidir.

Bu yaklaşım, afet sonrasında ortaya çıkabilecek ihtiyaçların daha düzenli karşılanmasına yardımcı olabilir.

4. Psikolojik ve Sosyal İyileşmede Peyzajın Rolü

Afetlerin ardından insanların yaşadığı sorunlar yalnızca fiziksel değildir. Evini, yakınlarını, mahallesini veya günlük yaşamda kullandığı mekânları kaybeden bireylerde belirsizlik ve mekânsal kopukluk duygusu oluşabilir.

Bu noktada peyzaj alanları insanların yeniden bir araya gelebileceği sosyal ortamlar oluşturabilir. Çocuk oyun alanları, yürüyüş yolları, oturma alanları, gölgeli mekânlar, küçük meydanlar ve topluluk bahçeleri gibi tasarım unsurları insanların günlük yaşamlarını yeniden kurmasına yardımcı olabilecek ortamlar sağlayabilir.

2024 yılında New Orleans'taki Katrina Kasırgası sonrasındaki iyileşme süreçlerini inceleyen bir araştırmada, topluluk tarafından yürütülen yer oluşturma çalışmalarının sosyal bağların güçlendirilmesi ve uzun dönemli iyileşme sürecinde önemli bir rol oynayabileceği ortaya konulmuştur (Danış, 2024).

Bu durum, afet sonrasında peyzaj tasarımının yalnızca "mekânı güzelleştirmek" olarak görülmemesi gerektiğini göstermektedir. Bazen yeniden oluşturulan küçük bir meydan veya yeşil alan, insanların günlük yaşamlarına geri dönebilmeleri açısından önemli bir başlangıç noktası olabilir.

5. Kent Kimliğinin Korunması ve Yeniden Oluşturulması

Afet sonrasında kentlerin yeniden inşa edilmesi sırasında mevcut yapıların önemli bir bölümünün kaybedilmesi, kent kimliğinin de zarar görmesine neden olabilir.

Bu nedenle yeniden yapılanma sürecinde yalnızca yeni yapıların inşa edilmesi değil, insanların geçmişle bağ kurabilecekleri mekânların korunması da önemlidir.

Japonya'da 2011 tsunami sonrasında oluşturulan anma parklarını inceleyen güncel bir çalışma, bu alanların yalnızca fiziksel mekânlar olmadığını; insanların aidiyet, hatırlama ve yeniden yapılanma duygularıyla ilişki kurduğu alanlara dönüşebildiğini göstermektedir (Bayra, 2021).

6. Türkiye'de 6 Şubat 2023 Depremleri Sonrasında Peyzaj Tasarımının Önemi

Türkiye açısından afet sonrası kentsel tasarım konusu, 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş merkezli depremler sonrasında daha da önemli hale gelmiştir.

Depremlerden etkilenen kentlerde yeniden yapılanma süreci yalnızca yapıların yenilenmesini değil, insanların sosyal ve kültürel yaşamlarını sürdürebilecekleri yeni kentsel çevrelerin oluşturulmasını da gerektirmektedir.

Antakya üzerine 2025 yılında yayımlanan bir araştırma, deprem sonrası yeniden yapılanma sürecinde kültürel kimliğin ve yer duygusunun önemine dikkat çekmektedir. Çalışma, kentin yeniden yapılanmasının yalnızca fiziksel çevrenin onarılması olarak değerlendirilmemesi gerektiğini ortaya koymaktadır (Tezer, 2025).

Bu bağlamda peyzaj mimarları için önemli görevlerden biri, yeni oluşturulacak açık alanların geçmişle gelecek arasında bir bağlantı kurmasını sağlamaktır. Peyzaj tasarım çalışmalarında aidiyet duygusunun yanı sıra afet sonrası peyzaj tasarımında dikkat edilmesi gereken kriterler Tablo 1'de verilmektedir.

Tablo 1. Peyzaj tasarımında dikkat edilmesi kriterler

Tasarım kriteri	**Afet sonrası işlevi**
Erişilebilirlik	İnsanların alana hızlı ulaşmasını sağlar
Güvenlik	İkincil risklerin azaltılmasına katkı sağlar
Çok işlevlilik	Alanın farklı afet aşamalarında kullanılmasını sağlar
Yeşil altyapı bağlantısı	Kentsel ekolojik sürekliliği destekler
Açık alan büyüklüğü	Toplanma ve geçici kullanım kapasitesini etkiler
Su kaynakları	Yaşam ve acil ihtiyaçlar açısından önemlidir
Gölgeleme	Sıcak hava koşullarında konfor sağlar
Bitkisel tasarım	Ekolojik, estetik ve mikroklimatik katkı sağlar
Aydınlatma	Gece güvenliğini destekler
Sosyal donatılar	Toplumsal etkileşimi güçlendirir
Kültürel unsurlar	Kent kimliği ve aidiyet duygusunu destekler
Esnek tasarım	Normal ve afet dönemlerinde farklı kullanımlara olanak sağlar

Kriterler ve afet sonrası işlevlerin düzenlenmesi, afet dirençli peyzaj tasarımı için öneri model geliştirilmiştir (Şekil 2).

Şekil 2. Afet dirençli peyzaj tasarım modeli

9. Sonuç

Afet sonrasında kentlerin yeniden yaşanabilir hale getirilmesi, yalnızca hasar gören yapıların yeniden yapılmasıyla mümkün değildir. İnsanların gündelik yaşamlarını sürdürebilecekleri, sosyalleşebilecekleri, dinlenebilecekleri ve kendilerini güvende hissedebilecekleri açık alanlara da ihtiyaç vardır.

Bu açıdan peyzaj tasarımı, afet sonrası iyileşme sürecinin tamamlayıcı bir unsuru olmaktan öte**,** kentsel dayanıklılığın temel bileşenlerinden biri olarak değerlendirilmelidir.

İyi planlanmış bir park, afet sonrasında insanların toplanabileceği güvenli bir alan olabilir. Bir yeşil koridor, farklı kentsel bölgeler arasında bağlantı sağlayabilir. Bir meydan, yardım ve sosyal dayanışma alanına dönüşebilir. Bir anma parkı ise toplumun yaşadığı travmayı hatırlaması ve kentle yeniden bağ kurması açısından anlam taşıyabilir.

Dolayısıyla afet sonrası peyzaj tasarımında temel yaklaşım, yalnızca "hasar gören alanı yeniden düzenlemek" olmamalıdır. Asıl hedef; güvenli, erişilebilir, ekolojik açıdan sürdürülebilir, sosyal açıdan kapsayıcı ve kent kimliğini destekleyen yaşam alanları oluşturmak olmalıdır**.**

Türkiye'deki son deprem deneyimleri de bu yaklaşımın önemini göstermektedir. Özellikle yeniden yapılanan kentlerde peyzaj tasarımının yapılaşma sürecinin son aşamasında ele alınması yerine, planlama sürecinin başlangıcından itibaren değerlendirilmesi daha bütüncül bir kentsel iyileşme sağlayabilir. Türkiye'deki Uşak örneğinde yapılan güncel bir çalışma da kent parklarının afet sonrası geçici yerleşim açısından CBS ve çok kriterli değerlendirme yöntemleriyle analiz edilebileceğini göstermektedir.

Sonuç olarak afetlere dirençli kent, yalnızca sağlam yapılardan oluşan kent değildir; güvenli açık alanları, güçlü yeşil altyapısı, erişilebilir sosyal mekânları ve toplumun kentle kurduğu bağı koruyabilen kenttir.

KAYNAKÇA

Bayra,A.E. 2021. Earthquake and Law in the Context of Correcting the Deficiencies in Japanese Legislation After the 'Great East Japan Earthquake'. Marmara Üniversitesi Hukuk Fakültesi Hukuk Araştırmaları Dergisi, vol.27, no.2, pp.1191-1206, 2021

Danış, D. 2024. Şubat 2023 Depremleri Sonrası Toplumsal Eşitsizlikler ve Göç Örüntüleri. Reflektif Journal of Social Sciences, 2024, Vol. 5(2), 517-534

Erol, A.M. 2025. Dirençli Kentler: Mekânsal Planlama ve Ulaşım. Doğ Afet Çev Derg, 2025; 11(1): 354–365, DOI: 10.21324/dacd.1517221

Kef, E. (2026). "Üçüncü Yer Olarak Mekân Oluşturmada İnsan Ölçeğinde Mahalleler", Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi, 21(1), 85 – 104. https://doi.org/10.17153/oguiibf.1593812

Özlemiş, Ş., Eren, T.2024. Afet Sonrası Kullanılacak Geçici Barınma Alanlarının Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri Kullanılarak Seçilmesi Üzerine Bir Uygulama. Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi (UMAGD), (2024) 16(2), 860-879.

Tezer, S.T.2025. Antakya'da Kırılganlığın İnşası: 6 Şubat ve 20 Şubat Depremleri. Reflektif Journal of Social Sciences, 2025, Vol. 6(1). 119-147.

Uzunali A. ve Acar C. (2023). Peyzaj mimarlığında estetik ve estetiğin sayısallaştırılması; karşılaştırılmalı bir yöntem önerisi PAUD- Peyzaj Uygulamaları ve Araştırmaları Dergisi, Sayı:5(2),2023 , s.32-41

XERİSCAPE PEYZAJ TASARIMLARINDA YAPAY BİTKİLERİN KULLANIMININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Prof., Gülden SANDAL ERZURUMLU

Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, ekoloji, bitkisel tasarım, gpeyzaj@gmail.com, ORCID 0000-0001-9664-2902

Özet

Küresel ısınmanın etkisi ile sıcaklığın artması, iklim olaylarının (kuraklık, şiddetli yağış ve sıcak hava vb.) değişkenlik göstermesi, bitkilerin gelişiminde zorluklar yaratmaktadır. İklim değişikliği, azalan yağışlar, artan su ihtiyacı kentsel açık ve yeşil alanların sürdürülebilir planlanması ve tasarlanmasında daha seçici ve özen gerektirmektedir. Özellikle kurak ve yarı kurak iklime sahip bölgelerde, peyzaj tasarım çalışmalarında kullanılan canlı bitki türlerinde ve çeşitlerinde azalmalar gözlemlenmektedir. Bu nedenle, son yıllarda kurakçıl peyzaj tasarımlarına yönelik çalışmalar önem kazanmıştır. Çalışma kapsamında literatür taraması yapılmış, kuraklığa dayanıklı türler belirlenmiş, ekolojik özellikleri değerlendirilmiştir. Kurakçıl bitkilerin türleri, estetik değerleri, ekolojik sürdürülebilirlik bakımından incelenmiştir.

Bu çalışmada, xeriscape peyzaj tasarımlarında yapay bitki kullanımının çevresel ve ekolojik açıdan ortaya çıkarabileceği olumsuzlukların değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Bu kapsamda yapay bitkilerin üretiminde kullanılan plastik ve sentetik malzemeler, üretim ve kullanım süreçlerinin çevresel etkileri, kullanım ömrü sonunda oluşabilecek atıklar ve geri dönüşüm olanakları ele alınmaktadır. Bunun yanında, yapay bitkilerin canlı bitkilerden farklı olarak biyolojik çeşitliliğe, habitat oluşumuna ve ekosistem hizmetlerine katkı sağlamaması da değerlendirme kapsamında ele alınmaktadır.

Xeriscape uygulamalarında temel hedeflerden biri su tüketimini azaltmak olsa da sürdürülebilir bir peyzajın yalnızca kullanılan su miktarı üzerinden değerlendirilmesinin yeterli olmadığı düşünülmektedir. Canlı bitkiler; karbon tutma, toz ve hava kirleticilerinin azaltılmasına katkı sağlama, mikroklimayı düzenleme ve farklı canlılara yaşam alanı oluşturma gibi birçok ekolojik işlev üstlenmektedir. Yapay bitkiler ise bu işlevlerin önemli bir bölümünü yerine getirememektedir. Bu nedenle su tasarrufu sağlarken aynı zamanda ekolojik işlevleri koruyabilmek için kuraklığa dayanıklı ve bölgenin iklim koşullarına uyum sağlayan canlı bitki türlerinin öncelikli olarak değerlendirilmesi önem taşımaktadır.

Sonuç olarak, xeriscape peyzaj tasarımlarında yapay bitki kullanımının değerlendirilmesinde yalnızca sulama gereksiniminin ortadan kaldırılması değil, malzemenin üretiminden kullanım ömrünün sonuna kadar oluşturabileceği çevresel etkilerin de dikkate alınması gerekmektedir. Kuraklıkla mücadele eden kentlerde peyzaj tasarımlarının; su tasarrufunun yanı sıra biyolojik çeşitliliği, ekolojik işlevleri ve doğal kaynakların korunmasını destekleyecek şekilde planlanması, daha bütüncül ve uzun vadeli bir sürdürülebilirlik yaklaşımı sağlayabilir.

Anahtar Kelimeler: Xeriscape, Kuraklık, Yapay bitki, Bitkisel Tasarım, Ekoloji

EVALUATION OF THE USE OF ARTIFICIAL PLANTS IN XERISCAPE LANDSCAPE DESIGNS

Prof., Gülden SANDAL ERZURUMLU

Niğde Ömer Halisdemir University, Faculty of Architecture, Department of Landscape Architecture, ecology, planting design, gpeyzaj@gmail.com, ORCID 0000-0001-9664-2902

Abstract

Rising temperatures due to global warming and the increased variability of climatic events (such as droughts, heavy rainfall, and heatwaves) create challenges for plant development. Climate change, coupled with declining precipitation and rising water demands, necessitates greater selectivity and care in the sustainable planning and design of urban open and green spaces. A reduction in the variety and range of live plant species used in landscape design is particularly evident in regions with arid and semi-arid climates. Consequently, efforts focused on xeriscape designs have gained importance in recent years. Within the scope of this study, a literature review was conducted to identify drought-resistant species and evaluate their ecological characteristics; these plants were examined in terms of species diversity, aesthetic value, and ecological sustainability.

This study aims to evaluate the potential environmental and ecological drawbacks associated with the use of artificial plants in xeriscape landscape designs. In this context, the plastic and synthetic materials used in the production of artificial plants, the environmental impacts of their production and usage processes, the waste generated at the end of their service life, and recycling possibilities are examined. Furthermore, the fact that artificial plants—unlike living plants—do not contribute to biodiversity, habitat formation, or ecosystem services is also taken into account in this assessment.

Although reducing water consumption is a primary objective in xeriscape applications, it is considered insufficient to evaluate a sustainable landscape solely based on the volume of water used. Living plants perform numerous ecological functions, such as carbon sequestration, the reduction of dust and air pollutants, microclimate regulation, and the creation of habitats for various organisms. Artificial plants, however, fail to fulfill a significant portion of these functions. Therefore, to conserve water while simultaneously maintaining ecological functions, it is crucial to prioritize the use of drought-resistant living plant species that are adapted to the region's climatic conditions.

In conclusion, evaluating the use of artificial plants in xeriscape landscape designs requires considering not only the elimination of irrigation needs but also the environmental impacts associated with the material from production through to the end of its service life. In cities facing drought, planning landscape designs to support biodiversity, ecological functions, and the conservation of natural resources—alongside water conservation—can foster a more holistic and long-term approach to sustainability.

Keywords: Xeriscape, Drought, Artificial plant, Planting design, Ecology

GİRİŞ

Dünya üzerindeki suyun yaklaşık %97,5'i okyanuslarda ve denizlerde bulunan tuzlu sudan oluşmaktadır. Geriye kalan %2,5'lik tatlı su ise büyük ölçüde kutup bölgelerinde veya derin jeolojik katmanlarda yeraltı suyu olarak depolanmıştır. Sonuç olarak; göllerde, rezervuarlarda ve nehirlerde bulunan erişilebilir temiz su kaynakları, küresel su kaynaklarının %2,5'ini oluşturan Dünya'daki toplam tatlı su potansiyelinin yalnızca yaklaşık %0,1'ini meydana getirmektedir (Konca ve ark., 2026).

Kentlerde nüfusun artması, yapılaşmanın yoğunlaşması ve iklim değişikliğinin etkilerinin belirginleşmesiyle birlikte su kaynakları üzerindeki baskı giderek artmaktadır. Özellikle kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde peyzaj alanlarının sulama ihtiyacı, kentsel su tüketiminin önemli bileşenlerinden biri haline gelebilmektedir. Bu durum peyzaj mimarlığında daha az su tüketen, iklim koşullarına uyum sağlayabilen ve bakım ihtiyacı düşük tasarım yaklaşımlarının önem kazanmasına neden olmuştur.

Bu yaklaşımlardan biri olan xeriscape, peyzaj tasarımında suyun daha etkin kullanılmasını amaçlayan bir tasarım anlayışıdır. Xeriscape yaklaşımında temel amaç yalnızca daha az su kullanmak değildir. Doğru bitki seçimi, toprak özelliklerinin iyileştirilmesi, yağmur suyunun değerlendirilmesi, uygun sulama yöntemlerinin kullanılması, malç uygulaması ve bakım gereksiniminin azaltılması birlikte ele alınmaktadır. Güncel bir Türkiye çalışmasında Ankara'nın yarı kurak koşullarında xeriscape yaklaşımının uygulanmasıyla önemli miktarda sulama suyu tasarrufu sağlanabileceği ortaya konulmuştur (Metin ve Koçan, 2020).

Türkiye'de de kurakçıl peyzaj yaklaşımına yönelik çalışmalar giderek artmaktadır. Özellikle doğal ve kuraklığa dayanıklı bitkilerin kullanılması; sulama, bakım ve gübreleme gereksiniminin azaltılması ve yerel biyolojik çeşitliliğin desteklenmesi açısından önemli görülmektedir.

Ancak uygulamada su kullanımını azaltma amacıyla doğal bitkilerin yerine tamamen yapay bitkilerin kullanılması farklı bir tartışmayı gündeme getirmektedir. İlk bakışta yapay bitkiler oldukça cazip bir çözüm gibi görünmektedir. Sulama gerektirmezler, kuraklık nedeniyle kurumazlar, yıl boyunca benzer bir görünüm sergilerler ve düzenli budama veya gübreleme gerektirmezler. Özellikle yoğun bakım gerektiren ticari alanlarda bu özellikler ekonomik ve işlevsel avantaj sağlayabilir. Bununla birlikte, bir peyzaj alanının sürdürülebilirliğini yalnızca ne kadar su kullandığı üzerinden değerlendirmek yeterli değildir.

Doğal bir bitkinin suya ihtiyaç duyması, onun çevre açısından olumsuz olduğu anlamına gelmez. Aksine doğru tür seçildiğinde doğal bitkiler; karbon tutma, oksijen üretimi, toz ve partikül tutma, gölgeleme, mikroklima oluşturma, toprak koruma ve canlılara habitat sağlama gibi çok sayıda ekosistem hizmeti sunmaktadır.

Buna karşılık plastik esaslı yapay bitkiler bu biyolojik işlevleri yerine getiremez. Üstelik kullanım ömrü sonunda ortaya çıkan plastik atıkların yönetimi ayrı bir çevresel sorun oluşturmaktadır. Bu nedenle xeriscape tasarımlarında yapay bitkilerin kullanımını yalnızca “su tasarrufu” açısından değerlendirmek yerine, yaşam döngüsü ve ekosistem hizmetleri perspektifinden ele almak gerekmektedir.

Bu çalışmanın amacı, xeriscape peyzaj tasarımlarında yapay bitkilerin kullanımını çevresel, ekolojik, estetik ve işlevsel açıdan değerlendirmek ve yapay bitkilerin hangi koşullarda kullanılabileceğine ilişkin bir değerlendirme çerçevesi oluşturmaktır. İklim değişikliği, kuraklık ve kullanılabilir su kaynakları üzerindeki baskının artması, kentsel peyzaj tasarımlarında suyun daha dikkatli kullanılmasını zorunlu hale getirmiştir. Bu süreçte az su tüketen bitkilerin kullanıldığı ve sulama ihtiyacının azaltılmasını amaçlayan xeriscape (kurakçıl peyzaj) yaklaşımı önem kazanmıştır. Xeriscape tasarımının temelinde kuraklığa dayanıklı ve bölgenin ekolojik koşullarına uyum sağlayabilen bitkilerin kullanılması, toprak ve su yönetiminin iyileştirilmesi, uygun malçlama ve etkin sulama teknikleri yer almaktadır. Bu nedenle kurakçıl peyzaj yaklaşımının yalnızca “su kullanmayan peyzaj” olarak değil, doğal kaynakları korumayı amaçlayan bütüncül bir tasarım anlayışı olarak değerlendirilmesi gerekmektedir.

Son yıllarda özellikle su ve bakım gereksinimini tamamen ortadan kaldırdığı düşüncesiyle yapay bitkiler gibi sentetik peyzaj elemanlarının kullanımı bazı tasarım uygulamalarında tercih edilmeye başlanmıştır. Ancak yapay bitkilerin su tüketiminin düşük olması, tek başına sürdürülebilir olduğu anlamına gelmemektedir. Plastik esaslı yapay bitkilerin üretimi, kullanım ömrü, atık yönetimi ve bertaraf süreçleri çevresel etkiler açısından değerlendirilmelidir. Özellikle sentetik çim üzerine yapılan araştırmalar, plastik liflerin çevreye taşınabildiğini ve mikroplastik kirliliğine katkıda bulunabildiğini göstermektedir. Benzer şekilde plastik esaslı dekoratif yapay bitkilerde polietilen, polipropilen ve polyester gibi sentetik malzemelerin kullanıldığı belirlenmiştir.

Bu çalışmada xeriscape peyzaj tasarımlarında yapay bitkilerin kullanımının su tüketimi, bakım gereksinimi, estetik süreklilik, biyolojik çeşitlilik, ekolojik işlev, plastik atık ve yaşam döngüsü açısından değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Çalışma literatür taramasına dayalı nitel bir araştırma olarak gerçekleştirilmiştir. Değerlendirme sonucunda yapay bitkilerin su ve bakım gereksinimini azaltması açısından bazı pratik avantajlara sahip olmakla birlikte, doğal bitkilerin sağladığı habitat, karbon tutma, toz tutma, mikroklima düzenleme ve ekosistem hizmetlerini sağlayamadığı görülmektedir. Bu nedenle yapay bitkilerin xeriscape tasarımında doğal bitkilerin doğrudan alternatifi olarak değil, kullanım alanı sınırlandırılmış dekoratif veya özel amaçlı bir tasarım elemanı olarak değerlendirilmesi gerekmektedir.

1. MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışma, literatür taramasına dayalı nitel değerlendirme araştırması olarak gerçekleştirilmiştir. Araştırma kapsamında xeriscape, kurakçıl peyzaj, su tasarrufu, doğal bitki kullanımı, yapay bitkiler, yapay çim, plastik kirliliği, mikroplastikler, biyolojik çeşitlilik ve sürdürülebilir peyzaj konularındaki bilimsel çalışmalar değerlendirilmiştir. Literatür özellikle son yıllarda yayımlanan çalışmalar üzerinden incelenmiş, gerektiğinde konuya temel oluşturan daha eski çalışmalar da değerlendirmeye alınmıştır.

Değerlendirme Modeli

Çalışmada doğal ve yapay bitkilerin karşılaştırılması için aşağıdaki değerlendirme modeli oluşturulmuştur (Şekil 1).

Bu modelde yapay bitkiler yalnızca su tüketimi açısından değil, bütüncül bir çevresel değerlendirme içerisinde ele alınmıştır.

Xeriscape (kurakçıl peyzaj), iklime uygun peyzaj düzenlemesi konusunda en köklü yaklaşımlardan biridir. Bu yöntem, bitki örtüsünün tamamen ortadan kaldırılmasıyla eşanlamlı değildir; aksine; dinlence, gölge, yaşam alanı ve görsel kalite gibi peyzaj işlevlerinin, gerçekçi su kısıtlamaları çerçevesinde sunulmasını amaçlayan bütüncül bir yaklaşımdır. Suya duyarlı kent (WSC) gündemlerinde xeriscape uygulamaları; sulama ihtiyacının azaltılmasını daha geniş kapsamlı hidrolojik performans hedefleriyle ilişkilendirecek şekilde, giderek artan bir biçimde doğa temelli yağmur suyu stratejileri ve alternatif su kaynaklarıyla birlikte ele alınmaktadır (Green, Solins, Brissette ve Benning, 2024, Yavuz, E.E.N.,).

2. BULGULAR

Xeriscape yaklaşımının temel amacı suyu azaltmak değil, suyu etkin kullanmaktır. Xeriscape çoğu zaman “susuz peyzaj” olarak tanımlansa da bu yaklaşımın temel amacı, az su ile bitki gelişiminin sürekliliğini sağlamaktır. Bu nedenle xeriscape tasarımında; kuraklığa dayanıklı, doğal, su tüketimi az, kuraklığa dayanıklı yer örtücü bitkilerle

oluşturulmuş bitkilerden oluşmaktadır. Kentlerde peyzaj tasarımlarda ekolojinin sürekliliği için yapay bitki değil, kuraklığa dayanıklı bitkilerle oluşturulmuş alanlara ihtiyaç duyulmaktadır.

Yapay bitkilerin suya ihtiyaç duymaması nedeni ile kullanım alanı artış göstermektedir. Yapay bitkiler, özellikle kapalı mekanlarda ve suyun ya da su alt yapısının olmadığı alanlarda daha çok tercih edilmektedir. Fakat yapay bitki yapımında kullanılan hammaddeler, kullanım sonrası ortaya çıkan atıklar çevremizde olumsuz etki yaratmaktadır. Yapay bitkilerin kullanıldığı alanlarda tozlanması, zamanla renklerinde açılmalar veya zamanla aşınma dökülme ve kırılma gibi deformasyonlar oluşabilir. Bu durum belirle zamanlarda bitkilerde yenileme gereksinimleri, ekolojide olumsuz etki oluşturma ve maliyette artışa neden olabilir.

Yapay bitkilerin çevresel açıdan en önemli sorunlarından biri kullanılan malzemelerdir. Plastik esaslı dekoratif bitkilerde polietilen (PE), polipropilen (PP) ve polyester (PET) gibi sentetik polimerlerin kullanıldığı belirlenmiştir (Turner, A. vd. (2023). Bu malzemelerin kullanım ömrü sona erdiğinde ürünlerin nasıl yönetileceği önemli hale gelmektedir.

Ekolojik açıdan değerlendirildiğinde doğal bitkiler, oksijen üretmesi, karbon, toz ve partikülleri tutması, bitki artıkları ile toprağı mineral bakımından zenginleştirmesi, evapotranspirasyon yoluyla mikroklimayı etkilemesi, diğer canlılar için habitat oluşturması, biyoçeşitlilik sağlamaktadır. Doğal bitkilerin ekolojik katkılarından ötürü yapay bitkilerin doğal bitkilerin yerini alması kabul edilemez (Şekil 2).

.

Şekil 2. Modern Xeriscape peyzaj tasarımı

Xeriscape tasarımların önemli avantajlarından biri, doğal bitki seçimi yapıldığında, doğal ekosistemle uyumlu habitatlar oluşturabilmesidir. Doğal bitkilerin kullanılması uygun alanlar; kent parkları, meydanlar, refüjler, rekreasyon alanları, millet bahçeleri, hastane ve okul bahçeleri vb. alanlardır.

2025 yılında yayımlanan bir Türkiye derlemesinde de xeriscape uygulamalarında doğal ve kuraklığa dayanıklı bitkilerin kullanımının sulama ve bakım ihtiyacını azaltmanın yanı sıra yerel biyolojik çeşitliliğin desteklenmesine katkı sağlayabileceği belirtilmektedir (Anonim, 2025).

Özetle, yapay bitki ilk seçenek olarak değil, alanın özel koşulları gerektirdiğinde değerlendirilebilecek tamamlayıcı bir unsur olarak ele alınmaktadır.

3. ÖNERİLER

Yapay bitkilerle oluşturulan tasarım yerine Xeriscape peyzaj tasarımının uygulanması için aşağıda verilen önerilerden,

1. Yapay bitki yerine doğal bitkilerle Xeriscape öncelikli olmalıdır,
2. Doğal bitkilerin sürekliliği sağlanabilir,
3. Doğal bitkiler yerine yapay bitkiler düşünülmemelidir,
4. Yerel flora ile uyumlu bitki türlerinin kullanılması, su ve bakım gereksinimini azaltırken biyolojik çeşitliliğin desteklenmesine katkı sağlayabilir.
5. Peyzaj tasarım çalışmalarında yapay bitkilendirmenin açık alanlarda plastik kullanımının sınırlandırılması tercih edilmelidir,
6. Yapay bitkiler sadece geçici alanlar için düşünülmelidir,
   Oluşmaktadır.

4. SONUÇ

Küresel ısınma, artan nüfus ve sıcaklık, su kaynaklarının azalması peyzaj tasarım alanlarını ve kullanılacak bitki türlerinin kısıtlamaktadır. Bu süreçte, kurak ya da yarı kurak alanlarda Xeriscape tasarımlara verilen önem artmıştır.

Yapay bitkiler ise su ve bakım gereksiniminin çok düşük olması nedeniyle ilk bakışta xeriscape tasarımının bir alternatifi olarak düşünülebilmektedir. Ancak yapılan literatür değerlendirmesi, konunun yalnızca su tüketimi üzerinden değerlendirilmesinin eksik kalacağını göstermektedir. Yapay bitkiler ise bu biyolojik süreçleri gerçekleştirememektedir. Ayrıca plastik esaslı yapay bitkilerin üretiminde kullanılan sentetik polimerler, kullanım ömrü sonunda ortaya çıkabilecek plastik atıklar ve ürünlerin yaşam döngüsü çevresel sürdürülebilirlik açısından dikkate alınmalıdır.

Doğal ve kuraklığa dayanıklı bitkiler doğru seçildiğinde yalnızca estetik bir görünüm sağlamamakta; aynı zamanda ekojiye ve diğer ekosistem hizmetlerine katkıda bulunmaktadır.

Sürdürülebilir bir kurakçıl peyzajın temelini; alanın iklimine uygun bitki seçimi, doğal veya bölgeye uyumlu türlerin kullanılması, suyun etkin yönetimi, toprağın korunması, biyolojik çeşitliliğin desteklenmesi ve bakım gereksiniminin azaltılması oluşturmalıdır.

Sonuç olarak xeriscape tasarımında hedef yalnızca daha az su kullanan bir peyzaj oluşturmak değil, aynı zamanda daha az kaynak tüketen, ekolojik işlevlerini sürdüren ve gelecek kuşaklar açısından daha az çevresel yük oluşturan bir peyzaj oluşturmaktır.

KAYNAKLAR

1. Green, J. C., Solins, J. P., Brissette, F. P. ve Benning, T. M. (2024). Shifting currents: A synthesis of urban water management and green infrastructure to inform planning at multiple scales. Journal of Urban Ecology, 10(1), juae003. https://dx.doi.org/10.1093/jue/juae003
2. Konca, M., Ahmad, S., Apaydin, H. 2026. Sustainable Urban Green Spaces: A Comparative Water-Saving Analysis of Xeriscaping in Ankara, Turkiye. Water 2026, 18, 1362
3. Metin, Z., Koçan, N. 2020. Ankara Etimesgut Yıldırım Beyazıt Parkı Örneğinde Kurakçıl Peyzaj Tasarım Uygulaması. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 11(Ek Sayı 1): 313-323 (2020)
4. Turner, A. vd. (2023). *Chemical characteristics of artificial plastic plants and the presence of hazardous elements from the recycling of electrical and electronic waste*. *Science of the Total Environment*.
5. Yavuz, E.E.N., 2025. Kurakçıl Peyzaj Yaklaşımının Sürdürülebilir Su Yönetimi Bağlamında Değerlendirilmesi. Ecological Perspective. E-ISSN: 2792-0062. 27-43 Sayfa
6. Anonim, 2025. Peyzaj Kavramları: Stratejik Dönüşüm ve Ekolojik Zorunluluk. Plant https://www.plantdergisi.com (Alıntı Tarihi: 04.09.2026)

FROM USER BEHAVIOUR TO SUSTAINABLE CAMPUSES: EVALUATING SPATIAL UTILISATION EFFICIENCY IN EDUCATIONAL BUILDINGS

Research Assistant, Beyza ÇİLLİ[1]

[1] Zonguldak Bülent Ecevit University, Architecture and Design Faculty, Architecture Department, beyzacilli@hotmail.com, 0000-0002-1743-752X

Abstract

Sustainability on university campuses is commonly addressed through energy consumption, carbon emissions, and environmental performance. However, the efficient use of existing building stock in response to actual user needs also represents an important aspect of campus resource management. This study aims to identify key indicators describing user behaviour and actual space use in educational buildings and to conceptually evaluate their potential contribution to sustainable campus management. The study adopts a literature-based conceptual research and thematic synthesis approach. Relevant studies were examined through three research streams, spatial utilisation efficiency, the relationship between occupancy and energy, and adaptive campus planning. The synthesis identified six key indicators: location, headcount, density, frequency of use, duration of use, and activity. Spatial-use information derived from these indicators was subsequently associated with three decision domains: spatial efficiency, resource and energy efficiency, and adaptive campus planning. The main outcome of the study is a conceptual decision framework describing how user behaviour data can be transformed into spatial-use indicators, spatial performance diagnoses, and potential decision areas for sustainable campus management. The proposed approach provides a basis for evaluating existing campus spaces according to actual patterns of use and for supporting evidence-based space management strategies. Rather than introducing a new occupancy measurement or energy modelling method, the framework integrates different types of user and space-use information within a common sustainability-oriented decision structure.

Keywords: sustainable campus, spatial utilisation efficiency, user behaviour, educational buildings, space management.

KULLANICI DAVRANIŞINDAN SÜRDÜRÜLEBİLİR KAMPÜSLERE: EĞİTİM BİNALARINDA MEKANSAL KULLANIM VERİMLİLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Araştırma Görevlisi, Beyza ÇİLLİ[1]

[1] Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Mimarlık Bölümü, beyzacilli@hotmail.com, 0000-0002-1743-752X

Özet

Üniversite kampüslerinde sürdürülebilirlik çoğunlukla enerji tüketimi, karbon emisyonları ve çevresel performans üzerinden ele alınmaktadır. Bununla birlikte, mevcut yapı stokunun gerçek kullanıcı gereksinimleri doğrultusunda etkin kullanılması da kampüs kaynaklarının yönetimi açısından önem taşımaktadır. Bu çalışmanın amacı, eğitim yapılarındaki kullanıcı davranışı ve gerçek mekân kullanımını tanımlayan temel göstergeleri belirlemek ve bu göstergelerin sürdürülebilir kampüs yönetimine sağlayabileceği katkıları kavramsal olarak değerlendirmektir. Çalışma, literatür temelli kavramsal araştırma ve tematik sentez yaklaşımıyla gerçekleştirilmiştir. İlgili çalışmalar mekânsal kullanım verimliliği, doluluk ve enerji ilişkisi ile uyarlanabilir kampüs planlaması olmak üzere üç araştırma ekseni üzerinden incelenmiştir. Yapılan değerlendirme sonucunda konum, kullanıcı sayısı, yoğunluk, kullanım sıklığı, kullanım süresi ve aktivite olmak üzere altı temel gösterge belirlenmiştir. Bu göstergelerden elde edilebilecek mekânsal kullanım bilgileri; mekânsal verimlilik, kaynak ve enerji verimliliği ve uyarlanabilir kampüs planlaması olmak üzere üç karar alanıyla ilişkilendirilmiştir. Çalışmanın temel çıktısı, kullanıcı davranışına ilişkin verilerin mekânsal kullanım göstergelerine, mekânsal performans tanılarına ve sürdürülebilir kampüs yönetimine yönelik potansiyel karar alanlarına dönüştürülmesini açıklayan kavramsal bir karar çerçevesidir. Önerilen yaklaşımın, mevcut kampüs mekânlarının gerçek kullanım örüntüleri doğrultusunda değerlendirilmesine ve kanıta dayalı mekân yönetimi stratejilerinin geliştirilmesine katkı sağlayabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: sürdürülebilir kampüs, mekânsal kullanım verimliliği, kullanıcı davranışı, eğitim yapıları, mekân yönetimi.

INTRODUCTION

Sustainability in university campuses has increasingly become an important research area, not only in terms of environmental performance but also with regard to the effective management of campus resources. Studies on sustainable campus operations indicate that issues such as energy use, carbon neutrality, waste management, environmental management, and the circular economy have received considerable attention in the literature (Oliveira & Proença, 2025). Although these approaches are essential for reducing the environmental impacts of campuses, the extent to which the existing building stock is actually used represents another relevant dimension in assessing resource efficiency.

In educational buildings, discrepancies may occur between planned capacity and actual patterns of use. Li, Zhao, and Xue (2026) demonstrated that mismatches between static spatial supply and fluctuating user demand in higher education buildings can affect space-use efficiency. Similarly, long-term space-use measurements conducted by Valks et al. (2021) at the TU Delft campus showed that data on frequency of use and occupancy rates can support both short- and long-term spatial decision-making. These findings suggest that campus management should consider not only the designed capacity of a space but also how that space is used in practice.

The relevance of actual user and occupancy data extends beyond spatial efficiency. Park and Kim (2025) examined space-use behaviour in university campuses in relation to energy consumption and showed that effective space utilisation is associated with the management of heating and cooling energy. Den Heijer and Arkesteijn (2024) further emphasised the importance of aligning static spatial supply with changing demand in the planning of future university campuses and argued that evidence-based space management can support more sustainable campus decisions. Furthermore, creating sustainable indoor environments in educational facilities requires a comprehensive approach that balances energy conservation with optimal thermal comfort and air quality, factors that directly influence the cognitive performance and productivity of the users. In addition to efficient space management, integrating adaptable architectural strategies that respond dynamically to environmental conditions is also essential for minimizing overall energy consumption and enhancing long-term building sustainability (Çolak and Ayçam, 2026). Taken together, these studies indicate that empirical space-use data can help establish a stronger connection between spatial planning, building operations, and resource management.

This study aims to identify the key indicators that describe user behaviour and actual space use in educational buildings and to conceptually assess their potential roles in sustainable campus management. Within this framework, indicators including location, number of users, density, frequency of use, duration of use, and activity are associated with three main dimensions: spatial efficiency, resource and energy efficiency, and adaptive campus planning. The main contribution of the study is to integrate actual-use and behavioural data, which have often been examined separately in previous research, within a unified decision-making framework for sustainable campus management.

1. THEORETICAL FRAMEWORK

1.1. Spatial Use Efficiency in Educational Buildings

Spatial-use efficiency concerns the extent to which the existing building stock corresponds to actual user demand and observed patterns of use. In university buildings, course schedules and designed capacities provide important information about intended space use; however, actual occupancy may differ substantially from planned use. Sutjarittham et al. (2019) showed that monitoring real classroom occupancy through sensor-based systems can contribute to more effective room allocation. Azizi et al. (2020), in turn, developed indicators for measuring space utilisation in academic buildings by combining occupancy and reservation data, demonstrating that such information can support the identification of interventions aimed at improving space-use efficiency.

Frequency of use and occupancy rate are among the key indicators used to assess spatial performance. Valks et al. (2021) examined the utilisation of university teaching spaces through these measures and showed that the resulting evidence can inform both short- and long-term campus space-management decisions. From this perspective, designed capacity or scheduled use alone may not adequately represent actual spatial performance. A more comprehensive assessment can be achieved by considering planned and observed use together. This distinction between intended and actual use in educational buildings is conceptually illustrated in Figure 1.

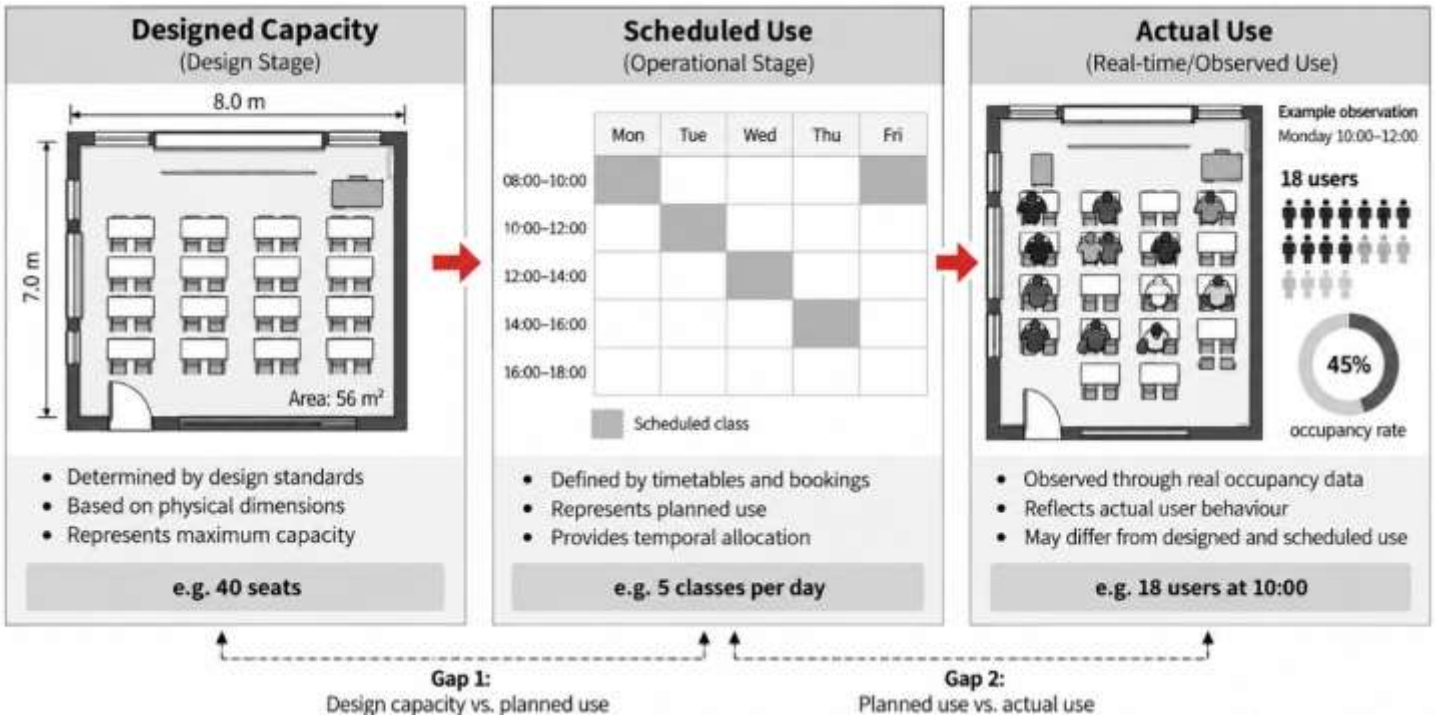


Figure 1. The relationship between designed capacity, programmed use, and actual use in educational facilities.

1.2. User Behavior and Spatial Usage Indicators

Understanding actual space use requires more than simply determining whether a space is occupied. The number of users, their location and spatial distribution, duration of use, density, and activities performed within the space provide complementary information on different dimensions of use patterns. Jens and Gregg (2021) examined user count, location, spatial distribution, and duration of use together in university learning environments. Brennan et al. (2018), meanwhile, related classroom occupancy to teaching formats and educational activities, showing that actual-use data can contribute to a more detailed assessment of how spaces function in practice.

Based on the measures identified in the literature, this study focuses on six key indicators of user behaviour and space use: location, user count, density, frequency of use, duration of use, and activity. The main dimensions of space use represented by these indicators are summarised in Table 1.

Table 1. User and space usage indicators considered in educational buildings.

Indicator	Information Represented	Spatial-Use Interpretation
Location	The area occupied by the user	Spatial distribution of use
User count (Headcount)	Number of users within a given area	Actual occupancy
Density	Number of users per unit area or relative to capacity	Intensity of use
Frequency of use	How often the space is used within a given time period	Continuity of use
Duration of use	Time spent within the space	Temporal use
Activity	Activity performed within the space	Relationship between designed function and actual use

Rather than representing isolated data points, these indicators can be considered collectively to develop a more comprehensive profile of space use, capturing where, to what extent, how often, for how long, and for what purposes a space is used.

1.3. The Role of Space Use Data in Sustainable Campus Management

Data on space use can inform not only the management of physical space but also decisions related to building operations. Franco and Leccese (2020) demonstrated that real-time occupancy information in educational buildings can be used to support the energy-efficient operation of HVAC and ventilation systems. Park and Kim (2025) similarly examined space-use behaviour together with heating and cooling energy consumption on university campuses, highlighting the relevance of actual space use for energy management.

At the campus scale, matching changing user demand with the existing physical environment becomes increasingly important. Den Heijer and Arkesteijn (2024) proposed an evidence-based approach to future university campus planning based on aligning relatively fixed spatial supply with fluctuating demand. In this context, actual-use data can support decision-making by helping to identify underused or overused spaces, reassess space allocation, and adapt the existing building stock to changing needs.

Drawing on these relationships identified in the literature, this study considers the contribution of space-use data to sustainable campus management under three main dimensions: spatial efficiency, resource and energy efficiency, and adaptive campus planning. The conceptual relationship between these three dimensions and actual space-use data is presented in Figure 2.

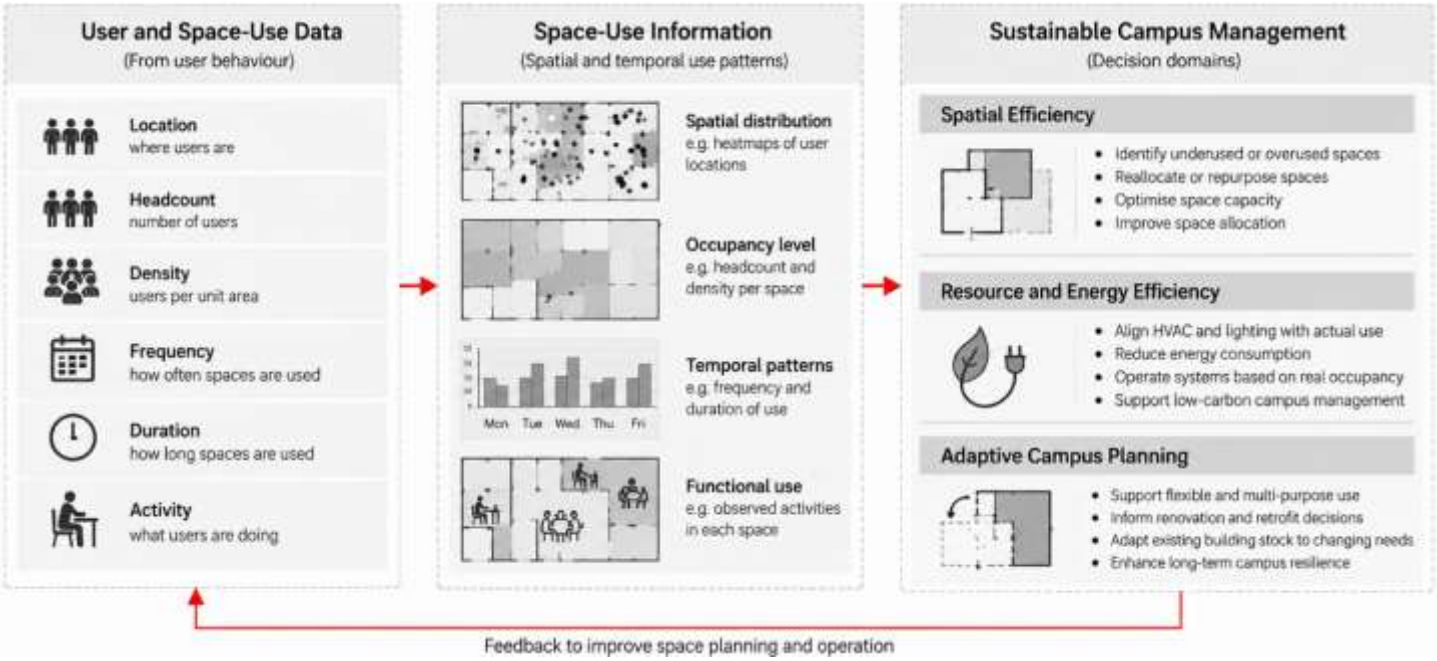


Figure 2. Conceptual relationship between real-world space usage data and sustainable campus management.

2. METHOD

2.1. Research Design

This study was designed as a literature-based conceptual investigation of the potential role of actual user behaviour and space-use data in the sustainable management of educational campuses. No empirical data were collected. Instead, findings from existing studies were thematically examined and synthesised to develop a conceptual decision-making framework. The research process was conducted in four main stages: identifying the relevant literature, thematically classifying the selected studies, extracting key space-use indicators, and synthesising the relationships between these indicators and sustainable campus management decisions (Figure 3).

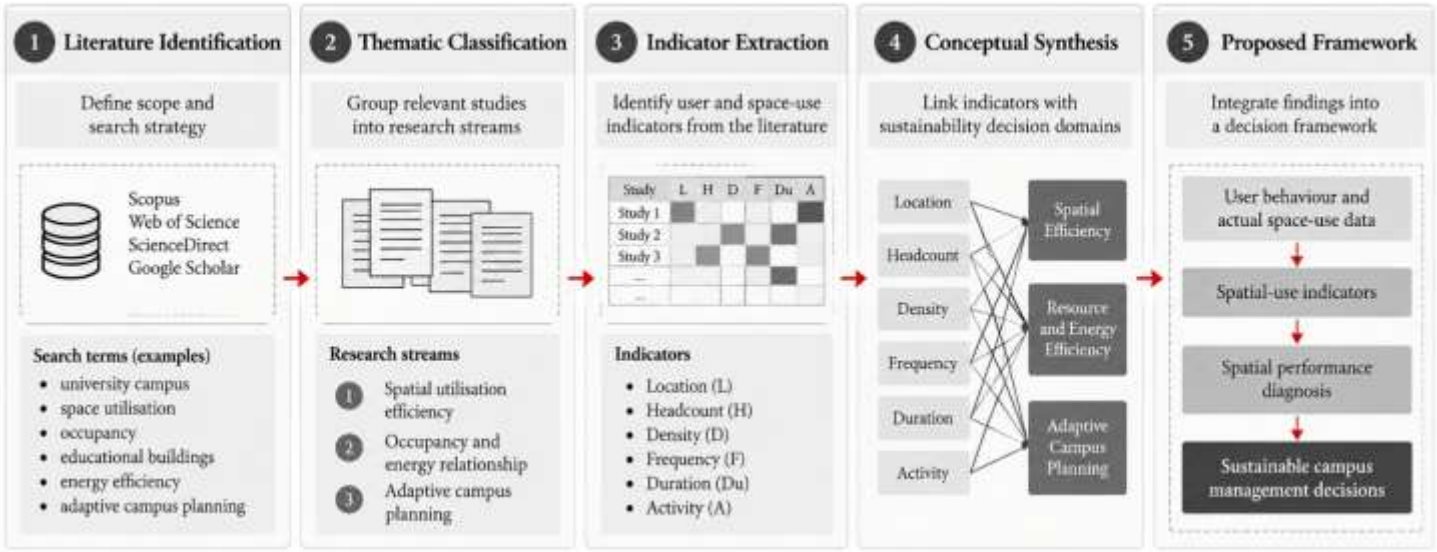


Figure 3. Literature review and conceptual synthesis process of the study.

2.2. Literature Review

The literature review was conducted across three main research domains aligned with the aims of the study: spatial-use efficiency, the relationship between occupancy and energy use, and adaptive campus planning. Targeted combinations of keywords were used to identify relevant peer-reviewed academic studies. The search domains and the main topics included within the scope of the review are presented in Table 2.

Table 2. Thematic research axes used in the literature review.

Research Domain	Main Search Terms	Key Topics Examined
Spatial-use efficiency	university campus, space utilisation, occupancy, educational buildings	Occupancy, frequency of use, actual space use, space allocation
Resource and energy efficiency	occupancy, energy efficiency, university buildings, educational buildings	Occupancy-based building operation, HVAC, energy use
Adaptive campus planning	university campus, adaptive space planning, flexible spaces, existing building stock	Balance between spatial supply and demand, reuse, spatial adaptation

The review specifically included studies addressing actual space use, occupancy patterns, user behaviour, building operations, or campus space management in university and higher education settings. Rather than aiming to provide a comprehensive bibliometric or systematic review of the literature, the study focused on identifying and comparing research that could directly inform the development of the proposed conceptual framework.

2.3. Analysis and Conceptual Synthesis

The selected studies were examined in terms of the types of space-use data they provided, the spatial conditions represented by these data, and the management decisions they could potentially support. By comparing the indicators used across the literature, six key measures were identified and consolidated: location, user count, density, frequency of use, duration of use, and activity.

In the second stage, the potential contributions of the information derived from these indicators to sustainable campus management were evaluated. Based on this assessment, the relevant decision areas were classified into three dimensions: spatial efficiency, resource and energy efficiency, and adaptive campus planning. In the final stage, the relationship between key user-behaviour data, spatial diagnosis, and management decisions was integrated to form the conceptual decision-making framework proposed in this study.

3. FINDINGS

3.1. User and Space Usage Indicators

Comparison of the findings identified in the literature highlighted six key indicators for assessing actual space use in educational buildings: location, user count, density, frequency of use, duration of use, and activity. When considered together, these indicators provide insight not only into the extent to which spaces are used, but also into how use is distributed throughout the building, when periods of more intensive use occur, and how actual use corresponds to the functions for which spaces were originally designed.

Table 3 classifies the primary user-related data considered in this study and the spatial-use information that can be derived from them.

Table 3. Spatial usage information derived from user data.

Basic Indicator	Derived Use Information	Condition Assessed
Location	Spatial distribution	Distribution of use within the building
User count	Occupancy	Actual level of occupancy
Density	Intensity of use	Relationship between users and available space
Frequency of use	Use frequency	How often the space is used
Duration of use	Temporal use	How long the space is used
Activity	Functional correspondence	Relationship between intended function and actual use

Based on this classification, a more comprehensive profile of spatial-use performance can be obtained by considering multiple behavioural and temporal indicators together rather than relying on a single measure.

3.2. The Relationship Between Spatial Use Data and Sustainability Dimensions

The indicators identified in this study were associated with three main decision areas in sustainable campus management: spatial efficiency, resource and energy efficiency, and adaptive campus planning. This mapping showed that the same type of space-use data may inform different categories of management decisions.

For example, low frequency of use combined with low occupancy may indicate that a space has greater capacity than current demand requires, whereas use concentrated within specific time periods may point to a need for temporal adjustments in building operations and energy systems. Similarly, a mismatch between intended function and observed activity may suggest opportunities for reprogramming the space or reconsidering it for multifunctional use. The relationships between the identified indicators and the three decision areas of sustainable campus management are comparatively illustrated in Figure 4.

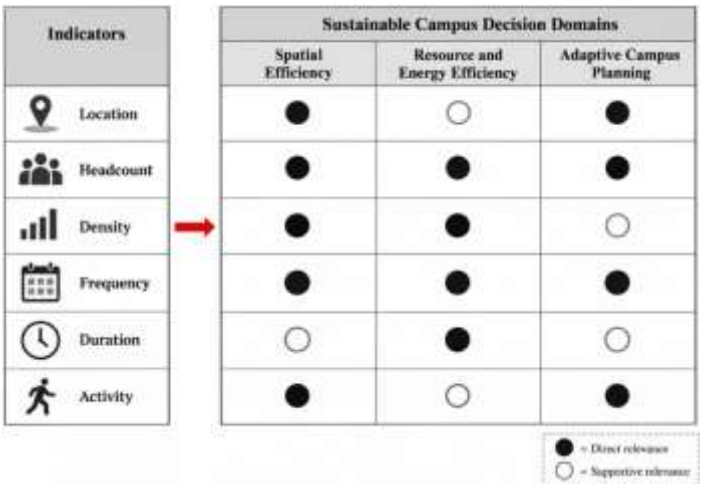


Figure 4. Matching user and space usage indicators with sustainable campus decision areas.

3.3. Spatial Identification and Management Decisions

The combined assessment of user and space-use data enables the identification of different patterns and problems associated with campus spaces. The main spatial diagnoses identified in this study and the potential management decisions corresponding to them are presented in Table 4.

Table 4. Spatial use diagnoses and potential management decisions.

Spatial Diagnosis	Potential Management Decision	Related Dimension
Low frequency of use	Reallocation of the space or shared use	Spatial efficiency
Low occupancy	Reassessment of space capacity in relation to demand	Spatial efficiency
Excessive density	Redistribution of use to alternative spaces	Spatial efficiency
Low use during specific time periods	Adjustment of building operation and system schedules	Resource and energy efficiency
Mismatch between function and actual use	Reprogramming or multifunctional use	Adaptive campus planning
Persistently low use	Consideration of reuse or spatial downsizing options	Adaptive campus planning

The decisions presented in Table 4 are not intended as prescriptive solutions to be directly implemented, but rather as potential areas of intervention that may be considered in response to the spatial conditions revealed by space-use data.

3.4. Proposed Decision Framework from User Behavior to Sustainable Campus

The main outcome of this study is a conceptual framework that explains how raw data on user behaviour can be transformed into decision-relevant information for sustainable campus management. In the proposed model, the process begins with the collection of user and actual space-use data. These data are then translated into spatial-use indicators, which are used to identify patterns of spatial performance and, in the final stage, linked to relevant management decisions.

The process is structured into four main stages:

1. User behaviour and actual-use data
2. Spatial-use indicators
3. Spatial performance diagnosis
4. Sustainable campus management decisions

The proposed integrated framework is illustrated in Figure 5.

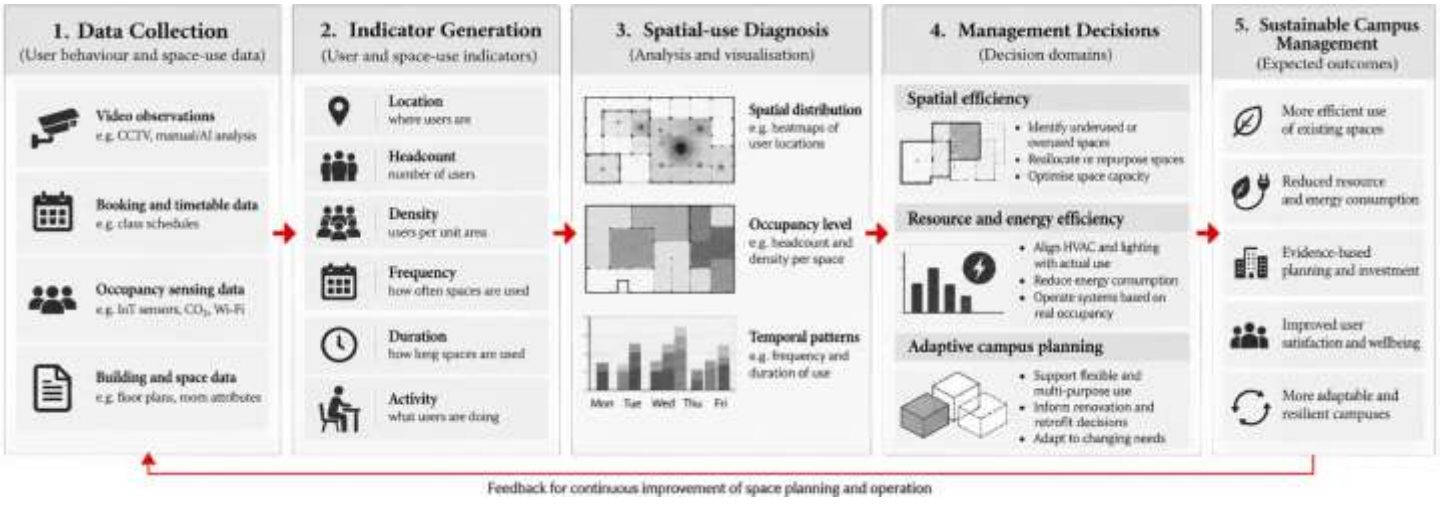


Figure 5. Proposed conceptual decision framework for sustainable campus management based on user behavior.

The main purpose of the approach proposed in Figure 5 is to move beyond using user-behaviour data merely to describe existing patterns of use and to link such data with decision-making processes concerning space reallocation, adjustment of operational schedules, support for multifunctional use, and adaptation of the existing building stock to changing needs.

4. CONCLUSION, DISCUSSION AND RECOMMENDATIONS

This study conceptually examined how data on user behaviour and actual space use in educational buildings can be interpreted within the context of sustainable campus management. Based on the findings derived from the literature, six key indicators were identified: location, user count, density, frequency of use, duration of use, and activity. These indicators were then associated with three main decision areas: spatial efficiency, resource and energy efficiency, and adaptive campus planning.

The resulting synthesis suggests that actual-use data can serve purposes beyond describing the current condition of campus spaces. Such data may also support the identification of underused or overused areas, reveal mismatches between capacity and actual use, inform the adjustment of operational schedules according to real occupancy patterns, and contribute to adapting the existing building stock to changing needs. This interpretation is consistent with the findings of Valks et al. (2021), who highlighted the relevance of space-use studies for strategic campus decision-making; with Park and Kim (2025), who demonstrated the relationship between space use and energy management; and with the approach proposed by Den Heijer and Arkesteijn (2024), which emphasises the alignment of spatial supply with changing demand.

The main contribution of the study is the integration of user behaviour, occupancy, space use, and campus management data—often addressed separately in previous research—within a single conceptual decision chain. In the proposed framework, raw user-behaviour data are first transformed into spatial-use indicators, then interpreted as spatial performance diagnoses, and finally linked to potential decision areas for sustainable campus management. From this perspective, sustainability is addressed not only through the technical and environmental performance of buildings, but also through the extent to which existing spatial resources are evaluated and managed in accordance with actual patterns of use.

Nevertheless, the study is conceptual in nature, and the proposed framework has not yet been empirically tested in a real campus setting. In addition, potential changes in energy consumption were not quantified, and no weighting or prioritisation was applied to the identified indicators. Future research should therefore test the framework in different educational buildings using actual user data and explore the integration of information obtained through sensors, direct observation, video analysis, or building management systems. Such applications could provide more concrete evidence for transforming user-behaviour-based spatial data into campus-scale decision-support systems.

REFERENCES

Altinkaya Genel, Ö., den Heijer, A. C., & Arkesteijn, M. H. (2025). Continuous briefing for the future university campus: An evidence-based approach to match spatial supply and demand. Property Management, 43(1), 58–81. DOI: 10.1108/PM-12-2022-0093.

Azizi, S., Nair, G., Rabiee, R., & Olofsson, T. (2020). Application of Internet of Things in academic buildings for space use efficiency using occupancy and booking data. Building and Environment, 186, 107355. DOI: 10.1016/j.buildenv.2020.107355.

Brennan, A., Peace, C., & Munguia, P. (2018). Classroom size, activity and attendance: Scaling up drivers of learning space occupation. In Proceedings of the 8th International Conference on Learning Analytics and Knowledge (LAK '18) (pp. 255–259). Association for Computing Machinery. DOI: 10.1145/3170358.3170401.

Çolak, B. B., & Ayçam, İ. (2026). Indoor Air Environment Problems and Quality Criteria in Educational Buildings. Gazi University Journal of Science Part B: Art Humanities Design and Planning, 14(1), 65-77. https://izlik.org/JA66MR22AP

Franco, A., & Leccese, F. (2020). Measurement of CO_2 concentration for occupancy estimation in educational buildings with energy efficiency purposes. Journal of Building Engineering, 32, 101714. DOI: 10.1016/j.jobe.2020.101714.

Jens, K., & Gregg, J. S. (2021). The impact on human behaviour in shared building spaces as a result of COVID-19 restrictions. Building Research & Information, 49(8), 827–841. DOI: 10.1080/09613218.2021.1926217.

Li, J., Zhao, W., & Xue, M. (2026). An empirical study on assessing classroom space utilization efficiency in higher education institutions: Indicators, methodological advances, and a comprehensive analytical framework—A case study of the Zhengxin Building at Harbin Institute of Technology. Buildings, 16(10), 1929. DOI: 10.3390/buildings16101929.

Oliveira, M. C., & Proença, J. (2025). Sustainable campus operations in higher education institutions: A systematic literature review. Sustainability, 17(2), 607. DOI: 10.3390/su17020607.

Park, D. Y., & Kim, M. J. (2025). A low-carbon smart campus created by the strategic usage of space—A case study of Korea University. Buildings, 15(12), 1972. DOI: 10.3390/buildings15121972.

Sutjarittham, T., Gharakheili, H. H., Kanhere, S. S., & Sivaraman, V. (2019). Experiences with IoT and AI in a smart campus for optimizing classroom usage. IEEE Internet of Things Journal, 6(5), 7595–7607. DOI: 10.1109/JIOT.2019.2902410.

Valks, B., Blokland, E., Elissen, C., van Loon, I., Roozemond, D., Uiterdijk, P., Arkesteijn, M., Koutamanis, A., & den Heijer, A. (2021). Supporting strategic decision-making on the future campus with space utilisation studies: A case study. Property Management, 39(4), 441–465. DOI: 10.1108/PM-09-2020-0054.

ŞANLIURFA MÜZESİ'NDEKİ CAM UNGUENTARİUMLAR: TİPOLOJİK, KRONOLOJİK VE İŞLEVSEL BİR DEĞERLENDİRME[1]

Prof. Dr., Fevziye EKER 1/ Uzman Sanat Tarihçisi, Serap ZENCİRKIRAN 2

1 Ordu Üniversitesi, Sanat Tarihi Bölümü, Batı Sanatı ve Çağdaş Sanat Anabilim Dalı, fevziyeeker@odu.edu.tr, 0000-0001-5891-0793

2 Uzman Sanat Tarihçisi, serapzencirkiran@gmail.com, 0009-0000-9899-0759

Özet

Cam, Antik Çağ'dan günümüze kadar geçen süreçte, özellikle erken dönemlerden itibaren insanların çeşitli ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla üretilmiş ve kullanılmış bir malzeme olmuştur. İlerleyen dönemlerde ise cam üretiminin çeşitlenmesiyle birlikte, camın gündelik yaşamın farklı alanlarında ihtiyaçları karşılamak ve günlük hayatı kolaylaştırmak amacıyla yaygın olarak kullanıldığı bilinmektedir. Antik Çağ'da cam eserler; ilaç, kozmetik ve içki kapları ile servis kapları gibi çeşitli işlevlere yönelik olarak üretilmiş ve farklı formlarda kullanılmıştır. Cam eserlerin form çeşitliliğinde, özellikle MÖ 1. yüzyılda üfleme tekniğinin kullanılmaya başlanmasıyla birlikte belirgin bir artış meydana gelmiştir. Serbest üfleme tekniğinin ortaya çıkmasıyla üretimin daha geniş bir kullanım alanına ulaşması sonucunda cam, toplumun farklı kesimleri tarafından kullanılan ve gündelik yaşam içerisinde yer edinen bir malzeme hâline gelmiştir. Şanlıurfa Müzesi koleksiyonunda bulunan cam eserlerden 43 unguentarium, araştırmanın temel inceleme materyalini oluşturmaktadır. Söz konusu eserler üzerinde gerçekleştirilecek inceleme ve değerlendirmeler aracılığıyla, Antik Dönem'de cam malzemenin kullanım alanları ve işlevleri hakkında bilgi sunulması amaçlanmaktadır. Müze koleksiyonunda yer alan eserler, satın alma yoluyla koleksiyona kazandırılmış olup günümüze sağlam durumda ulaşmıştır. Farklı ve çeşitli form özellikleri gösteren eserlerin genel olarak Roma Dönemi'ne tarihlendirildiği görülmektedir. İncelenen eserler form özellikleri doğrultusunda gruplandırılmış ve kendi içerisinde farklı tiplere ayrılmıştır. Araştırma kapsamında, unguentariumların kullanım amaçları, form özelliklerine göre dağılımları ve dönemsel olarak gösterdikleri değişimler ele alınacaktır. Bunun yanı sıra, Şanlıurfa Müzesi koleksiyonunda yer alan cam eserler üzerinden gerçekleştirilecek değerlendirmeler doğrultusunda, Antik Dönem'de cam malzemenin kullanım amaçları ve farklı kullanım alanları hakkında bilgi ortaya konulacaktır.

Anahtar Kelimeler: Şanlıurfa Müzesi, Cam, Roma, Serbest Üfleme, Unguentarium.

[1] Bu çalışmada, Ordu Üniversitesi'nce finansal destek verilen B-2313 kodlu BAP Projesinin verilerinden yararlanılmıştır.

GLASS UNGUENTARIA IN THE ŞANLIURFA MUSEUM: A TYPOLOGICAL, CHRONOLOGICAL, AND FUNCTIONAL ASSESSMENT

Prof. Dr., Fevziye EKER 1/ Expert in Art History, Serap ZENCİRKIRAN 2

1 Ordu University, Department of Art History, Division of Western Art and Contemporary Art, fevziyeeker@odu.edu.tr, 0000-0001-5891-0793

2 Expert in Art History, serapzencirkiran@gmail.com, 0009-0000-9899-0759

Abstract

From Ancient times to the present day, glass has been a material produced and used to meet people's various needs, particularly from the earliest periods onward. In later periods, with the diversification of glass production, it is known that glass was widely used in different areas of daily life to meet various needs and facilitate everyday life. In Ancient, glass objects were produced for various functions, such as containers for medicines, cosmetics, and beverages, as well as serving vessels, and were used in different forms. A significant increase in the diversity of forms of glass objects occurred, particularly with the introduction of the glassblowing technique in the 1st century BC. With the emergence of the free-blowing technique, which enabled production to reach a wider range of uses, glass became a material used by different segments of society and incorporated into everyday life. Among the glass objects in the collection of the Şanlıurfa Museum, 43 unguentaria constitute the primary material of examination in this research. Through the examination and evaluation of these objects, the study aims to provide information about the areas of use and functions of glass materials in Ancient. The objects in the museum collection were acquired through purchase and have survived to the present day in a well-preserved condition. The objects, which display different and diverse formal characteristics, are generally dated to the Roman Period. The examined objects were grouped according to their formal characteristics and further divided into different types within these groups. Within the scope of the research, the intended uses of the unguentaria, their distribution according to their formal characteristics, and the changes they underwent over different periods will be examined. In addition, through evaluations based on the glass objects in the Şanlıurfa Museum collection, information will be provided regarding the purposes for which glass materials were used and their different areas of use in Ancient.

Keywords: Şanlıurfa Muesum, Glass, Rome, Free Blowing, Unguentarium.

1. GİRİŞ

Cam, antik dönemlerden günümüze kadar farklı amaçlarla kullanılan önemli malzemelerden biri olmuştur. İlk dönemlerde daha çok süslenme ihtiyacına yönelik olarak üretilen cam, zaman içerisinde geliştirilen üretim teknikleri ve artan kullanım alanlarıyla gündelik yaşamın çeşitli ihtiyaçlarını karşılayan bir malzeme hâline gelmiştir. Üretiminin ilk dönemlerinde daha çok seçkin ve varlıklı kesimin kullanımına sunulan lüks bir malzeme niteliğindeki cam, yeni üretim tekniklerinin geliştirilmesiyle birlikte daha geniş bir kullanıcı kitlesine ulaşmıştır. Bu doğrultuda cam; süs eşyası, mobilya aksamı, farklı formlarda sofra kapları, tıp alanında ilaç kapları, kozmetik alanında parfüm şişeleri, aydınlatma amacıyla kullanılan kandiller ve pencere camları gibi çeşitli işlevlerde kullanılmıştır. Bu çalışma kapsamında, Şanlıurfa Müzesi envanterinde yer alan ve daha önce çalışmaya dâhil edilmemiş eserler ile 2018 yılı sonrasında müze koleksiyonuna kazandırılan eserler arasından toplam 43 adet cam unguentarium incelenmiştir. Çalışmaya konu olan eserler üzerinden gerçekleştirilen inceleme ve değerlendirmeler doğrultusunda, antik dönemde cam malzemenin kullanım alanları ve unguentariumların biçimsel özellikleri hakkında tespitlerde bulunulmuştur. Şanlıurfa Müzesi envanterinde yer alan cam eserlerin, Doğu Akdeniz etkili bir cam üretim geleneğiyle ilişkili olduğu düşünülmektedir. Eserlerin üretim yerlerine ilişkin kesin veriler bulunmamakla birlikte, Şanlıurfa'nın köklü tarihî geçmişi ve bölgedeki kültürel etkileşimler, bu coğrafyada cam üretiminin gerçekleştirilmiş olabileceği ihtimalini düşündürmektedir.

Çalışmaya konu olan cam eserlerin tamamı satın alma yoluyla müze koleksiyonuna kazandırılmıştır. Farklı form ve bezeme özellikleri gösteren eserlerin serbest üfleme ve kalıba üfleme teknikleriyle üretildiği tespit edilmiştir. Eserler; form, bezeme ve dönem özellikleri dikkate alınarak farklı gruplar altında değerlendirilmiş, ardından kendi içerisinde tiplere ayrılarak unguentarium formlarındaki çeşitlilik ve biçimsel gelişimin ortaya konulması amaçlanmıştır.

2. AMAÇ

Cam, antik dönemlerden günümüze kadar sevilerek ve yoğun bir şekilde kullanılan önemli malzemelerden biridir. Yapılan arkeolojik kazılarda cam malzemeye seramik kadar yoğun biçimde rastlanması, farklı dönemlerde yaygın olarak kullanıldığını göstermektedir. Malzemenin bu denli yaygın olmasına rağmen, özellikle müzelerde korunan cam eserler üzerine yapılan çalışmaların son dönemlerde artmaya başladığı görülmektedir. Kadim bir geçmişe sahip olan ve tarih boyunca birçok kültürü bünyesinde barındıran Şanlıurfa'da gerçekleştirilen bu çalışma ile Şanlıurfa Müzesi'nde yer alan ve daha önceki çalışmalara konu olmamış bir grup cam eserin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda cam malzemenin kullanım amaçları ele alınarak, eserlerin yakın bölgelerde bulunan benzer örnekleriyle karşılaştırılması, benzer ve farklı yönlerinin ortaya konulması ve yapım teknikleri ile bezeme özellikleri dikkate alınarak tarihlendirilmesi hedeflenmiştir. İlk kullanımından itibaren insan ihtiyaçlarının karşılanmasında önemli bir yere sahip olan cam; süslenme, kozmetik, tıp, günlük yaşam, mimari ve aydınlatma gibi birçok farklı alanda kullanılmıştır. Bu çalışma kapsamında da Şanlıurfa Müzesi'nde korunan cam eserlerin kullanım alanlarının ortaya konulması, cam malzemenin antik dönemdeki yeri ve öneminin değerlendirilmesi ve elde edilen veriler doğrultusunda Şanlıurfa ve çevresinin cam üretimi ile cam üretiminde etkili olan bölgelerle olan ilişkilerine yönelik değerlendirmelerde bulunulması amaçlanmıştır.

3. YÖNTEM

Şanlıurfa Müzesi'nde korunan cam unguentariumların fotoğrafları, envanter bilgileri ve bilgisayar ortamında hazırlanan çizimleri üzerinden incelenmiş; eserler tipolojik özelliklerine göre gruplandırılmıştır. Çalışma kapsamında 6 adet tüp biçimli, 4 adet şamdan biçimli, 1 adet makara biçimli, 22 adet konik gövdeli, 6 adet oval gövdeli, 2 adet soğan gövdeli, 1 adet armudi ve küresel gövdeli olmak üzere toplam 43 adet unguentarium incelenmiştir. Eserler, kronolojik ve tipolojik açıdan değerlendirilerek katalog çalışması kapsamında ayrıntılı biçimde ele alınmıştır. Katalogda eserlerin müze envanter bilgileri, formu, ölçüleri, rengi, kullanım amacı, yapım tekniği ve varsa bezeme özelliklerine yer verilmiş; benzer örneklerin bulunduğu kaynaklar değerlendirilerek

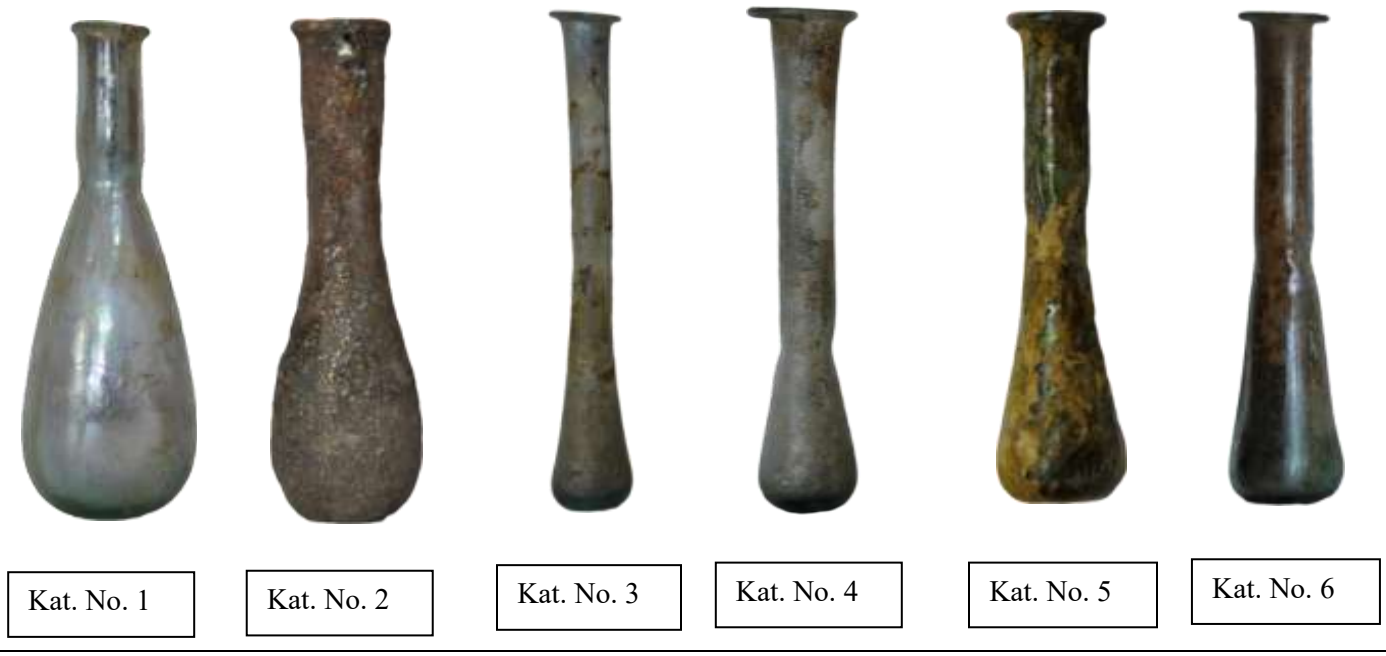
eserlerin tarihlendirilmesine yönelik tespitler yapılmıştır. Eserlerin satın alma yoluyla müzeye kazandırılmış olması nedeniyle buluntu yerleri ve tabakalarına ilişkin herhangi bir bilgiye ulaşılamamıştır. Bu nedenle eserlerin tarihlendirilmesinde daha önce yapılan çalışmaların yanı sıra form, üretim tekniği ve bezeme özellikleri dikkate alınarak karşılaştırmalı analiz yöntemi kullanılmıştır.

4. ŞANLIURFA MÜZESİ'NDEKİ UNGUENTARİUMLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Unguentarium kelimesi, Latince "unguent" sözcüğünden türetilmiş olup kokulu bitkilerden sağlık amacıyla elde edilen krem ve sıvı ürünlerin konulduğu kapları ifade eder (Aydın Tavukçu ve Tavli, 2022, s. 572; Doğan, 2022, s. 150). Bu kaplar antik dönemde *lacrima* ve *balsamaria* gibi farklı adlarla anılmış olmakla birlikte, antik dönemde hangi adlandırmaların kullanıldığı kesin olarak bilinmemektedir. Günümüzde ise genel olarak koku kabı niteliğinde değerlendirilmektedir (Kaya ve Temür, 2021, s. 143). Unguentarium teriminin arkeolojik literatüre 20. yüzyılda Fransız arkeologlar tarafından kazandırıldığı belirtilmektedir (Tavukçu ve Tavli, 2022, s. 572). İlk örnekleri pişmiş topraktan üretilen unguentariumların camdan örnekleri MÖ 1. yüzyılın ikinci yarısından itibaren görülmeye başlamış ve özellikle üfleme tekniğinin gelişmesiyle seri üretime uygun hâle gelmiştir. Camın kokulu yağ ve merhemleri emmemesi ve geçirgen olmaması, bu malzemenin söz konusu ürünlerin muhafazasında tercih edilmesini sağlamıştır (Eker, 2023, s. 156). Erken Hellenistik Dönem'den Geç Antik Dönem'e kadar çeşitli merkezlerde, özellikle mezar hediyesi olarak ele geçen unguentariumlar; kozmetik ürünlerin yanı sıra renklendirici, merhem, ilaç, bal, sirke ve sıvı baharat gibi farklı maddelerin muhafazasında da kullanılmıştır (Soslu, 2022, s. 163). Cam unguentariumlarda dışa çekilip yeniden içe katlanarak oluşturulan ağız kenarı, bazı örneklerde akıtmalık bulunması ve boyun-gövde geçişindeki sıkma izleri ortak biçimsel özellikler arasında değerlendirilmektedir. Erken dönemlerde tüp biçimli örneklerin daha yaygın olduğu, ilerleyen dönemlerde ise boynun uzadığı ve gövde yüksekliğinin azaldığı görülmektedir. Bu değişimin, değerli sıvıların kontrollü biçimde kullanılmasına yönelik işlevsel bir tercih olduğu düşünülmektedir. Şanlıurfa Müzesi'nde daha önce kapsamlı olarak çalışılmamış 43 adet unguentariumun incelendiği bu çalışmada eserler; tüp biçimli, küresel gövdeli, konik gövdeli, armudi gövdeli, oval gövdeli, soğan gövdeli, şamdan gövdeli ve makara biçimli olmak üzere toplam sekiz alt tipe ayrılarak değerlendirilmiştir.

4.1. Tüp Biçimli Unguentarium (Tip I)

Serbest üfleme tekniğinde yapılarak aletle şekillendirilen tüp biçimli unguentariumlar silindirik boyunlu, geniş ağızlı, oval veya düz gövdeli ve düz ya da içe çökük dipli formlar olup farklı sıvı ve kokulu yağların muhafazasında kullanılmıştır (Erten, 1993, s. 132-133). Genellikle serbest üfleme tekniğiyle üretilen bu form, MS 1.-3. yüzyıllar arasında yaygın olarak görülmekte ve Anadolu'da özellikle mezar hediyesi olarak karşımıza çıkmaktadır (Erten, 1993, s. 134). Sağlam eserler bezemesizdir ve yeşildir. Kat. No. 1 ve 6'te yoğun bir korozyon tabakası vardır. Tip I olarak gruplandırılan eserler Kat. No. 1-6'da ayrıntılı olarak incelenen unguentariumlar genel olarak MS 1.-2. yüzyıllara tarihlendirilmektedir. Anadolu ve Roma dünyasındaki benzer örneklerle biçimsel paralellikler göstermektedir (Görsel 1).



Görsel 1. Tüp Biçimli Unguentarium (Kat. No. 1-6)

Katalog No: 1

Envanter No: 11808, **Form-Tip:** Tüp Biçimli Unguentarium- **U Tip Ia, İşlev:** Yağ, Koku Kabı, **Teknik:** Serbest Üfleme, Aletle Şekillendirme, **Renk:** Açık Yeşil, **Yük:** 15.6 cm, **A. Çapı:** 2 cm, **T. Çapı:** 2 cm, **Tanım:** Saydam, ince cidarlı. Dışa çekilip yeniden içe katlanarak düzleştirilmiş ağızda akıtmalık, silindirik boyun, alt bölüme doğru genişleyen tüp biçimli gövdeye geçişte aletle sıkma izi, oval dip, yüzeyde yer yer aşınma, **Benzer Örnekler:** Isıngs 1957, Form 8; Lancel 1967 form 15; Hayes 1975, Fig. 2, no. 623; Atila-Gürler 2009 Kat. No. 40; Soslu 2022, s. 10, kat. no. 416.

Tarih: MS 1. yüzyıl

Katalog No: 2

Envanter No: 11747, **Form-Tip:** Tüp Biçimli Unguentarium- **U Tip Ia, İşlev:** Yağ, Koku Kabı, **Teknik: :** Serbest Üfleme, Aletle Şekillendirme, **Renk:** Açık Yeşil, **Yük:** 12 cm, **A. Çapı:** 2.9 cm, **T. Çapı:** 2 cm, **Tanım:** Saydam ince cidarlı. Dışa çekilip yeniden içe katlanarak düzleştirilmiş ağız, gövdeye doğru genişleyen uzun, silindirik boyun, alta doğru genişleyen tüp biçimli gövdeye geçiş, yüzeyde yoğun matlaşma, **Benzer Örnekler:** Isıngs 1957, Form 8; Lancel 1967, form 15; Hayes 1975, fig.2, no. 623; Atila-Gürler 2009, kat. no. 40.

Tarih: MS 1. yüzyıl

Katalog No: 3

Envanter No: 11897, **Form-Tip:** Tüp Biçimli Unguentarium- **U Tip Ib, İşlev:** Yağ Koku Kabı, **Teknik:** Serbest Üfleme, Aletle Şekillendirme, **Renk:** Açık Yeşil, **Yük:** 13.4 cm, **A. Çapı:** 2 cm, **T. Çapı:** 2 cm, **Tanım:** Saydam, ince cidarlı. Dışa çekilip yeniden içe katlanarak düzleştirilmiş ağızda akıtmalık, gövdeye doğru genişleyen uzun, silindirik boyun, alt bölüme doğru genişleyen tüp biçimli gövdeye geçişte aletle sıkma izi, düz dip, yüzeyde yer yer aşınma, **Benzer Örnekler:** Isings 1957, Form 82B1; Hayes 1975, s. 42, no. 666; Gençler Güray 2011, s. 247, fig.7, no. 1-3.

Tarih: MS 1-2. yüzyıl

Katalog No: 4

Envanter No: 11494, **Form-Tip:** Tüp Biçimli Unguentarium- **U Tip Ib, İşlev:** Yağ Koku Kabı, **Teknik:** Serbest Üfleme, Aletle Şekillendirme, **Renk:** Açık Yeşil, **Yük:** 11.4 cm**, A. Çapı:** 2.1 cm, **T. Çapı:** 1.7 cm, **Tanım:** Saydam ince cidarlı. Dışa çekilip tekrar içe katlanarak düzleştirilmiş ağız, gövdeye doğru hafif genişleyen uzun ve silindirik boyun, alta doğru hafif genişleyen tüp biçimli gövdeye geçişte aletle sıkma izi, düz dip, yoğun habbeli yapı, **Benzer Örnekler: :** Isings 1957, Form 82B1; Cooney 1976, s. 103, no. 1072; Saldern 1980, s. 25, pl. 21, no. 112; Gençler Güray 2011, s. 247, fig.7, no. 1-3.

Tarih: MS 1-2. yüzyıl

Katalog No: 5
Envanter No: 11580, **Form-Tip:** Tüp Biçimli Unguentarium- **U Tip Ib, İşlev:** Yağ Koku Kabı, **Teknik:** Serbest Üfleme, Aletle Şekillendirme, **Renk:** Açık Yeşil, **Yük:** 11 cm**, A. Çapı:** 2.1 cm, **T. Çapı:** 1.8 cm, **Tanım:** Saydam ince cidarlı. Dışa çekilip tekrar içe katlanarak düzleştirilmiş ağız, uzun silindirik boyun, alta doğru genişleyen tüp biçimli gövdeye geçişte aletle sıkma izi, oval dip, yüzeyde yer yer korozyon ve matlaşma, **Benzer Örnekler:** Isings 1957, Form 82B1; Cooney 1976, s. 103, no. 1072; Saldern 1980, s. 25, pl. 21, no. 112; Gençler Güray 2011, s. 247, fig.7, no. 1-3.
Tarih: MS 1-2. yüzyıl

Katalog No: 6

Envanter No: 11895, **Form-Tip:** Tüp Biçimli Unguentarium- **Unguentarium Tip Ib, İşlev:** Yağ, Koku Kabı, **Teknik:** Serbest Üfleme, Aletle Şekillendirme, **Renk:** Açık Yeşil, **Yük:** 9.5 cm, **A. Çapı:** 2,1 cm, **T. Çapı:** 1.1 cm, **Tanım:** Saydam, ince cidarlı. Dışa çekilip yeniden içe katlanıp düzleştirilmiş ağızda akıtmalık, gövdeye doğru hafif genişleyen uzun silindirik boyun, alta doğru genişleyen tüp biçimli gövde geçişinde alet izi, hafif konkav dip, habbeli yapı, yüzeyin belli yerlerinde aşınma, **Benzer Örnekler:** Isings 1957, Form 28b; Hayes 1975, pl. 42, no. 666; Gençler Güray 2011, s. 247, fig.7, no. 1-3.

Tarih: MS. 1. yüzyıl sonları

4.2. Küresel Gövdeli Unguentarium (Tip II)

Dışa çekilip yeniden içe katlanan ve üstten aletle bastırılarak düzleştirilen ağız, kısa silindirik boyun, küresel gövde, gövdeye geçişte aletle sıkma izi ve düz dip özellikleriyle tanımlanır. Isings tarafından Form 26a, Morin-Jean tarafından Form 22, Lencel tarafından ise Form 12 kapsamında değerlendirilen tip, genel olarak MS 1. yüzyıla tarihlendirilmektedir (Isings, 1957, s. 40; Morin-Jean, 1922-23, s. 79; Lancel, 1967, s. 16).**Tip II olarak adlandırdığımız eserler Kat. No. 7** kapsamında değerlendirilmiştir. Yarı saydam ve ince cidarlı olup açık yeşil renktedir. Kısa boynu, küresel gövdesi, düz dip kısmı ve gövdeye geçişte görülen aletle sıkma izi tipin karakteristik özelliklerini yansıtmaktadır (Görsel 2).

Görsel 2. Küresel Gövdeli Unguentarium (Kat. No. 7).

Katalog No: 7

Envanter No: 11201, **Form-Tip:** Küresel Gövdeli Unguentarium- **U Tip II, İşlev:** Yağ, Koku Kabı, **Teknik:** Serbest Üfleme, Aletle Şekillendirme, **Renk:** Açık Yeşil, **Yük:** 8.9 cm**, A. Çapı:** 4.7 cm, **T. Çapı:** 3.7 cm, **Tanım:** Saydam, ince cidarlı. Dışa çekilip yeniden içe katlandıktan sonra üstten aletle bastırılarak düzleştirilmiş ağız, kısa boyun, alta doğru genişleyen küresel gövdeye geçişte aletle sıkma izi, düz dip, habbeli yapının yüzeyinde yer yer aşınma, **Benzer Örnekler:** Isings 1957 Form 26a; Saldem. 1980, s. 23, lev. 6/119; Canav 1985, s. 43, fig. 35; Weinberg 1992, s. 114, no. 78; Lİghtfoot- Arslan 1992, s. 40, no. 7; Özet 1998, s. 57 no. 24 Tip III D; Yurtseven 2006, s. 103 res. 3, Çiz. 1; Lightfoot 2007, s. 146, no. 361; Atila ve Gürler 2009, s. 18-22, kat. no. 4-12.

4.3. Konik Gövdeli Unguentarium (Tip III)

Silindirik boyunlu, dışa çekilip yeniden içe katlanarak düzleştirilmiş ağızlı veya ağız kısmında akıtmalıklı, konik gövdeli ve hafif çöküк dipli formlardır. Saydam ve ince cidarlı olan eserlerde gövdeye geçiş kısmında aletle sıkma izi görülmekte, dip kısmı hafif bastırılmış olup genel olarak açık yeşil ve tonları hâkimdir. Satın alma yoluyla Şanlıurfa Müzesi'ne kazandırılan konik gövdeli unguentariumlar iki tipe ayrılmıştır. Isings tarafından Form 28a, Morin-Jean tarafından ise Form 22 kapsamında değerlendirilen **Tip III (Kat. No. 8-29)**, genel olarak MS 1. yüzyıla tarihlendirilmektedir (Isings, 1957, s. 42; Morin-Jean, 1922-23, s. 27), (Görsel 3-5).

Kat. No. 8 | Kat. No. 9 | Kat. No. 10 | Kat. No. 11

Kat. No. 12 | Kat. No. 13 | Kat. No. 14 | Kat. No. 15

Görsel 3. Konik Gövdeli Unguentarium (Kat. No. 8-15)

Kat. No. 16 | Kat. No. 17 | Kat. No. 18 | Kat. No. 19

Görsel 4. Konik Gövdeli, Unguentarium (Kat. No. 16-23)

Kat. No. 20 | Kat. No. 21 | Kat. No. 22 | Kat. No. 23

Görsel 5. Konik Gövdeli, Unguentarium (Kat. No. 24-29)

Katalog No: 8

Envanter No: 11810, **Form-Tip:** Konik Gövdeli Unguentarium- **U Tip IIIa, İşlev:** Yağ, Koku Kabı, **Teknik:** Serbest Üfleme, Aletle Şekillendirme, **Renk:** Açık Yeşil, **Yük:** 8 cm**, A. Çapı:** 1.8 cm, **T. Çapı:** 2.5 cm, **Tanım:** Saydam, orta kalınlıkta. Dışa çekilip yeniden içe katlanıp yuvarlatılmış ağız, silindirik boyun, konik gövde geçişinde alet izi, hafif bastırılmış dip, habbeli yapı, yüzeyin belli yerlerinde aşınma, **Benzer Örnekler:** Isings 1957, Form 28a; Fıratlı ve Kocabaş 1984, s. 20, kat. no. 55a; Barag 1985, pl. 15, no. 125; Weinberg, 1992 s. 116, no. 79; Gürler 2000, s. 37, no. 27; Israeli 2003, no. 246; Atila-Gürler 2009, s. 36, kat. no. 39; Özarslan 2015, s. 710, res. 2; Soslu 2022, s. 489, kat. no. 83.

Tarih: MS 1. yüzyıl

Katalog No: 9

Envanter No: 11841, **Form-Tip:** Konik Gövdeli Unguentarium- **U Tip IIIa, İşlev:** Yağ, Koku Kabı, **Teknik:** Serbest Üfleme, Aletle Şekillendirme, **Renk:** Açık Yeşil, **Yük:** 9 cm**, A. Çapı:** 2 cm, **T. Çapı:** 2 cm, **Tanım:** Saydam, orta kalınlıkta. Dışa çekilip yeniden içe katlanıp yuvarlatılmış ağız, silindirik boyun, konik gövde geçişinde alet izi, hafif bastırılmış dip, yüzeyin belli yerlerinde aşınma, **Benzer Örnekler:** Isings 1957, Form 28a; Fıratlı ve Kocabaş 1984, s. 20, kat. no. 55a; Barag 1985, pl. 15, no. 125; Weinberg 1992, s. 116, no.79; Gürler 2000, s. 37, no. 27; Israeli 2003, no. 246; Atila-Gürler 2009, s. 36, kat. no. 39; Özarslan 2015, s. 710, res. 2; Soslu 2022, s. 489, kat. no. 83.

Tarih: MS 1. yüzyıl

Katalog No: 10

Envanter No: 11854, **Form-Tip:** Konik Gövdeli Unguentarium- **U Tip IIIa, İşlev:** Yağ, Koku Kabı, **Teknik:** Serbest Üfleme, Aletle Şekillendirme, **Renk:** Açık Yeşil, **Yük:** 8.4 cm**, A. Çapı:** 2.4 cm, **T. Çapı:** 2.2 cm, **Tanım:** Saydam, orta kalınlıkta. Dışa çekilip yeniden içe katlanıp yuvarlatılmış ağız, silindirik boyun, konik gövde geçişinde alet izi, hafif bastırılmış dip, yüzeyin belli yerlerinde aşınma, boyunda yer yer matlaşma tabakası, **Benzer Örnekler:** Isings 1957, Form 28a; Barag 1985, pl. 15, no. 125; Gürler 2000, s. 37, no. 27; Israeli 2003, no. 246; Atila-Gürler 2009, s. 36, kat. no. 39; Özarslan 2015, s. 710, res. 2; Soslu 2022, s. 489, kat. no. 83.

Tarih: MS 1. yüzyıl

Katalog No: 11

Envanter No: 11862, **Form-Tip:** Konik Gövdeli Unguentarium- **U Tip IIIa, İşlev:** Yağ, Koku Kabı, **Teknik:** Serbest Üfleme, Aletle Şekillendirme, **Renk:** Açık Yeşil, **Yük:** 10.5 cm**, A. Çapı:** 2.1 cm, **T. Çapı:** 2.2 cm, **Tanım:** Saydam, ince cidarlı. Dışa çekilip yeniden içe katlanıp yuvarlatılmış ağız, silindirik boyun, konik gövde geçişinde alet izi, hafif bastırılmış dip, boyun kısmında ve dipte matlaşma, **Benzer Örnekler:** Isings 1957, Form 28a; Fıratlı ve Kocabaş 1984, s. 20, kat. no. 55a; Barag 1985, pl. 15, no. 125; Weinberg 1992, s. 116, no.79; Gürler 2000, s. 37, no. 27; Israeli 2003, no. 246; Atila-Gürler 2009, s. 36, kat. no. 39; Özarslan 2015, s. 710, res. 2; Soslu 2022, s. 489, kat. no. 83.

Tarih: MS 1. yüzyıl

Katalog No: 12

Envanter No: 11566, **Form-Tip:** Konik Gövdeli Unguentarium- **U Tip IIIa, İşlev:** Yağ, Koku Kabı, **Teknik:** Serbest Üfleme, Aletle Şekillendirme, **Renk:** Açık Yeşil, **Yük:** 10.2 cm**, A. Çapı:** 2.1 cm, **T. Çapı:** 1 cm, **Tanım:** Saydam, orta cidarlı. Dışa çekilip yeniden içe katlanıp yuvarlatılmış ağız, silindirik boyun, konik gövde geçişinde alet izi, hafif bastırılmış dip, boyun kısmında ve dipte matlaşma, **Benzer Örnekler:** Isings 1957, Form 28a; Fıratlı ve Kocabaş 1984, s. 20, kat. no. 55a; Barag 1985, pl. 15, no. 125; Weinberg 1992, s. 116, no.79; Gürler 2000, s. 37, no. 27; Israeli 2003, no. 246; Atila-Gürler 2009, s. 36, kat. no. 39; Özarslan 2015, s. 710, res. 2; Soslu 2022, s. 489, kat. no. 83.

Tarih: MS 1. yüzyıl

Katalog No: 13

Envanter No: 11585, **Form-Tip:** Konik Gövdeli Unguentarium- **U Tip IIIa, İşlev:** Yağ, Koku Kabı, **Teknik:** Serbest Üfleme, Aletle Şekillendirme, **Renk:** Açık Yeşil, **Yük:** 8 cm**, A. Çapı:** 2 cm, **T. Çapı:** 1 cm, **Tanım:** Saydam, orta cidarlı. Dışa çekilip yeniden içe katlanıp yuvarlatılmış ağız, silindirik boyun, konik gövde geçişinde alet izi, hafif bastırılmış dip, yüzeyin belli yerlerinde matlaşma tabakası, **Benzer Örnekler:** Isings 1957, Form 28a; Fıratlı ve Kocabaş 1984, s. 20, kat. no. 55a; Barag 1985, pl. 15, no. 125; Weinberg 1992, s. 116, no.79; Gürler 2000, s. 37, no. 27; Israeli 2003, no. 246; Atila-Gürler 2009, s. 36, kat. no. 39; Özarslan 2015, s. 710, res. 2; Soslu 2022, s. 489, kat. no. 83.

Tarih: MS 1. yüzyıl

Katalog No: 14

Envanter No: 11559, **Form-Tip:** Konik Gövdeli Unguentarium- **Unguentarium Tip IIIa, İşlev:** Yağ, Koku Kabı, **Teknik:** Serbest Üfleme, Aletle Şekillendirme, **Renk:** Açık Yeşil, **Yük:** 10.9 cm**, A. Çapı:** 2.2 cm, **T. Çapı:** 1 cm, **Tanım:** Saydam, ince cidarlı. Dışa çekilip yeniden içe katlanıp yuvarlatılmış ağız, silindirik boyun, konik gövde geçişinde alet izi, hafif bastırılmış dip, yüzeyin belli yerlerinde aşınma, **Benzer Örnekler:** Isings 1957, Form 28a; Akat, Fıratlı ve Kocabaş 1984, s. 20, no. 55a; Gürler 2000, s. 37, no. 27; Atila ve Gürler 2009, s. 41, kat. no. 50; Emre-Sönmez 2015, s. 745, kat. no. 8; Özarslan 2015, s. 710, res. 2; Soslu 2022, s. 498, kat. no. 92.

Tarih: MS 1. Yüzyıl

Katalog No: 15

Envanter No: 11562, **Form-Tip:** Konik Gövdeli Unguentarium- **Unguentarium Tip IIIa, İşlev:** Yağ, Koku Kabı, **Teknik:** Serbest Üfleme, Aletle Şekillendirme, **Renk:** Açık Yeşil, **Yük:** 10.9 cm**, A. Çapı:** 2.7 cm, **T. Çapı:** 1 cm, **Tanım:** Saydam, ince cidarlı. Dışa çekilip yeniden içe katlanıp yuvarlatılmış ağız, silindirik boyun, konik gövde geçişinde alet izi, hafif bastırılmış dip, yüzeyde yoğun matlaşma tabakası, **Benzer Örnekler:** Isings 1957, Form 28a; Akat, Fıratlı ve Kocabaş 1984, s. 20, no. 55a; Gürler 2000, s. 37, no. 27; Atila ve Gürler 2009, s. 41, kat. no. 50; Emre-Sönmez 2015, s. 745, kat. no. 8; Özarslan 2015, s. 710, res. 2; Soslu 2022, s. 498, kat. no. 92.

Tarih: MS 1. yüzyıl

Katalog No: 16

Envanter No: 11563, **Form-Tip:** Konik Gövdeli Unguentarium- **Unguentarium Tip IIIa, İşlev:** Yağ, Koku Kabı, **Teknik:** Serbest Üfleme, Aletle Şekillendirme, **Renk:** Açık Yeşil, **Yük:** 11 cm**, A. Çapı:** 2 cm, **T. Çapı:** 1 cm, **Tanım:** Saydam, ince cidarlı. Dışa çekilip yeniden içe katlanıp yuvarlatılmış ağızda akıtmalık, silindirik boyun, konik gövde geçişinde alet izi, hafif bastırılmış dip, yüzeyde yoğun matlaşma tabakası, **Benzer Örnekler:** Isings 1957, Form 28a; Akat, Fıratlı ve Kocabaş 1984, s. 20, no. 55a; Gürler 2000, s. 37, no. 27; Atila ve Gürler 2009, s. 41, kat. no. 50; Emre-Sönmez 2015, s. 745, kat. no. 8; Özarslan 2015, s. 710, res. 2; Soslu 2022, s. 498, kat. no. 92.

Tarih: MS 1. yüzyıl

Katalog No: 17

Envanter No: 11564, **Form-Tip:** Konik Gövdeli Unguentarium- **Unguentarium Tip IIIa, İşlev:** Yağ, Koku Kabı, **Teknik:** Serbest Üfleme, Aletle Şekillendirme, **Renk:** Açık Yeşil, **Yük:** 8.9 cm, **A. Çapı:** 2,9 cm, **T. Çapı:** 2 cm, **Tanım:** Saydam, ince cidarlı. Dışa çekilip yeniden içe katlanıp yuvarlatılmış ağız, silindirik boyun, konik gövde geçişinde alet izi, hafif bastırılmış dip, yüzeyde yoğun matlaşma, **Benzer Örnekler:** Isings 1957, Form 28a; Akat, Fıratlı ve Kocabaş 1984, s. 20, no. 55a; Gürler 2000, s. 37, no. 27; Atila ve Gürler 2009, s. 41, kat. no. 50; Emre-Sönmez 2015, s. 745, kat. no. 8; Özarslan 2015, s. 710, res. 2; Soslu 2022, s. 498, kat. no. 92.

Tarih: MS 1. yüzyıl

Katalog No: 18

Envanter No: 11567, **Form-Tip:** Konik Gövdeli Unguentarium- **Unguentarium Tip IIIa, İşlev:** Yağ, Koku Kabı, **Teknik:** Serbest Üfleme, Aletle Şekillendirme, **Renk:** Açık Yeşil, **Yük:** 12.9 cm, **A. Çapı:** 4,1 cm, **T. Çapı:** 1 cm, **Tanım:** Saydam, orta cidarlı. Dışa çekilip yeniden içe katlanıp yuvarlatılmış ağız, silindirik boyun, konik gövde geçişinde alet izi, hafif bastırılmış dip, yüzeyin belli yerlerinde matlaşma, **Benzer Örnekler:** Isings 1957, Form 28a; Akat, Fıratlı ve Kocabaş 1984, s. 19, kat. no. 53; Gürler 2000, s. 38, kat. no. 29; Atila ve Gürler 2009, s. 42, kat. no. 51; Emre-Sönmez 2015, s. 745, kat. no. 7; Özarslan 2015, s. 710, res. 2; Soslu 2022, s. 504, kat. no. 98.

Tarih: MS 1. yüzyıl

Katalog No: 19

Envanter No: 11569, **Form-Tip:** Konik Gövdeli Unguentarium- **Unguentarium Tip IIIa, İşlev:** Yağ, Koku Kabı, **Teknik:** Serbest Üfleme, Aletle Şekillendirme, **Renk:** Açık Yeşil, **Yük:** 13.1 cm, **A. Çapı:** 2,4 cm, **T. Çapı:** 2 cm, **Tanım:** Saydam, orta cidarlı. Dışa çekilip yeniden içe katlanıp yuvarlatılmış ağız, silindirik boyun, konik gövde geçişinde alet izi, hafif bastırılmış dip, yüzeyin belli yerlerinde aşınma, **Benzer Örnekler:** Isings 1957, Form 28a; Akat, Fıratlı ve Kocabaş 1984, s. 19, kat. no. 53; Gürler 2000, s. 38, kat. no. 29; Atila ve Gürler 2009, s. 42, kat. no. 51; Emre-Sönmez 2015, s. 745, kat. no. 7; Özarslan 2015, s. 710, res. 2; Soslu 2022, s. 504, kat. no. 98.

Tarih: MS 1. yüzyıl

Katalog No: 20

Envanter No: 11920, **Form-Tip:** Konik Gövdeli Unguentarium- **Unguentarium Tip IIIa, İşlev:** Yağ, Koku Kabı, **Teknik:** Serbest Üfleme, Aletle Şekillendirme, **Renk:** Açık Yeşil, **Yük:** 11.6 cm, **A. Çapı:** 2,3 cm, **T. Çapı:** 1.8 cm, **Tanım:** Saydam, orta cidarlı. Dışa çekilip yeniden içe katlanıp yuvarlatılmış ağız, silindirik boyun, konik gövde geçişinde alet izi, hafif bastırılmış dip, yüzeyin belli yerlerinde aşınma, **Benzer Örnekler:** Isings 1957, Form 28a; Akat, Fıratlı ve Kocabaş 1984, s. 19, kat. no. 53; Gürler 2000, s. 38, kat. no. 29; Atila ve Gürler 2009, s. 42, kat. no. 51; Emre-Sönmez 2015, s. 745, kat. no. 7; Özarslan 2015, s. 710, res. 2; Soslu 2022, s. 504, kat. no. 98.

Tarih: MS 1. yüzyıl

Katalog No: 21

Envanter No: 11560, **Form-Tip:** Konik Gövdeli Unguentarium- **Unguentarium Tip IIIb, İşlev:** Yağ, Koku Kabı, **Teknik:** Serbest Üfleme, Aletle Şekillendirme, **Renk:** Açık Yeşil, **Yük:** 8.9 cm, **A. Çapı:** 2,5 cm, **T. Çapı:** 4 cm, **Tanım:** Saydam, ince cidarlı. Dışa çekilip yeniden içe katlanıp yuvarlatılmış ağızda akıtmalık, silindirik boyun, konik gövde geçişinde alet izi, hafif bastırılmış dip, yüzeyin belli yerlerinde matlaşma, **Benzer Örnekler:** Isings 1957, Form 28a; Tavukçu 2020, s. 150, kat. no. 38; Soslu 2022, s. 506, kat. no. 100.

Tarih: MS 1. -2. yüzyıl

Katalog No: 22

Envanter No: 11561, **Form-Tip:** Konik Gövdeli Unguentarium- **Unguentarium Tip IIIb, İşlev:** Yağ, Koku Kabı, **Teknik:** Serbest Üfleme, Aletle Şekillendirme, **Renk:** Açık Yeşil, **Yük:** 12 cm, **A. Çapı:** 2,9 cm, **T. Çapı:** 4.4 cm, **Tanım:** Saydam, ince cidarlı. Dışa çekilip yeniden içe katlanıp yuvarlatılmış ağızda akıtmalık, silindirik boyun, konik gövde geçişinde alet izi, hafif bastırılmış dip, irrizeli, habbeli yapı, yüzeyde yer yer matlaşma, boyun kısmında matlaşma tabakası, **Benzer Örnekler:** Isings 1957, Form 28a; Weinberg 1992, s.116, no.79; Barag 1985, pl. 15, no. 125; Israeli 2003, no. 246; Atila-Gürler 2009, s. 36, kat. no. 39; Temür ve Eker 2019, s. 52, kat. no. 38; Tavukçu 2020, s. 150, kat. no. 38; Soslu 2022, s. 481, kat. no. 75.

Tarih: MS 1. -2. yüzyıl

Katalog No: 23

Envanter No: 11568, **Form-Tip:** Konik Gövdeli Unguentarium- **Unguentarium Tip IIIb, İşlev:** Yağ, Koku Kabı, **Teknik:** Serbest Üfleme, Aletle Şekillendirme, **Renk:** Açık Yeşil, **Yük:** 7.8 cm, **A. Çapı:** 2,1 cm, **T. Çapı:** 2 cm, **Tanım:** Saydam, orta cidarlı. Dışa çekilip yeniden içe katlanıp yuvarlatılmış ağız, silindirik boyun, konik gövde geçişinde alet izi, hafif bastırılmış dip, yüzeyin belli yerlerinde matlaşma tabakası, **Benzer Örnekler:** Isings 1957, Form 28a; Çakmaklı ve Taştemür 2015, s. 117, fig. 2, no. 6; Tavukçu 2020, s. 150, kat. no. 38; Soslu 2022, s. 506, kat. no. 100.

Tarih: MS 1. -2. yüzyıl

Katalog No: 24

Envanter No: 11570, **Form-Tip:** Konik Gövdeli Unguentarium- **Unguentarium Tip IIIb, İşlev:** Yağ, Koku Kabı, **Teknik:** Serbest Üfleme, Aletle Şekillendirme, **Renk:** Açık Yeşil, **Yük:** 13.2 cm, **A. Çapı:** 2,3 cm, **T. Çapı:** 2 cm, **Tanım:** Saydam, ince cidarlı. Dışa çekilip yeniden içe katlanıp yuvarlatılmış ağızda akıtmalık, silindirik boyun, konik gövde geçişinde alet izi, hafif bastırılmış dip, irrizeli, habbeli yapı, yüzeyin belli yerlerinde matlaşma, boyun kısmında matlaşma tabakası, **Benzer Örnekler:** Isings 1957, Form 28a; Weinberg 1992, s.116, no.79; Barag 1985, pl. 15, no. 125; Israeli 2003, no. 246; Atila-Gürler 2009, s. 36, kat. no. 39; Temür ve Eker 2019, s. 52, kat. no. 38; Tavukçu 2020, s. 151, kat. no. 38; Soslu 2022, s. 482, kat. no. 76.

Tarih: : MS 1. -2. yüzyıl

Katalog No: 25

Envanter No: 11917, **Form-Tip:** Konik Gövdeli Unguentarium- **Unguentarium Tip IIIb, İşlev:** Yağ, Koku Kabı, **Teknik:** Serbest Üfleme, Aletle Şekillendirme, **Renk:** Açık Yeşil, **Yük:** 12 cm, **A. Çapı:** 2,8 cm, **T. Çapı:** 2.3 cm, **Tanım:** Saydam, ince cidarlı. Dışa çekilip yeniden içe katlanıp yuvarlatılmış ağızda akıtmalık, silindirik boyun, konik gövde geçişinde alet izi, hafif bastırılmış dip, yüzeyin belli yerlerinde aşınma, **Benzer Örnekler:** Isings 1957, Form 28a; Weinberg 1992, s.116, no.79; Barag 1985, pl. 15, no. 125; Israeli 2003, no. 246; Atila-Gürler 2009, s. 36, kat. no. 39; Temür ve Eker 2019, s. 52, kat. no. 38; Tavukçu 2020, s. 151, kat. no. 38; Soslu 2022, s. 509, kat. no. 103.

Tarih: : MS 1. -2. yüzyıl

Katalog No: 26

Envanter No: 11918, **Form-Tip:** Konik Gövdeli Unguentarium- **Unguentarium Tip IIIb, İşlev:** Yağ, Koku Kabı, **Teknik:** Serbest Üfleme, Aletle Şekillendirme, **Renk:** Açık Yeşil, **Yük:** 11.8 cm, **A. Çapı:** 2,8 cm, **T. Çapı:** 2.3 cm, **Tanım:** Saydam, ince cidarlı. Dışa çekilip yeniden içe katlanıp yuvarlatılmış ağızda akıtmalık, silindirik boyun, konik gövde geçişinde alet izi, hafif bastırılmış dip, yüzeyin belli yerlerinde aşınma, **Benzer Örnekler:** Isings 1957, Form 28a; Weinberg 1992, s. 116, no. 79; Barag 1985, pl. 15, no. 125; Israeli 2003, no. 246; Atila-Gürler 2009, s. 36, kat. no. 39; Temür ve Eker 2019, s. 52, kat. no. 38; Tavukçu 2020, s. 151, kat. no. 38; Soslu 2022, s. 508, kat. no. 102.

Tarih: MS 1. -2. yüzyıl

Katalog No: 27

Envanter No: 11919, **Form-Tip:** Konik Gövdeli Unguentarium- **Unguentarium Tip IIIb, İşlev:** Yağ, Koku Kabı, **Teknik:** Serbest Üfleme, Aletle Şekillendirme, **Renk:** Açık Yeşil, **Yük:** 11.5 cm, **A. Çapı:** 2,6 cm, **T. Çapı:** 2.3 cm, **Tanım:** Saydam ince cidarlı. Dışa çekilip yeniden içe katlanıp yuvarlatılmış ağızda akıtmalık, silindirik boyun, konik gövde geçişinde alet izi, hafif bastırılmış dip, yüzeyin belli yerlerinde matlaşma, **Benzer Örnekler:** Isings 1957, Form 28a; Weinberg 1992, s. 116, no. 79; Barag 1985, pl. 15, no. 125; Israeli 2003, no. 246; Atila-Gürler 2009, s. 36, kat. no. 39; Temür ve Eker 2019, s. 52, kat. no. 38; Tavukçu 2020, s. 156, kat. no. 41; Soslu 2022, s. 506, kat. no. 100.

Tarih: MS 1. -2. yüzyıl

Katalog No: 28

Envanter No: 11921, **Form-Tip:** Konik Gövdeli Unguentarium- **Unguentarium Tip IIIb, İşlev:** Yağ, Koku Kabı, **Teknik:** Serbest Üfleme, Aletle Şekillendirme, **Renk:** Açık Yeşil, **Yük:** 11.8 cm, **A. Çapı:** 2,9 cm, **T. Çapı:** 2.3 cm, **Tanım:** Saydam orta cidarlı. Dışa çekilip yeniden içe katlanıp yuvarlatılmış ağız, uzun silindirik boyun, konik gövde geçişinde hafif alet izi, hafif konkav dip, yüzeyin belli yerlerinde aşınma, **Benzer Örnekler:** Isings 1957, Form 28a; Weinberg 1992, s. 116, no. 79; Barag 1985, pl. 15, no. 125; Israeli 2003, no. 246; Atila-Gürler 2009, s. 36, kat. no. 39; Temür ve Eker 2019, s. 52, kat. no. 38; Tavukçu 2020, s. 156, kat. no. 41; Soslu 2022, s. 506, kat. no. 100.

Tarih: MS 1. -2. yüzyıl

Katalog No: 29

Envanter No: 11922, **Form-Tip:** Konik Gövdeli Unguentarium- **Unguentarium Tip IIIb, İşlev:** Yağ, Koku Kabı, **Teknik:** Serbest Üfleme, Aletle Şekillendirme, **Renk:** Açık Yeşil, **Yük:** 14 cm, **A. Çapı:** 3,5 cm, **T. Çapı:** 2 cm, **Tanım:** Saydam orta cidarlı. Dışa çekilip yeniden içe katlanıp yuvarlatılmış ağız, silindirik boyun, konik gövde geçişinde alet izi, hafif bastırılmış dip, yüzeyin belli yerlerinde aşınma, **Benzer Örnekler:** Isings 1957, Form 28a; Weinberg 1992, s. 116, no. 79; Barag 1985, pl. 15, no. 125; Israeli 2003, no. 246; Atila-Gürler 2009, s. 36, kat. no. 39; Temür ve Eker 2019, s. 52, kat. no. 38; Tavukçu 2020, s. 151, kat. no. 38; Soslu 2022, s. 496, kat. no. 90.

Tarih: MS 1. -2. yüzyıl

4.4. Armudi Gövdeli Unguentarium (Tip IV)

Silindirik boyunlu, dışa çekilip yeniden içe katlanarak düzleştirilmiş ağızlı veya ağız kısmında akıtmalıklı, armudi gövdeli ve genellikle düz dipli formlardır. Saydam ve ince cidarlı olan eserlerde gövdeye geçiş kısmında aletle sıkma izi görülmekte, eserler genel olarak açık yeşil ve renksiz tonlarda bulunmaktadır. Satın alma yoluyla Şanlıurfa Müzesi'ne kazandırılan **Tip IV (Kat. No. 30)** sağlam durumda korunmaktadır. Benzer örneklerle karşılaştırıldığında, TİŞCF Koleksiyonu'ndaki örnek ağız ve armudi gövde bakımından benzerlik göstermekle birlikte, kalın ve yuvarlak dip özelliğiyle ayrılmaktadır (Canav, 1985**,** s. 45). Corning Cam Müzesi örneği ise genel görünüş ve düz dip bakımından benzer olmakla birlikte, bu örnekte armudi gövde ile boyun birbirine daha orantılıyken Şanlıurfa örneğinde boyun daha uzun, armudi gövde kısmı ise daha kısa tutulmuştur (Whitehouse, 1997, s. 144), (Görsel 6).

Görsel 6. Armudi Gövdeli Unguentarium (Tip IV) Kat. No. 30

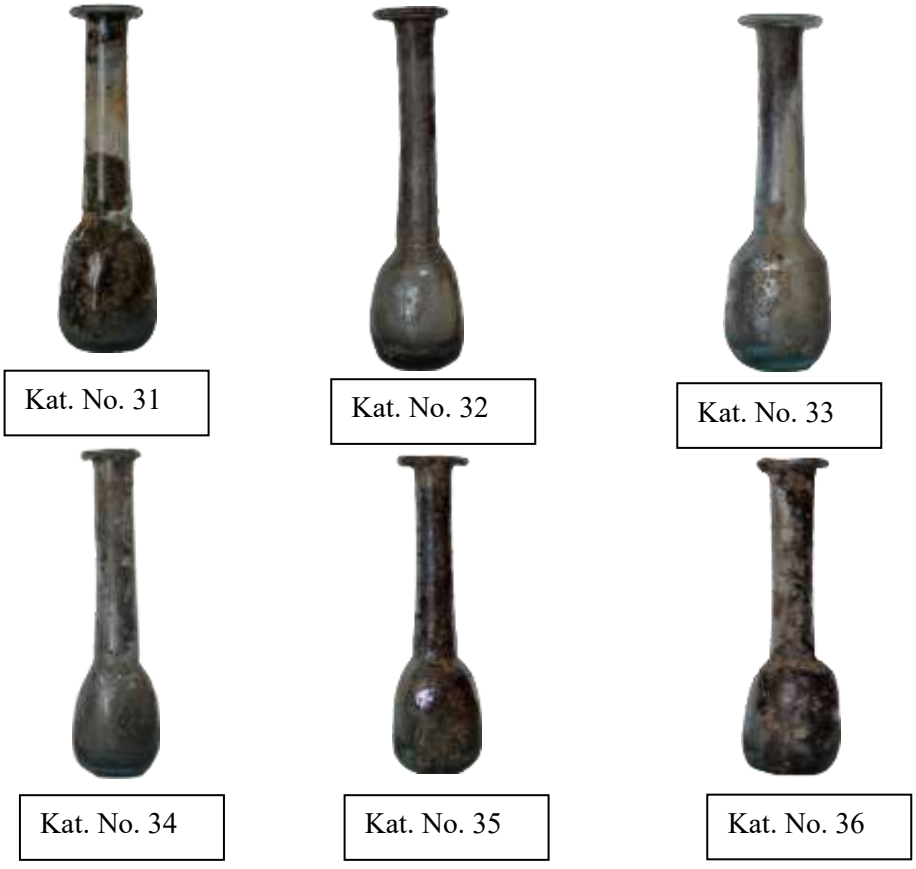
Katalog No: 30

Envanter No: 11896, **Form-Tip:** Armudi Gövdeli Unguentarium- **Unguentarium Tip IV, İşlev:** Yağ, Koku Kabı, **Teknik:** Serbest Üfleme, Aletle Şekillendirme, **Renk:** Açık Yeşil, **Yük:** 12.1 cm, **A. Çapı:** 1.9 cm, **T. Çapı:** 1 cm, **Tanım:** Saydam, ince cidarlı. Dışa çekilip yeniden içe katlanmış ağız, silindirik boyun, armudi gövde geçişinde alet izi, düz dip, yüzeyin belli yerlerinde aşınma ve matlaşma tabakası, **Benzer Örnekler:** Ising form 8/28a; Whitehouse, 1997, s. 144, no. 241.Isings 27; Matheson 1980, 29 no. 78-79; Canav 1985 45 no. 41; Fıratlı. N. Hüseyin Kocabaş Kol., s. 29, no. 174, res. 72.

Tarih: MS 1- 2. yüzyıl / MS 1. yüzyılın ikinci yarısından 4. yüzyıla kadar (?)

4.5. Oval Gövdeli Unguentarium (Tip V)

Dışa çekilip yeniden içe katlanarak yuvarlatılmış ağız, silindirik boyun, boyundan daha uzun oval gövde ve içe çökük dip özellikleriyle tanımlanır. Genellikle MS 1. yüzyılın ikinci yarısında yaygın olarak üretilmiş olmakla birlikte, MS 2. yüzyıla tarihlenen örnekleri de bulunmaktadır. Şanlıurfa Müzesi'nde az sayıda örnekle temsil edilen bu form, Tip V (Kat. No. 31-36) kapsamında 6 adet eserle değerlendirilmiştir. Saydam ve ince cidarlı olan eserler; dışa çekilip yeniden içe katlanarak yuvarlatılmış ağız, alt bölümü aletle şekillendirilmiş silindirik boyun, kısa oval gövde ve düz dip özellikleri göstermektedir. Oval gövdeli unguentariumlarda boyun genel olarak kısa tutulurken, Şanlıurfa Müzesi örneklerinde boynun daha uzun olması tipin ayırt edici özelliklerinden biri olarak değerlendirilmektedir. Bu özellikleriyle Şanlıurfa örneklerine yakın benzerlerin oldukça sınırlı olduğu görülmektedir (Görsel 7).



Görsel 7. Oval Gövdeli Unguentarium (Tip V)

Katalog No: 31

Envanter No: 11851, **Form-Tip:** Oval Gövdeli Unguentarium- **Unguentarium Tip V, İşlev:** Yağ, Koku Kabı, **Teknik:** Serbest Üfleme, Aletle Şekillendirme, **Renk:** Açık Yeşil, **Yük:** 14.4 cm, **A. Çapı:** 3.1 cm, **T. Çapı:** 1.5 cm, **Tanım:** Saydam, ince cidarlı. Dışa çekilip yeniden içe katlanıp yuvarlatılmış ağız, alt bölümü aletle şekil almış silindirik boyun, kısa, oval biçimli gövde, düz dip, habbeli yapının yüzeyinde yer yer aşınma, **Benzer Örnekler:** Özet 1998, s. 130, no. 67a; Timur 2023, s. 74, lab. no. 5356.

Tarih: MS 1. yüzyıl sonu 2.yüzyıl başı

Katalog No: 32

Envanter No: 11852, **Form-Tip:** Oval Gövdeli Unguentarium- **Unguentarium Tip V, İşlev:** Yağ, Koku Kabı, **Teknik:** Serbest Üfleme, Aletle Şekillendirme, **Renk:** Açık Yeşil, **Yük:** 15.4 cm, **A. Çapı:** 3.3 cm, **T. Çapı:** 1.3 cm, **Tanım:** Saydam, ince cidarlı. Dışa çekilip yeniden içe katlanıp yuvarlatılmış ağızda akıtmalık, alt bölümü aletle şekil almış silindirik boyun, kısa, oval biçimli gövde, düz dip, habbeli yapının yüzeyinde yer yer aşınma, **Benzer Örnekler:** Özet 1998, s. 130, no. 67a; Timur 2023, s. 74, lab. no. 5356.

Tarih: MS 1. yüzyıl sonu 2.yüzyıl başı

Katalog No: 33

Envanter No: 11856, **Form-Tip:** Oval Gövdeli Unguentarium- **Unguentarium Tip V, İşlev:** Yağ, Koku Kabı, **Teknik:** Serbest Üfleme, Aletle Şekillendirme, **Renk:** Açık Yeşil, **Yük:** 13.4 cm, **A. Çapı:** 3.2 cm, **T. Çapı:** 1.5 cm, **Tanım:** Saydam, ince cidarlı. Dışa çekilip yeniden içe katlanıp yuvarlatılmış ağız, alt bölümü aletle şekil almış silindirik boyun, kısa, oval biçimli gövde, düz dip, habbeli yapının yüzeyinde yer yer aşınma, **Benzer Örnekler:** Özet 1998, s. 130, no. 67a; Timur 2023, s. 74, lab. no. 5356.

Tarih: MS 1. yüzyıl sonu 2.yüzyıl başı

Katalog No: 34

Envanter No: 11858, **Form-Tip:** Oval Gövdeli Unguentarium- **Unguentarium Tip V, İşlev:** Yağ, Koku Kabı, **Teknik:** Serbest Üfleme, Aletle Şekillendirme, **Renk:** Açık Yeşil, **Yük:** 15.5 cm, **A. Çapı:** 3.3 cm, **T. Çapı:** 1.4 cm, **Tanım:** Saydam, ince cidarlı. Dışa çekilip yeniden içe katlanıp yuvarlatılmış ağız, alt bölümü aletle şekil almış silindirik boyun, kısa, oval biçimli gövde, düz dip, habbeli yapının yüzeyinde yer yer aşınma, **Benzer Örnekler:** Özet 1998, s. 130, no. 67a; Timur 2023, s. 74, lab. no. 5356.

Tarih: MS 1. yüzyıl sonu 2.yüzyıl başı

Katalog No: 35

Envanter No: 11859, **Form-Tip:** Oval Gövdeli Unguentarium- **Unguentarium Tip V, İşlev:** Yağ, Koku Kabı, **Teknik:** Serbest Üfleme, Aletle Şekillendirme, **Renk:** Açık Yeşil, **Yük:** 14.5 cm, **A. Çapı:** 3.1 cm, **T. Çapı:** 1.5 cm, **Tanım:** Saydam, ince cidarlı. Dışa çekilip yeniden içe katlanıp yuvarlatılmış ağızda akıtmalık, alt bölümü aletle şekil almış silindirik boyun, kısa, oval biçimli gövde, düz dip, habbeli yapının yüzeyinde yer yer aşınma, **Benzer Örnekler:** Özet 1998, s. 130, no. 67a; Timur 2023, s. 74, lab. no. 5356.

Tarih: MS 1. yüzyıl sonu 2.yüzyıl başı

Katalog No: 36

Envanter No: 11861, **Form-Tip:** Oval Gövdeli Unguentarium- **Unguentarium Tip V, İşlev:** Yağ, Koku Kabı, **Teknik:** Serbest Üfleme, Aletle Şekillendirme, **Renk:** Açık Yeşil, **Yük:** 13.1 cm, **A. Çapı:** 3.1 cm, **T. Çapı:** 1.7 cm, **Tanım:** Saydam, ince cidarlı. Dışa çekilip yeniden içe katlanıp yuvarlatılmış ağız, alt bölümü aletle şekil almış silindirik boyun, kısa, oval biçimli gövde, düz dip, habbeli yapının yüzeyinde yer yer aşınma, **Benzer Örnekler:** Özet 1998, s. 130, no. 67a; Timur 2023, s. 74, lab. no. 5356.

Tarih: MS 1. yüzyıl sonu 2.yüzyıl başı

4.6. Soğan Gövdeli Unguentarium (Tip VI)

Dışa çekilip yeniden içe katlanarak yuvarlatılmış ağız, silindirik boyun, soğan biçimli gövde ve düz, çökük ya da oval dip özellikleriyle tanımlanmaktadır. Genellikle kısa boyunlu olmakla birlikte uzun boyunlu örnekleri de bulunan bu form, serbest üfleme tekniğiyle çoğunlukla sade olarak üretilmiş olup saydam ve ince cidarlı eserlerde açık yeşil ve tonları hâkimdir. Gövdeye geçiş kısmında aletle sıkma izi görülmektedir. Isings tarafından Form 26, Morin-Jean tarafından Form 25 kapsamında değerlendirilen tip, genel olarak MS 1. yüzyılın sonları ile MS 3. yüzyıl arasına tarihlendirilmektedir (Isings, 1957, s. 40; Morin-Jean, 1922-23, s. 27). Şanlıurfa Müzesi'ndeki **Tip VI (Kat. No. 37-38)** örnekleri, genel olarak kısa boyunlu olan soğan gövdeli unguentariumlardan farklı olarak uzun boyunlu tutulmuştur. Bu özellikleriyle armudi ve şamdan biçimli formları çağrıştırmakla birlikte, gövdenin belirgin soğan biçimi nedeniyle soğan gövdeli unguentariumlar içerisinde değerlendirilmiştir (Görsel 8).

Kat. No. 37 | Kat. No. 38

Görsel 8. Soğan Gövdeli Unguentarium (Tip VI)

Katalog No: 37

Envanter No: 11744, **Form-Tip:** Soğan Gövdeli Unguentarium- **Unguentarium Tip VIa, İşlev:** Yağ, Koku Kabı, **Teknik:** Serbest Üfleme, Aletle Şekillendirme, **Renk:** Açık Yeşil, **Yük:** 9.6 cm, **A. Çapı:** 1.9 cm, **T. Çapı:** 1 cm, **Tanım:** Saydam, ince cidarlı. Dışa çekilip yeniden içe katlanıp yuvarlatılmış ağız, silindirik boyun, kısa, soğan şeklinde gövde, düz dip, habbeli yapının yüzeyinde yer yer aşınma, **Benzer Örnekler:** Isings 1957, Form 26a; Hayes 1975, s. 51, pl. 16 no. 99; Barag 1985, pl. 16, no. 131; Stern 1989, s. 598, fig. 3/3; Lightfoot-Arslan 1992, no. 113; Özet 1998, s. 57 no. 24 Tip III D; Olcay 2001, fig. 10f; Hanar 2018, s. 370, kat. no. 347; Temür ve Eker 2019, s. 31, kat. no. 17; Soslu 2022, s. 455, kat. no. 49.

Tarih: MS 1. yüzyılın 2. yarısı

Katalog No: 38

Envanter No: 11784, **Form-Tip:** Soğan Gövdeli Unguentarium- **Unguentarium Tip VIb**, **İşlev:** Yağ, Koku Kabı, **Teknik:** Serbest Üfleme, Aletle Şekillendirme, **Renk:** Açık Yeşil, **Yük:** 5.7 cm, **A. Çapı:** 1.8 cm, **T. Çapı:** 3.8 cm, **Tanım:** Saydam, ince cidarlı. Dışa çekilip yeniden içe katlanmış ağız, uzun, silindirik kısa boyun, soğan gövde, içe çökük taban, habbeli yapıda yüzeyde yer yer aşınma, **Benzer Örnekler:** Isings 1957, Form 26a; Hayes 1975, s. 51, pl. 16 no. 99; Barag 1985, pl. 16, no.131; Stern 1989, s. 598, fig. 3/3; Lightfoot-Arslan 1992, no. 113; Özet 1998, s. 57 no. 24 Tip III D; Olcay 2001, fig. 10f; Lightfoot 2007, s. 156, no. 373; Atilla-Gürler 2009, s. 20 kat. no. 7; Hanar 2018, s. 370, kat. no. 347; Temür ve Eker 2019, s. 31, kat. no. 17; Soslu 2022, s. 459, kat. no. 53.

Tarih: MS 1. yüzyılın 2. yarısı

4.7. Şamdan Biçimli Unguentarium (Tip VII)

Dışa çekilip yeniden içe katlanarak yuvarlatılmış geniş ağız, uzun silindirik boyun, şamdan biçimli gövde, gövdeye geçişte aletle sıkma izi ve konkav ya da içe çökük dip özellikleriyle tanımlanmaktadır. Şanlıurfa Müzesi'ne satın alma yoluyla kazandırılan ve sağlam durumda korunan örnekler genel olarak saydam ve ince cidarlı olup açık yeşil tonlardadır. Günlük yaşamda koku ve yağların muhafazasında kullanılan bu kapların mezar buluntuları arasında mezar hediyesi olarak da değerlendirildiği belirtilmektedir (Erten, 1993**,** s. 143). Genel olarak MS 1.-3. yüzyıllar arasına tarihlendirilmektedir (Erten, 1993, s. 143; Özgümüş, 2000, s. 37). **Tip VII (Kat. No. 39-42)** kapsamında değerlendirilen eserler; uzun silindirik boyun, şamdan (çan) biçimli gövde, konkav dip ve gövdeye geçişteki aletle sıkma izi bakımından tipin karakteristik özelliklerini yansıtmaktadır. Isings tarafından Form 82 A1, Morin-Jean tarafından ise Form 22 kapsamında incelenen bu tip, genel olarak MS 1. yüzyılın sonları ile MS 3. yüzyıl arasına tarihlendirilmektedir (Isings, 1957, s. 97-98; Morin-Jean, 1922-23, s. 27), (Görsel 9).

Kat. No. 39	Kat. No. 40	Kat. No. 41	Kat. No. 42

Görsel 9. Şamdan Gövdeli Unguentarium (Tip VII)

Katalog No: 39

Envanter No: 11507, **Form-Tip:** Şamdan Gövdeli Unguentarium- **Unguentarium Tip VII, İşlev:** Yağ, Koku Kabı, **Teknik:** Serbest Üfleme, Aletle Şekillendirme, **Renk:** Açık Yeşil, **Yük:** 16 cm, **A. Çapı:** 2.9 cm, **T. Çapı:** 6.5 cm, **Tanım:** Saydam, ince cidarlı. Dışa çekilerek yeniden içe katlanan halka ağız, uzun, silindirik boyun, şamdan gövde, konkav dip, yüzeyin belli yerlerinde korozyon, **Benzer Örnekler:** Mc Fadden 1946, s. 485, Pl.XLIV, no.100; Isings 1957, 82 A1; Hayes 1975, s. 125, plt. 32, no. 487; Saldern 1980, pl. 5, no. 110; Oliver 1992 fig. 2, no. 4, T.256/109; Barkoczi 1996, s. 80, taf. LVII, no. 236; Gürler 2000, s. 42, no. 37; Atila-Gürler 2009, s. 47, kat. no. 62; Gençler Güray 2011, fig. 7, no. 6,7; Soslu 2022, s. 589, kat. no. 183.

Tarih: MS 1.yüzyıl sonları-2. yüzyıl başları

Katalog No: 40

Envanter No: 11565, **Form-Tip:** Şamdan Gövdeli Unguentarium- **Unguentarium Tip VII, İşlev:** Yağ, Koku Kabı, **Teknik:** Serbest Üfleme, Aletle Şekillendirme, **Renk:** Açık Yeşil, **Yük:** 15.3 cm, **A. Çapı:** 3 cm, **T. Çapı:** 6.6 cm, **Tanım:** Saydam, ince cidarlı. Dışa çekilerek yeniden içe katlanan halka ağız, uzun, silindirik boyun, çan tipli gövde, konkav dip, yüzeyin belli yerlerinde aşınma, **Benzer Örnekler:** Isings 1957, 82 A1; Hayes 1975, s. 125, plt. 32, no. 487; Saldern 1980, pl. 5, no. 110; Oliver 1992 fig. 2, no. 4, T.256/109; Barkoczi 1996, s. 80, taf. LVII, no. 236; Gençler Güray 2011, fig. 7, no. 6,7; Soslu 2022, s. 589, kat. no. 183.

Tarih: : MS 1.yüzyıl sonları-2. yüzyıl başları

Katalog No: 41

Envanter No: 11893, **Form-Tip:** Şamdan Gövdeli Unguentarium- **Unguentarium Tip VII, İşlev:** Yağ, Koku Kabı, **Teknik:** Serbest Üfleme, Aletle Şekillendirme, **Renk:** Açık Yeşil, **Yük:** 11.8 cm, **A. Çapı:** 1.7 cm, **T. Çapı:** 6.4 cm, **Tanım:** Saydam, ince cidarlı. Dışa çekilip yeniden içe katlanmış ağız, uzun, silindirik, gövde kısmında genişleyen boyun, çan biçimli gövde, konkav dip, habbeli yapı yüzeyinin belli yerlerinde aşınma, **Benzer Örnekler:** Mc Fadden 1946, s. 485, Pl.XLIV, no.100; Isings 1957, 82 A1; Hayes 1975, s. 125, plt. 32, no. 487; Saldern 1980, pl. 5, no. 110; Oliver 1992 fig. 2, no. 4, T.256/109; Barkoczi 1996, s. 80, taf. LVII, no. 236; Gürler 2000, s. 42, no. 37; Atila-Gürler 2009, s. 47, kat. no. 62; Gençler Güray 2011, fig. 7, no. 6,7; Soslu 2022, s. 588, kat. no. 182.

Tarih: MS 1. yüzyıl sonları-2. yüzyıl başları

Katalog No: 42

Envanter No: 11894, **Form-Tip:** Şamdan Gövdeli Unguentarium- **Unguentarium Tip VII, İşlev:** Yağ, Koku Kabı, **Teknik:** Serbest Üfleme, Aletle Şekillendirme, **Renk:** Açık Yeşil, **Yük:** 8.3 cm, **A. Çapı:** 2.4 cm, **T. Çapı:** 6.7 cm, **Tanım:** Saydam, ince cidarlı. Dışa çekilip yeniden içe katlanmış ağız, uzun, silindirik, gövde kısmında genişleyen boyun, şamdan gövde, vurma dip, yüzeyin belli yerlerinde aşınma, **Benzer Örnekler:** Mc Fadden 1946, s. 485, Pl.XLIV, no.100; Isings 1957, 82 A1; Hayes 1975, s. 125, plt. 32, no. 487; Saldern 1980, pl. 5, no. 110; Oliver 1992 fig. 2, no. 4, T.256/109; Barkoczi 1996, s. 80, taf. LVII, no. 236; Gürler 2000, s. 42, no. 37; Atila-Gürler 2009, s. 47, kat. no. 62; Gençler Güray 2011, fig. 7, no. 6,7.

Tarih: MS 1. yüzyıl sonları-2. yüzyıl başları

4.8. Makara Biçimli Unguentarium (Tip VIII)

Dışa çekilip yeniden içe katlanarak üstten aletle bastırılıp düzleştirilmiş ağız, silindirik boyun, matara biçimli gövde, gövdeye geçişte aletle sıkma izi ve düz dip özellikleriyle tanımlanmaktadır. Bodur görünümleri ve ağız ile gövde ölçülerinin birbirine yakın olması nedeniyle makaraya benzetilen bu tip, genellikle koyu mavimsi ve yeşilimsi renkte, kalın cidarlı camdan üretilmiş olup yaklaşık 10 cm yüksekliğindedir. MS 1.-3. yüzyıllar arasına tarihlendirilen örneklerin sıvı maddelerin muhafazasında ve mezar hediyesi olarak kullanıldığı belirtilmektedir (Erten, 1993, s. 152). Şanlıurfa Müzesi'ndeki **Tip VIII (Kat. No. 43)** örneği; yarı saydam, kalın cidarlı ve koyu yeşil renkte olup uzun silindirik boyun, makara biçimli gövde, düz dip ve gövdeye geçişteki aletle sıkma izi bakımından tipin karakteristik özelliklerini yansıtmaktadır (Görsel 10).

Kat. No. 43

Görsel 10. Makara Biçimli Unguentarium (Tip VIII)

Katalog No: 43
Envanter No: 11584, **Form-Tip:** Makara Biçimli Unguentarium- **Unguentarium Tip VIII, İşlev:** Yağ, Koku Kabı, **Teknik:** Serbest Üfleme, Aletle Şekillendirme, **Renk:** Koyu Yeşil, **Yük:** 7.3 cm, **A. Çapı:** 3.1 cm, **T. Çapı:** 3 cm, **Tanım:** Yarı saydam, kalın cidarlı. Dışa çekilip yeniden içe katlandıktan sonra üstten aletle bastırılarak düzleştirilmiş ağız. Silindirik boyundan matara şeklinde gövdeye geçişte aletle sıkma izi, düztaban, yüzeyin belli yerlerinde aşınma, **Benzer Örnekler:** Isings 1957, Form 28b; Hayes 1975, s. 141, plt. 36, no. 585; Akat-Fıratlı-Kocabaş 1984, s. 22, no. 64; Canav 1985, s. 57, no. 78; Erten Yağcı 1998, s. 107, no. 31; Güneş 2009, s. 246, fig. 1a-b; Antonaras 2012, s. 243, kat. no. 389; Kurup 2015, kat. no. 44; Şahin 2018, s. 137, kat. no. 62; Tavukçu 2020, s. 174, kat. no. 50; Soslu 2022, s. 609, kat. no. 203.
Tarih: MS 3. yüzyıl

5. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Şanlıurfa Müzesi deposunda korunan toplam 43 adet cam unguentarium bu çalışma kapsamında form, üretim tekniği, renk, biçimsel özellikler ve kronolojik açıdan değerlendirilmiştir. Eserlerin tamamının satın alma yoluyla müze koleksiyonuna kazandırılmış olması, buluntu yeri ve arkeolojik kontekstlerine ilişkin doğrudan verilere ulaşılamamasına neden olmuştur. Bu nedenle tarihlendirme ve tipolojik değerlendirmelerde form özellikleri, üretim teknikleri ve farklı merkezlerdeki benzer örneklerle yapılan karşılaştırmalar temel alınmıştır.

İncelenen unguentariumlar tüp, küresel, konik, armudi, oval, soğan, şamdan (çan) ve makara biçimli olmak üzere sekiz farklı form grubu içerisinde değerlendirilmiştir. Eserlerin biçimsel özellikleri, farklı dönemlerde unguentarium formlarında meydana gelen değişimleri ortaya koymakta; özellikle gövde biçimi, boyun uzunluğu, ağız düzenlemesi, dip özellikleri ve gövde-boyun geçişindeki aletle şekillendirme izleri tipolojik ayrımda belirleyici olmaktadır. Karşılaştırmalı değerlendirmeler sonucunda eserlerin ağırlıklı olarak MS 1.-3. yüzyıllar arasında tarihlendirilebileceği anlaşılmaktadır.

Eserlerin büyük bölümünün serbest üfleme tekniğiyle üretildiği, az sayıdaki örnekte ise kalıba üfleme tekniğinin kullanıldığı belirlenmiştir. Saydam ve ince cidarlı örneklerde özellikle açık yeşil ve yeşilin farklı tonlarının hâkim olması, incelenen grubun genel karakteristiklerinden biri olarak öne çıkmaktadır. Üretim tekniği ve biçim özellikleri birlikte değerlendirildiğinde, unguentariumların antik dönemde kozmetik, koku, yağ ve benzeri sıvı ya da yarı sıvı maddelerin muhafazasında kullanılan işlevsel kaplar olduğu anlaşılmaktadır.

Şanlıurfa Müzesi unguentariumlarının farklı merkezlerdeki örneklerle gösterdiği biçimsel benzerlikler, Şanlıurfa ve çevresinin antik dönemde cam eserlerin dolaşımı ve kültürel etkileşim ağları içerisinde yer almış olabileceğini düşündürmektedir. Bununla birlikte, bölgede cam üretimine ilişkin kesin arkeolojik kanıtların bulunmaması nedeniyle eserlerin yerel üretim mi yoksa farklı merkezlerden ticaret ve dolaşım yoluyla mı bölgeye ulaştığı konusunda kesin bir sonuca ulaşmak mümkün değildir. Özellikle Şanlıurfa ve çevresinde sürdürülen arkeolojik kazılarda ortaya çıkarılacak yeni buluntular, bu konunun açıklığa kavuşturulmasına katkı sağlayacaktır.

Bu doğrultuda, Şanlıurfa ve çevresindeki arkeolojik kazıların cam buluntular açısından daha kapsamlı biçimde değerlendirilmesi, olası üretim alanlarının ve cam işçiliğine ilişkin arkeolojik verilerin araştırılması önem taşımaktadır. Şanlıurfa'ya en yakın cam üretim merkezlerinin Anadolu kaynaklı ve Suriye-Filistin sınırlarında olduğunu söylemek daha doğru bir bilgi olsa da Şanlıurfa ili ve ilçelerinde devam eden çok sayıda kazı çalışması neticesinde cam eserler elde edilmektedir. Böylesine yoğun cam buluntularının ve kentin önemli antik merkezlere sahip olmasının, bölgede bir üretim atölyesi ya da cam işçiliğinin bulunduğu düşüncesine yönlendirdiği söylenebilir. Ayrıca, farklı müze koleksiyonlarında bulunan benzer unguentariumların karşılaştırmalı olarak incelenmesi, Şanlıurfa Müzesi örneklerinin üretim merkezleri, kullanım alanları ve kronolojik gelişim içerisindeki konumlarının daha ayrıntılı biçimde belirlenmesine olanak sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

Akat, Y., Fıratlı, N., & Kocabaş, H. (1984). *Hüseyin Kocabaş koleksiyonu cam eserler kataloğu*. Arkeoloji Sanat Yayınları.

Akgül Özarslan, S. (2015). Kibyra'dan ele geçen cam eser örnekleri. *I. Teke Yöresi Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 1*, 699–712. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi.

Atila, C., & Gürler, B. (2009). *Bergama Müzesi cam eserleri*. Çağdaş Matbaa.

Aydın Tavukçu, Z., & Tavli, A. (2022). Neapolis Nekropolü'nden cam eserler. *ODÜ Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi, 12*(2), 569–592.

Barag, D. (1985). *Catalogue of western Asiatic glass in the British Museum* (Vol. I). Trustees of the British Museum.

Barkoczi, L. (1996). *Antike glaeser: Monumenta antiquitatis extra fines Hungariae reperta ouae in Museo Artium Hungarico aliisque museis et collectionibus: 5 (Bibliotheca archaeologica)*. L'erma Di Bretschneider.

Bucovală, M. (1968). *Vase antice de sticlă la Tomis*. Muzeul de Arheologie.

Cooney, J. D. (1976). *Catalogue of Egyptian antiquities in the British Museum IV: Glass*.

Doğan, T. (2022). Unguentaria in the Edirne arhaeology and etnography museum. *Arkeoloji Dergisi, 28*(1), 149–174.

Eker, K. (2023). Tokat Müzesi cam örneklerinden bir grup: Unguentariumlar. *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Dergisi, 6*(2), 153–174.

Erten Yağcı, E. (1993). *Başlangıcından Geç Antik Dönem sonuna kadar Anadolu'da cam* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Erten Yağcı, E. (1998). İÖ 2. binde Anadolu'da cam. *Kilikia Arkeolojisini Araştırma Merkezi Yayınları*, 29–46.

Gençler Güray, Ç. (2011). Elaiussa Sebaste'nin Roma Dönemi cam buluntuları. *OLBA, XIX*, 227–266.

Güneş, F. (2009). Late antique glass from the Museum of Kahramanmaraş. In E. Laflı (Ed.), *Late antique/early Byzantine glass in the Eastern Mediterranean* 245–259.

Gürler, B. (2000). *Tire Müzesi cam eserleri*. T.C. Kültür Bakanlığı.

Hanar, E. (2018). *Diyarbakır Müzesi'ndeki cam kaplar* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Atatürk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Hayes, J. W. (1975). *Roman and pre-Roman glass in the Royal Ontario Museum*.

Isings, C. (1957). *Roman glass from dated finds*. Archaelogia Traiectina II.

Israeli, Y. (2003). *Ancient glass in İsrael Museum: The Eliahu Dobkin collection and other gifts*.

Kaya, B., & Temür, A. (2021). Amisos'tan bir grup mezar buluntusu: Unguentarium. *TÜBA-KED, 23*, 141–160.

Kurup, S. (2015). *Kayseri Müzesi cam eserleri* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Atatürk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Lancel, S. (1967). *Verrerie antique de Tipasa*. E. de Boccard.

Lightfoot, C. S. (2007). *Ancient glass in National Museum Scotland*. National Museums Scotland.

Lightfoot, C. S., & Arslan, M. (1992). *Anadolu antik camları: Yüksel Erimtan koleksiyonu*.

Matheson, S. B. (1980). *Ancient glass in the Yale University Art Gallery*. Yale University Art Gallery.

McFadden, G. H. (1946). A Tomb of the necropolis of Ayios Ermoyenis at Kourion. *American Journal of Archaeology, 50*(4), 449–514.

Morin-Jean. (1922–1923). *La verrerie en Gaule sous l'Empire romain.* Paris.

Olcay, B. Y. (2001). Ancient glass vessels in Eskişehir Museum. *Anatolian Studies, 51*, 147–157.

Oliver Jr., A. (1992). The glass. in V. Karageorghis & O. Picard (Eds.), *La nécropole d'Amathonte: Tombes 113–367: Études chypriotes XIV,* 101–116.

Özet, A. (1998). *Dipten gelen parıltı: Bodrum Sualtı Arkeoloji Müzesi cam eserleri*. T.C. Kültür Bakanlığı.

Özgümüş, Ü. (2000). *Anadolu camcılığı*. Pera Yayıncılık.

Saldern, A. V. (1980). *Ancient and Byzantine glass from Sardis*.

Soslu, A. (2022). *Burdur Müzesi cam eserleri* (Cilt I) [Yayımlanmamış doktora tezi]. Adnan Menderes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Sönmez, B. E. (2015). Nevşehir Müzesi'nde bulunan cam unguentariumlar. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi, 8*(41), 733–746.

Stern, E. M. (1989). Glass vessels exhibited in the Bölge Museum Adana (E. E. Yağcı, Çev.). *Belleten, 53*, 595–605.

Şahin, O. (2018). *Konya Ereğli Müzesi cam eserleri* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Temür, A., & Eker, F. (2019). *Sinop Müzesi cam eserler kataloğu*. Akademisyen Kitabevi.

Timur, S. (2023). *Bir grup cam objenin restorasyonu ve konservasyonu* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Üzlifat, C. (1985). *Cam eserler koleksiyonu*. Çağdaş Yayıncılık.

Weinberg, G. D., & McClellan, M. C. (1992). *Glass vessels in ancient Greece*. Archaeological Receipts Fund.

Whitehouse, D. (1997). *Roman glass in the Corning Museum of Glass* (Vol. 1). Corning Museum of Glass.

Yalçın Tavukçu, A. (2020). *Elazığ cam eserleri*. Ertual Akademi Yayıncılık.

Yurtseven, F. (2006). Tarsus Köylü Garajı Mezarı buluntuları. *Anadolu/Anatolia, 31*, 91–121.

AKUAKÜLTÜRDE ENDÜSTRİYEL VE TARIMSAL KİMYASAL MARUZİYETİNE KARŞI "TEK SAĞLIK" YAKLAŞIMI: DOĞAL ANTİOKSİDANLARIN BİYOLOJİK KORUYUCU KALKAN OLARAK KULLANIMI

Emin İLERİ

ORCID: 0009-0001-4874-7387

emin.ileri@asu.edu.tr

Aksaray Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri ve Hastalıkları Anabilim Dalı, Aksaray, Türkiye

Arş. Gör.Dr. Enes ÜSTÜNER

ORCID: 0000-0002-3837-5049

enesustuner@aksaray.edu.tr

Aksaray Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Sucul Hayvan Hastalıkları Anabilim Dalı, Aksaray, Türkiye

Prof. Dr. Mustafa ÖZ

ORCID: 0000-0001-5264-7103

ozmustafa@aksaray.edu.tr

Aksaray Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Sucul Hayvan Hastalıkları Anabilim Dalı, Aksaray, Türkiye

Özet

Akuakültür sistemlerinde endüstriyel ve tarımsal kaynaklı kimyasal kirleticilerin artışı, balık sağlığı ve yetiştiriciliğin sürdürülebilirliği açısından önemli bir tehdit oluşturmaktadır. Pestisitler, ağır metaller, farmasötikler ve diğer kirleticiler; balıklarda oksidatif stres, doku hasarı, bağırsak bariyerinin bozulması, mikrobiyota dengesizliği ve bağışıklık yanıtlarında değişikliklere yol açabilmektedir. Bu bildiride, kimyasal maruziyetin balık fizyolojisi, bağırsak sağlığı ve bağışıklık sistemi üzerindeki etkileri ile bu etkilerin azaltılmasında fitobiyotikler ve doğal antioksidanların potansiyeli değerlendirilmiştir. Bitkisel kaynaklı fenolik bileşikler, flavonoidler, terpenoidler, alkaloidler ve uçucu yağların antioksidan, antimikrobiyal ve immünomodülatör özellikleri, balıkların çevresel streslere karşı doğal savunma kapasitesini destekleyen önemli mekanizmalar olarak öne çıkmaktadır. Bununla birlikte, düşük biyoyararlanım, sınırlı çözünürlük ve sindirim kanalındaki kayıplar, bu bileşiklerin yemlere etkin biçimde entegrasyonunu sınırlandırmaktadır. Bu noktada nanoenkapsülasyon ve nanotaşıyıcı sistemler, biyoaktif bileşenlerin korunması, biyoyararlanımının artırılması ve kontrollü salımının sağlanması açısından yenilikçi bir yaklaşım sunmaktadır. Sonuç olarak, çevresel kirleticilerin kontrolü ile fitobiyotik ve nanoteknoloji temelli fonksiyonel yem stratejilerinin birlikte uygulanması; balık sağlığının korunmasına, sentetik kimyasal ve antibiyotik kullanımının azaltılmasına ve sürdürülebilir akuakültür sistemlerinin geliştirilmesine katkı sağlayabilir.

Anahtar Kelimeler: Akuakültür, fitobiyotik, doğal antioksidan, kimyasal kirleticiler, oksidatif stres, nanotaşıyıcı sistemler

A "ONE HEALTH" APPROACH TO INDUSTRİAL AND AGRİCULTURAL CHEMİCAL EXPOSURE İN AQUACULTURE: THE USE OF NATURAL ANTİOXİDANTS AS A BİOLOGİCAL PROTECTİVE SHİELD

Emin İLERİ

ORCID: 0009-0001-4874-7387

emin.ileri@asu.edu.tr

Aksaray Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri ve Hastalıkları Anabilim Dalı, Aksaray, Türkiye

Arş. Gör.Dr. Enes ÜSTÜNER

ORCID: 0000-0002-3837-5049

enesustuner@aksaray.edu.tr

Aksaray Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Sucul Hayvan Hastalıkları Anabilim Dalı, Aksaray, Türkiye

Prof. Dr. Mustafa ÖZ

ORCID: 0000-0001-5264-7103

ozmustafa@aksaray.edu.tr

Aksaray Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Sucul Hayvan Hastalıkları Anabilim Dalı, Aksaray, Türkiye

Abstract

The increase in chemical pollutants of industrial and agricultural origin in aquaculture systems poses a significant threat to fish health and the sustainability of aquaculture practices. Pollutants such as pesticides, heavy metals, pharmaceuticals, and others can induce oxidative stress, tissue damage, disruption of the intestinal barrier, microbiota imbalance, and alterations in immune responses in fish. This paper evaluates the effects of chemical exposure on fish physiology, gut health, and the immune system, as well as the potential of phytobiotics and natural antioxidants to mitigate these effects. The antioxidant, antimicrobial, and immunomodulatory properties of plant-derived phenolic compounds, flavonoids, terpenoids, alkaloids, and essential oils stand out as key mechanisms supporting the natural defense capacity of fish against environmental stressors. However, low bioavailability, limited solubility, and losses within the digestive tract constrain the effective incorporation of these compounds into feeds. In this context, nanoencapsulation and nanocarrier systems offer an innovative approach for protecting bioactive components, enhancing their bioavailability, and ensuring their controlled release. Ultimately, the combined implementation of environmental pollutant control and functional feed strategies based on phytobiotics and nanotechnology can contribute to safeguarding fish health, reducing the use of synthetic chemicals and antibiotics, and developing sustainable aquaculture systems.

Keywords: Aquaculture, phytobiotic, natural antioxidant, chemical pollutants, oxidative stress, nanocarrier systems

1.GİRİŞ

Küresel akuakültür sistemlerinde artan endüstriyel ve zirai kirletici yükü, sucul ekosistemlerin biyolojik bütünlüğünü tehdit ederken balık sağlığı üzerinde kritik fizyolojik stresörler oluşturmaktadır. Bu çevresel kimyasallar, reaktif oksijen türlerinin birikimine yol açarak balıklarda oksidatif strese, immünosupresyona ve nörotoksisite gibi ciddi fizyolojik bozukluklara zemin hazırlamaktadır (Menon vd., 2023; Moezzi vd., 2025). Tek Sağlık yaklaşımı, bu toksikolojik zincirleme etkilerin sadece sucul canlılarla sınırlı kalmayıp, gıda güvenliği zinciri üzerinden insan sağlığına ve ekosistem döngüsüne uzanan etkilerini bütünsel bir çerçevede değerlendirmeyi zorunlu kılmaktadır (Öz vd., 2025a). Bu bağlamda, fitobiyotiklerden elde edilen polifenoller ve karotenoidler gibi doğal antioksidanlar, hücresel sinyal yolaklarını modüle ederek ve serbest radikalleri nötralize ederek balıklarda biyolojik bir kalkan görevi görmektedir (Hu vd., 2025; Naiel vd., 2023; Öz ve Üstüner, 2026a). Söz konusu doğal bileşikler, sentetik antibiyotik ve kemoterapötiklerin kullanımını azaltarak hem yetiştiricilik süreçlerinde verimliliği desteklemekte hem de gıda ürünlerinde kimyasal kalıntı riskini minimize etmektedir (Chakraborty ve Hancz, 2011; Eissa vd., 2024).

Bu stratejik yaklaşım, bitkisel kaynaklı biyoaktif bileşenlerin yem rasyonlarına dahil edilmesiyle hem oksidatif hasarların onarılmasını hem de balıkların doğal savunma mekanizmalarının güçlendirilmesini hedeflemektedir (Ahmadifar vd., 2021; Aklakur, 2018). Bu bağlamda, alkaloidler, flavonoidler ve terpenoidler gibi biyoaktif maddeler içeren fitobiyotikler, antibiyotik direncinin önlenmesinde ve çevresel kirleticilere karşı doğal bir bariyer oluşturulmasında sürdürülebilir bir alternatif olarak öne çıkmaktadır (Pudota vd., 2025). Fitokimyasalların immün sistemi uyarıcı ve antimikrobiyal kapasiteleri, balıkların çevresel stres faktörlerine karşı fizyolojik dayanıklılığını optimize ederek daha dirençli popülasyonlar oluşturulmasına olanak tanımaktadır (Chakraborty vd., 2014; Sánchez-Martínez vd., 2024). Bu entegre strateji, yem katkı maddesi olarak kullanılan bitkisel türevlerin, sentetik antibiyotiklerin aksine mikrobiyal ekosistem dengesini bozmadan ve çevresel birikim riski yaratmadan hayvansal ürün kalitesini artırdığını kanıtlamaktadır (Öz vd., 2024b; Molina-Roque vd., 2026). Ayrıca, bitki özlerinden elde edilen bu antioksidanlar, yoğun stoklama ve düşük su kalitesi gibi çevresel stres faktörlerinin neden olduğu hücresel hasarı minimize ederek, balıklarda oksidatif stres kaynaklı verim kayıplarının önüne geçilmesine doğrudan katkı sağlamaktadır (Faheem vd., 2022).

2. SU EKOSİSTEMLERİNDE ENDÜSTRİYEL VE TARIMSAL KİMYASAL BASKISI

Tarımsal üretim, sanayileşme ve kentleşmedeki artış, sucul ekosistemlere ulaşan kimyasal kirleticilerin çeşitliliğini ve çevresel yükünü artırmaktadır. Tarımsal alanlardan yüzey akışı ve drenaj yoluyla taşınan pestisitler ile gübre kaynaklı bileşikler; endüstriyel faaliyetlerden kaynaklanan ağır metaller ve organik kirleticilerle birlikte nehir, göl, baraj ve kıyısal ekosistemlerde önemli bir kimyasal baskı oluşturmaktadır. Bu kirleticilerin bir bölümü su kolonunda bulunurken, bir bölümü sedimentte birikerek uzun süre çevrede kalabilmektedir. Bu nedenle sucul ortamlardaki kimyasal kirlilik, kirleticilerin yalnızca mevcut konsantrasyonlarıyla değil, çevredeki kalıcılıkları ve biyolojik sistemlere taşınma potansiyelleriyle birlikte değerlendirilmelidir (Jonsson ve Queiroz, 2023; Wang vd., 2024; Öz ve Üstüner, 2026b).

Tarımsal kaynaklı pestisitler, sucul ekosistemlerdeki başlıca kirletici gruplarından biridir. Organofosfatlar, karbamatlar ve sentetik piretroitler gibi pestisitler, yağış ve yüzey akışı yoluyla tarım alanlarından sucul ortamlara taşınabilmektedir. Hidrofobik özellikteki bazı bileşikler sediment ve askıdaki partiküllerle etkileşerek çevrede daha uzun süre kalabilmekte ve böylece sucul organizmaların yalnızca sudan değil, sediment ve besin zinciri üzerinden de maruz kalmasına neden olabilmektedir (Rohani, 2023; Jonsson ve Queiroz, 2023). Özellikle mikroplastiklerin hidrofobik sentetik piretroitler için taşıyıcı (vektör) görevi görerek bu kimyasalların biyobirikimini ve trofik transfer dinamiklerini hızlandırdığı bildirilmektedir (Üstüner vd., 2026c).

Ağır metaller de su ekosistemlerindeki önemli kirleticiler arasındadır. Kadmiyum, kurşun, cıva ve krom gibi metaller kolay parçalanmadıkları için su, sediment ve biyotada uzun süre bulunabilmektedir. Sucul organizmalar

tarafından alınabilmeleri, bu maddelerin besin zinciri boyunca taşınmasına ve bazı durumlarda biyobirikime uğramasına yol açabilmektedir. Bu nedenle ağır metal kirliliği, yalnızca su kalitesini değil, ekosistemdeki farklı trofik düzeylerde bulunan canlıların maruziyetini de etkileyen önemli bir çevresel sorun olarak değerlendirilmektedir (Wang vd., 2024; Kumar vd., 2024). Benzer şekilde, sucul ortama karışan bor gibi inorganik kirleticilerin su kaynaklı kronik maruziyetinin de balıklarda büyümeyi baskıladığı ve kan tablosunu olumsuz etkilediği bildirilmiştir (Çelik vd., 2024).

Kimyasal baskı pestisit ve ağır metallerle sınırlı olmayıp farmasötikler, veteriner ilaçları ve diğer ortaya çıkan kirleticileri de kapsamaktadır. Bu bileşikler çevrede düşük konsantrasyonlarda bulunmalarına rağmen biyolojik olarak aktif olmaları nedeniyle sucul organizmalar açısından potansiyel risk oluşturabilmektedir. Özellikle akuakültür sistemlerinde kullanılan ilaçlar ile tarımsal kaynaklı kimyasalların su kaynakları üzerinden yetiştiricilik ortamlarına ulaşabilmesi, konuyu yalnızca çevresel değil, aynı zamanda üretim ve gıda güvenliği açısından da önemli hâle getirmektedir (Punginelli vd., 2024; Jonsson ve Queiroz, 2023).

Akuakültür sistemlerinin çevresel kimyasal baskıya maruz kalabileceğini gösteren güncel çalışmalar bulunmaktadır. Farklı yetiştiricilik sistemlerinde pestisit kalıntılarının tespit edilmesi, tarımsal kökenli kimyasalların üretim ortamlarına taşınabileceğini göstermektedir (Gan vd., 2024). Bu bağlamda Öz vd., (2024a) çalışmasında, tarımsal bir pestisit olan sipermetrinin Nil tilapiası üzerindeki etkileri incelenmiş ve kimyasal maruziyetin balık sağlığı açısından önemli bir stres kaynağı olduğu ortaya konmuştur. Nitekim su kaynaklı inorganik bir kirletici olan borik asit maruziyetinde de benzer fizyolojik baskılanma ve doku hasarlarının şekillendiği bildirilmiştir (Öz vd., 2026d). Bu bulgular, akuakültürde su kalitesinin yalnızca temel fizikokimyasal parametreler açısından değil, çevresel kirleticiler yönünden de izlenmesi gerektiğini göstermektedir.

Sonuç olarak endüstriyel ve tarımsal faaliyetlerden kaynaklanan kimyasal kirleticiler su, sediment ve biyota arasında taşınarak akuakültür sistemlerine ulaşabilmektedir. Sürdürülebilir yetiştiricilik açısından bu kirleticilerin kaynaklarının, çevredeki davranışlarının ve üretim sistemlerine giriş yollarının belirlenmesi önem taşımaktadır. Bununla birlikte, bu kimyasalların balıklarda oluşturduğu fizyolojik, bağırsak ve immünolojik sonuçların ayrıntılı değerlendirilmesi gerekmektedir.

3. KİMYASAL MARUZİYETİN BALIK FİZYOLOJİSİ, BAĞIRSAK HİSTOPATOLOJİSİ VE BAĞIŞIKLIK ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Çevresel kimyasal kirleticiler balıklarda oksidatif stres, metabolik bozukluklar ve bağışıklık sistemi değişiklikleri gibi çok yönlü fizyolojik etkiler oluşturabilmektedir. Pestisit maruziyetinde reaktif oksijen türlerinin (ROS) artması, antioksidan savunmanın yetersiz kalmasına ve lipid, protein ve DNA hasarına neden olabilmektedir (Moezzi vd., 2025). Bu süreçlerin büyüme, metabolik denge ve genel fizyolojik performans üzerinde olumsuz sonuçlar oluşturabileceği bildirilmektedir (Öz ve Üstüner, 2026e). Nitekim yaygın organofosfatlı insektisitlerden diazinon ve malathion maruziyetinin balıklarda büyüme performansını baskıladığı, anemiye yol açtığı ve beyin dokusunda nöroinflamatuvar ile apoptotik gen ekspresyonlarını tetiklediği gösterilmiştir (Öz vd., 2025b; Üstüner vd., 2026a).

Kimyasal stresin etkileri farklı organ ve dokularda histopatolojik değişikliklerle de ortaya çıkmaktadır. Öz ve Üstüner (2026e), ksenobiyotik maruziyetin balıklarda oksidatif hasar ve doku düzeyinde bozulmalarla ilişkili olduğunu; bu süreçte antioksidan savunma ve detoksifikasyon mekanizmalarının önemli rol oynadığını bildirmiştir. Özellikle solungaç ve bağırsak gibi çevreyle doğrudan temas eden dokular, kirleticilerin etkilerine karşı önemli hedef bölgeler olarak öne çıkmaktadır (Yu vd., 2024). Ayrıca kimyasal maddelerin doza ve maruziyet süresine bağlı olarak dokulardaki redoks dengesini doğrudan etkilediği, antioksidan kapasitede ve lipit peroksidasyonunda (MDA) doku bazlı dalgalanmalara yol açtığı saptanmıştır (Öz, 2025).

Bağırsak, kimyasal maruziyetin hem yapısal hem de immünolojik sonuçlarının görülebildiği kritik bir organdır. Piraklostrobin maruziyetinin sazanlarda bağırsak histolojisini bozduğu, oksidatif stresi artırdığı, bağırsak

geçirgenliğini yükselttiği ve inflamatuvar yanıtı değiştirdiği gösterilmiştir (Zhang vd., 2024). Benzer şekilde, kimyasal pestisitlerin bağırsak mikrobiyotasında disbiyozise yol açarak bağırsak bariyerini zayıflatabildiği ve inflamasyon ile immün bozuklukları tetikleyebildiği bildirilmektedir (Dong ve Moon, 2025; Öz ve Üstüner, 2026f).

Bağırsak mikrobiyotası ile bağışıklık arasındaki yakın ilişki nedeniyle bu değişimler yalnızca lokal bağırsak hasarıyla sınırlı kalmayabilir. Mikrobiyota dengesindeki bozulma, bağırsak geçirgenliğinin artmasına ve inflamatuvar süreçlerin güçlenmesine katkıda bulunabilmektedir (Dong ve Moon, 2025). Ayrıca trifenil fosfat maruziyetinin zebra balıklarında bağırsak ve solungaçlarda oksidatif hasar ile birlikte immün yanıt değişikliklerine neden olduğu gösterilmiştir (Yu vd., 2024).

Sonuç olarak kimyasal maruziyet; oksidatif stres, doku hasarı, bağırsak bariyerinin bozulması, mikrobiyota dengesizliği ve bağışıklık yanıtındaki değişiklikleri birlikte tetikleyebilmektedir (Moezzi vd., 2025; Dong ve Moon, 2025). Bu nedenle sürdürülebilir akuakültür açısından yalnızca kirleticilerin kontrol edilmesi değil, balıkların doğal savunma ve adaptasyon kapasitesini destekleyen koruyucu stratejilerin geliştirilmesi de önem taşımaktadır. Bu noktada fitobiyotikler ve doğal antioksidanlar, kimyasal stresin olumsuz etkilerini azaltmaya yönelik potansiyel biyolojik araçlar olarak öne çıkmaktadır.

4. BİYOLOJİK KORUYUCU KALKAN OLARAK FİTOBİYOTİKLER VE DOĞAL ANTİOKSİDANLAR

Kimyasal ve çevresel stresörlerin balık sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri, akuakültürde doğal ve sürdürülebilir koruyucu yaklaşımlara olan ilgiyi artırmıştır. Bu kapsamda fitobiyotikler; bitkilerden elde edilen fenolik bileşikler, flavonoidler, terpenoidler, alkaloidler ve uçucu yağlar gibi biyolojik olarak aktif maddeleri içeren önemli yem katkıları arasında değerlendirilmektedir (Pudota vd., 2025). Bu bileşiklerin antioksidan, antimikrobiyal ve immünomodülatör özellikleri, balıkların çevresel streslere ve hastalık etkenlerine karşı doğal savunma kapasitesini destekleyebilmektedir (Naiel vd., 2023).

Doğal antioksidanların temel etkilerinden biri, reaktif oksijen türlerinin neden olduğu oksidatif hasarın sınırlandırılmasıdır. Bitkisel kökenli antioksidanların serbest radikalleri nötralize ederek oksidatif dengeyi desteklediği ve buna bağlı olarak balıkların bağışıklık yanıtı ile genel fizyolojik performansına katkı sağlayabildiği bildirilmektedir (Hu vd., 2025). Örneğin, sentetik bir piretroit olan deltametrin maruziyeti sonucu şekillenen sistemik oksidatif stres, karaciğer hasarı ve büyüme geriliğinin, rasyona enginar (*Cynara scolymus*) yaprağı ekstraktı ilavesiyle antioksidan enzimlerin (SOD, CAT, GPx) uyarılması üzerinden etkili biçimde hafifletildiği ortaya konmuştur (Gümüş vd., 2026). Özellikle fenolik bileşikler, bitkisel ekstraktlar ve uçucu yağların bağırsak sağlığı ile antioksidan kapasite üzerinde olumlu etkiler oluşturabileceği gösterilmiştir (Naiel vd., 2023). Nitekim kekik ve biberiye gibi bitkisel ekstraktların hücresel düzeyde doku bütünlüğünü koruyarak oksidatif hasarı azalttığı gösterilmiştir (Öz vd., 2026c).

Bu alanda Öz vd. (2026a) tıbbi ve aromatik bitki yağlarının akuakültür yemlerindeki potansiyelini ayrıntılı biçimde ortaya koymaktadır. Bu yağların içerdiği biyolojik aktif bileşenlerin büyüme performansı, bağışıklık yanıtı ve stres dayanıklılığı ile ilişkili mekanizmalar üzerinde durulmuş; özellikle fenolik monoterpenler ve diğer bitkisel ikincil metabolitlerin fonksiyonel yem katkısı olarak önem taşıdığı vurgulanmıştır. Ayrıca bitkisel yağların uygun formülasyonlarla kullanılması, doğal bileşiklerin akuakültürde daha etkin biçimde değerlendirilmesi açısından önemli görülmektedir.

Fitobiyotiklerin etkileri yalnızca antioksidan savunma ile sınırlı değildir. Bitkisel biyoaktif maddelerin bağışıklık yanıtını düzenleyebildiği, patojenlere karşı direnci artırabildiği ve bağırsak sağlığını destekleyebildiği bildirilmektedir (Pudota vd., 2025). Bu çok yönlü özellikler, fitobiyotikleri antibiyotik ve sentetik kimyasal katkılara alternatif olabilecek sürdürülebilir araçlar hâline getirmektedir (Sandeep vd., 2025). Nitekim enginar yaprağı ekstraktı gibi fonksiyonel bitkisel katkıların rasyona dahil edilmesinin, balıklarda metabolik dengeyi

destekleyerek büyüme parametrelerini, yem değerlendirme oranını ve kan tablosunu optimize ettiği bildirilmektedir (Esen vd., 2025). Bunun yanı sıra enginar (*Cynara scolymus*) yaprağı ekstraktı gibi polifenolik bileşiklerin, deltametrin gibi sentetik piretroit maruziyeti sonrasında kendiliğinden iyileşmenin yetersiz kaldığı durumlarda doku rejenerasyonunu belirgin şekilde hızlandırdığı ve redoks dengesini yeniden sağladığı ortaya konmuştur (Üstüner vd., 2026b).

Sonuç olarak fitobiyotikler ve doğal antioksidanlar; oksidatif stresin azaltılması, bağışıklığın desteklenmesi, bağırsak sağlığının korunması ve hastalık direncinin geliştirilmesi gibi birbirini tamamlayan etkileri sayesinde biyolojik bir koruyucu kalkan oluşturma potansiyeline sahiptir. Bununla birlikte, bitkisel biyoaktif bileşiklerin stabilitesi, dozajı ve biyoyararlanımı gibi faktörler uygulamadaki etkinliklerini belirlemektedir (Öz vd., 2026a). Nitekim anason (*Pimpinella anisum*) uçucu yağının uygun dozlarda (%0.10–0.20) antioksidan savunmayı ve büyümeyi desteklerken, yüksek dozlarda (%0.30) metabolik dengesizlik ve doku hasarına yol açması, fitobiyotik kullanımında hassas doz optimizasyonunun kritik rolünü açıkça göstermektedir (Tok vd., 2025).

5. AKUAKÜLTÜR YEMLERİNE ENTEGRASYONDA YENİLİKÇİ YAKLAŞIMLAR (NANOTAŞIYICI SİSTEMLER)

Fitobiyotiklerin akuakültür yemlerine eklenmesi, doğal biyoaktif bileşiklerin kullanımını mümkün kılmasına rağmen; düşük suda çözünürlük, çevresel koşullara duyarlılık, sınırlı biyoyararlanım ve sindirim kanalında hızlı kayıp gibi bazı uygulama sorunlarını beraberinde getirebilmektedir. Bu nedenle son yıllarda nanoenkapsülasyon ve nanotaşıyıcı sistemler, aktif bileşenlerin korunması ve daha kontrollü biçimde balığa ulaştırılması açısından yenilikçi bir yaklaşım olarak öne çıkmaktadır. Nanoenkapsülasyon, biyoaktif maddelerin dış etkenlerden korunmasına, çözünürlük ve biyoyararlanımın geliştirilmesine ve gastrointestinal sistem içerisinde kontrollü salım sağlanmasına katkı sağlayabilmektedir (Ahmed vd., 2023).

Akuakültür açısından nanotaşıyıcıların önemli avantajlarından biri, yem içerisinde bulunan fonksiyonel bileşenlerin daha etkin kullanılabilmesidir. Özellikle polimerik sistemler, lipid temelli taşıyıcılar ve diğer nanoformülasyonlar; immünostimülanlar, bitkisel ekstraktlar ve farklı biyoaktif maddelerin taşınmasında değerlendirilmektedir. Kitosan, aljinat ve PLGA gibi polimerik nanotaşıyıcıların biyoyararlanımı ve immün yanıtı destekleme açısından önemli bir potansiyel taşıdığı; bununla birlikte etkinlik ile biyogüvenlik arasındaki dengenin uygulama öncesinde dikkatle değerlendirilmesi gerekmektedir (Öz ve Üstüner, 2026c; Öz ve Üstüner, 2026d).

Nanoformülasyonların bir diğer önemli işlevi, yem katkılarının kontrollü ve hedefe yönelik salımını sağlayabilmesidir. Böylece biyoaktif bileşenlerin sindirim sisteminin belirli bölgelerine daha etkili biçimde ulaştırılması ve erken parçalanmasının azaltılması mümkün olabilir (Ahmed vd., 2023). Ayrıca nanopartikül destekli yemlerin besinlerin emilimi ve kullanımını artırabileceği, bu nedenle büyüme ve sağlık göstergelerini destekleme potansiyeline sahip olduğu bildirilmektedir (Dube, 2024). Örneğin, bitkisel ekstraktlarla yeşil sentez yöntemiyle üretilen selenyum nanopartiküllerinin (SeNP), inorganik sodyum selenit formuna kıyasla biyoyararlanımı artırarak balıklarda büyüme, antioksidan enzim aktiviteleri (CAT, GPx) ve karaciğer fonksiyonları üzerinde çok daha üstün bir fizyolojik koruma sağladığı kanıtlanmıştır (Dikel vd., 2026).

Bununla birlikte nanotaşıyıcı sistemlerin akuakültürde yaygınlaştırılabilmesi için yalnızca etkinlik değil, ekotoksisite, biyobirikim, çevresel kalıcılık, doz güvenliği ve ekonomik uygulanabilirlik de dikkate alınmalıdır (Öz ve Üstüner, 2026d). Bu nedenle nanotaşıyıcılar, fitobiyotiklerin biyolojik etkinliğini artırabilecek umut verici bir teknoloji olmakla birlikte, tür ve bileşik özgüllüğüne dayalı standartlaştırılmış uygulamalara ve uzun dönemli güvenlik çalışmalarına ihtiyaç duymaktadır. Böylece doğal biyoaktiflerin yalnızca laboratuvar koşullarında değil, ticari akuakültür yemlerinde de daha kontrollü ve sürdürülebilir biçimde kullanılmasının önü açılabilir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Akuakültürde yoğun üretim koşulları ve çevresel kirleticiler, balıklarda oksidatif stres, doku hasarı ve fizyolojik dengenin bozulması gibi çok yönlü sorunlara neden olabilmektedir. Özellikle ağır metallerin balık dokularında biyobirikime uğrayabilmesi ve reaktif oksijen türlerinin oluşumunu artırması, hücresel hasar açısından önemli bir risk oluşturmaktadır (Zahran vd., 2025). Farmasötik kirleticilere maruziyetin de balıklarda oksidatif stres göstergelerini değiştirebildiği bildirilmiştir (Grădinariu vd., 2025).

Bu kimyasal baskının azaltılmasında bitkisel kaynaklı biyoaktif bileşikler, sürdürülebilir yem stratejilerinin önemli bileşenleri arasında yer almaktadır. Fitobiyotiklerin antioksidan kapasiteyi, bağışıklık yanıtını, hastalık direncini ve stres toleransını destekleyebildiği bildirilmektedir (Wei vd., 2024). Ayrıca probiyotik ve fitobiyotiklerin birlikte kullanımının bağırsak ve su mikrobiyal dengesinin korunmasına ve yetiştiricilik performansının desteklenmesine katkı sağlayabileceği belirtilmektedir (Khanjani vd., 2024; Öz vd., 2026b).

Doğal biyoaktiflerin etkin kullanımında ise stabilite, biyoyararlanım ve sindirim sistemindeki kayıplar önemli sınırlılıklar oluşturmaktadır. Bu nedenle nanoteknolojik taşıma sistemleri, yem bileşenlerinin biyoyararlanımını ve sindirilebilirliğini geliştirme, fonksiyonel maddelerin daha kontrollü biçimde taşınmasını sağlama açısından önemli bir potansiyel taşımaktadır (Khan vd., 2024). Postbiyotikler de stabil yapıları ve sağlık ile hastalık direnci üzerindeki potansiyel etkileri nedeniyle sürdürülebilir yem katkıları arasında değerlendirilmektedir (Tao vd., 2024).

Sonuç olarak sürdürülebilir akuakültür için çevresel kirleticilerin kontrolü ile balıkların doğal savunma kapasitesini destekleyen beslenme stratejilerinin birlikte ele alınması gerekmektedir. Gelecekteki araştırmalarda fitobiyotiklerin farklı balık türlerindeki etkinliklerinin doz, uzun dönem güvenlik, biyoyararlanım, bağırsak mikrobiyotası ve çevresel etkiler açısından değerlendirilmesi önem taşımaktadır. Nanotaşıyıcı sistemlerin doğal biyoaktiflerle birlikte geliştirilmesi ise bu bileşiklerin etkinliğinin artırılması ve ticari akuakültür uygulamalarına aktarılması açısından yeni olanaklar sunabilir. Böylece balık sağlığının korunması, antibiyotik ve sentetik kimyasal kullanımının azaltılması ve daha sürdürülebilir yetiştiricilik sistemlerinin geliştirilmesi desteklenebilir.

KAYNAKÇA

Ahmadifar, E., Yousefi, M., Karimi, M., Fadaei Raieni, R., Dadar, M., Yilmaz, S., ... & Abdel-Latif, H. M. (2021). Benefits of dietary polyphenols and polyphenol-rich additives to aquatic animal health: an overview. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture, 29*(4), 478-511.

Ahmed, J., Vasagam, K. K., & Ramalingam, K. (2023). Nanoencapsulated aquafeeds and current uses in fisheries/shrimps: a review. *Applied Biochemistry and Biotechnology, 195*(11), 7110-7131.

Aklakur, M. (2018). Natural antioxidants from sea: A potential industrial perspective in aquafeed formulation. *Reviews in Aquaculture, 10*(2), 385-399.

Çelik, M., Dikel, S., & Öz, M. (2024). Investigation of the effect of water and feed sourced boron on the growth performance and blood parameters of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Journal of the World Aquaculture Society, 55*(6), e13104.

Chakraborty, S. B., & Hancz, C. (2011). Application of phytochemicals as immunostimulant, antipathogenic and antistress agents in finfish culture. *Reviews in Aquaculture, 3*(3), 103-119.

Chakraborty, S. B., Horn, P., & Hancz, C. (2014). Application of phytochemicals as growth-promoters and endocrine modulators in fish culture. *Reviews in Aquaculture, 6*(1), 1-19.

Dikel, S., Öz, M., Erşatır, M., Dikel, Ç., Üstüner, E., & Demirkol, O. (2026). Comparative effects of dietary inorganic and nano forms of selenium on growth, hematological, biochemical, and antioxidant responses in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Tropical Animal Health and Production, 58*, 530.

Dong, B., & Moon, H. B. (2025). Toxicological effects of chemical pesticides in fish: Focusing on intestinal injury and gut microbial dysbiosis. *Pesticide Biochemistry and Physiology, 211*, 106405.

Dube, E. (2024). Nanoparticle-Enhanced Fish Feed: Benefits and Challenges. *Fishes 9*, 322.

Eissa, E. S. H., Elbahnaswy, S., El-Baz, A. H., El-Haroun, E., Ashour, M., Mansour, A. T., ... & Eldessouki, E. A. (2024). Effects of dietary commercial phytobiotic "Sanacore® GM" on Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) growth, immune response, redux status, intestinal health, and disease resistance against *Fusarium solani*. *Aquaculture International, 32*(3), 3041-3060.

Esen, R., Öz, M., & Dikel, S. (2025). Effects of artichoke (*Cynara scolymus*) leaf extract on the growth, blood, and biochemistry parameters of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Tropical Animal Health and Production, 57*(6), 284.

Faheem, M., Abbas, R. Z., Liaqat, I., Hoseinifar, S. H., Maneepitaksanti, W., & Van Doan, H. (2022). Bio-active components in medicinal plants: A mechanistic review of their effects on fish growth and physiological parameters–A review. *Annals of Animal Science, 22*(4), 1127-1149.

Gan, W., Zhang, R., Cao, Z., Liu, H., Fan, W., Sun, A., ... & Shi, X. (2024). Unveiling the hidden risks: Pesticide residues in aquaculture systems. *Science of The Total Environment, 929*, 172388.

Grădinariu, L., Crețu, M., Vizireanu, C., & Dediu, L. (2025). Oxidative stress biomarkers in fish exposed to environmental concentrations of pharmaceutical pollutants: A review. *Biology, 14*(5), 472.

Gümüş, H., Dikel, S., & Öz, M. (2026). Mitigating deltamethrin-induced systemic toxicity in Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) via dietary artichoke (*Cynara scolymus*) leaf extract: a multi-biomarker approach. *Aquaculture International, 34*(5), 158.

Hu, X., Ma, W., Zhang, D., Tian, Z., Yang, Y., Huang, Y., & Hong, Y. (2025). Application of natural antioxidants as feed additives in aquaculture: A review. *Biology, 14*(1), 87.

Jonsson, C. M., & de Queiroz, S. C. D. N. (2023). Concepts on accumulation of pesticides and veterinary drugs in fish: a review with emphasis in tilapia. *Animals, 13*(17), 2748.

Khan, S. K., Dutta, J., Ahmad, I., & Rather, M. A. (2024). Nanotechnology in aquaculture: Transforming the future of food security. *Food chemistry: X, 24*, 101974.

Khanjani, M. H., Sharifinia, M., Akhavan-Bahabadi, M., & Emerenciano, M. G. C. (2024). Probiotics and phytobiotics as dietary and water supplements in biofloc aquaculture systems. *Aquaculture Nutrition, 2024*(1), 3089887.

Kumar, M., Singh, S., Jain, A., Yadav, S., Dubey, A., & Trivedi, S. P. (2024). A review on heavy metal-induced toxicity in fishes: Bioaccumulation, antioxidant defense system, histopathological manifestations, and transcriptional profiling of genes. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology, 83*, 127377.

Menon, S. V., Kumar, A., Middha, S. K., Paital, B., Mathur, S., Johnson, R., ... & Asthana, M. (2023). Water physicochemical factors and oxidative stress physiology in fish, a review. *Frontiers in Environmental Science, 11*, 1240813.

Moezzi, S. A., Ramezani, S., Rezaei, K., & Khoei, A. J. (2025). Mechanisms of Pesticide Toxicity in Fish: Insights Into the Ameliorative Role of Plant-Derived Compounds—A Review. *Aquaculture nutrition, 2025*(1), 5328773.

Molina-Roque, L., Acosta, F., Izquierdo, M., Saromines, C. J., Grifoll, V., Docando, J., ... & Torrecillas, S. (2026). Antioxidant, antibacterial, and immunostimulatory potentials of terrestrial and marine extracts from by-products and low-value biomass: an ex vivo study in gilthead seabream (*Sparus aurata*) head kidney leukocytes. *Frontiers in Marine Science, 13*, 1816745.

Naiel, M. A., El-Kholy, A. I., Negm, S. S., Ghazanfar, S., Shukry, M., Zhang, Z., ... & Abdel-Latif, H. M. (2023). A mini-review on plant-derived phenolic compounds with particular emphasis on their possible applications and beneficial uses in aquaculture. *Annals of Animal Science, 23*(4), 971-977.

Öz, M. (2025). Effects of Boric Acid on Oxidative Stress Parameters, Growth Performance and Blood Parameters of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Biological Trace Element Research, 203*(3), 1647-1655.

Öz, M., & Üstüner, E. (2026a). Beyond the omega-3 bottleneck: Microalgal biorefineries as a sustainable paradigm for aquafeeds. *Algal Research, 96*, 104700.

Öz, M., & Üstüner, E. (2026b). Finfish aquaculture authenticity: integrating genomic and metabolomic fingerprints for geographic and production method discrimination. *Food Science and Biotechnology*, 1-17.

Öz, M., & Üstüner, E. (2026c). Mimicking the Ocean: Critical Challenges in Scaffold Design and Tissue Texturization for Cell-Cultured Seafood. *Journal of Food Science, 91*, e71163.

Öz, M., & Üstüner, E. (2026d). Nanotechnology-Based Immunostimulants in Aquaculture: Mechanisms, Advances and Practical Applications. *Veterinary Medicine and Science, 12*(5), e71158.

Öz, M., & Üstüner, E. (2026e). Nutritional detoxification strategies in aquaculture: bioactive feed additives mitigating oxidative stress and xenobiotic toxicity in fish. *Fish Physiology and Biochemistry, 52*(4), 104.

Öz, M., & Üstüner, E. (2026f). Omics technologies in aquafeed: unlocking the black box towards systems biology. *Functional & Integrative Genomics, 26*, 145.

Öz, M., Inanan, B. E., Üstüner, E., Karagoz, B., & Dikel, S. (2024a). Effects of dietary garlic (*Allium sativum*) oil on growth performance, haemato-biochemical and histopathology of cypermethrin-intoxicated Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Veterinary Medicine and Science, 10*(3), e1449.

Öz, M., Üstüner, E., & Bölükbaş, F. (2024b). Effects of dietary black cumin (*Nigella sativa* L.) oil on growth performance, hemato-biochemical and histopathology of cypermethrin-intoxicated Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Journal of the World Aquaculture Society, 55*(1), 273-288.

Öz, M., Üstüner, E., & Çifci, S. (2026a). Medicinal and Aromatic Plant Oils in Aquafeeds: Mechanistic Perspectives on Growth Promotion, Immunomodulation, and Stress Resilience. *Aquaculture Nutrition, 2026*(1), 8992384.

Öz, M., Üstüner, E., Çifci, S., Budak, F., İleri, E., & Dikel, S. (2025a). Artificial intelligence for fish disease diagnosis and management: innovations, challenges, and One Health implications. *Aquaculture International, 33*, 652.

Öz, M., Üstüner, E., Çifci, S., Dikel, S., İleri, E., & Budak, F. (2026b). Innovative Field Applications of Probiotics, Prebiotics, and Medicinal Plant Products for Disease Control in Aquaculture. *Journal of Fish Diseases*, e70227.

Öz, M., Üstüner, E., & Dağar, O. (2026c). Sensory and Histopathological Assessment of the Protective Effects of Thyme (*Thymus vulgaris*) and Rosemary (*Rosmarinus officinalis*) Extracts on Refrigerated Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Fillets. *Journal of Food Quality, 2026*, 3622986.

Öz, M., Üstüner, E., & Dikel, S. (2026d). The protective role of dietary black cumin (*Nigella sativa* L.) oil against waterborne boric acid in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*): hematological, biochemical, oxidative stress, and histopathological responses. *Aquaculture International, 34*, 19.

Öz, M., Üstüner, E., Jumayeva, M., & Dikel, S. (2025b). Dietary Nigella sativa oil confers protection against diazinon toxicity in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*): A detoxification-based approach. *Veterinary Research Communications, 49*(5), 305.

Pudota, B. A., Tambireddy, N., Chennu, R., Chethurajupalli, L., Shaik, H., Nadella, R. K., ... & Paturi, A. P. (2025). Exploring the perspectives of phytobiotics and their role in aquaculture: Present status and future trends. *The Microbe*, 100496.

Punginelli, D., Maccotta, A., & Savoca, D. (2024). Biological and environmental impact of pharmaceuticals on marine fishes: a review. *Journal of Marine Science and Engineering, 12*(7), 1133.

Rohani, M. F. (2023). Pesticides toxicity in fish: Histopathological and hemato-biochemical aspects–A review. *Emerging Contaminants, 9*(3), 100234.

Sánchez-Martínez, J. G., Rábago-Castro, J. L., Pérez-Castañeda, R., Benavides-González, F., de la Luz Vázquez-Sauceda, M., & Blanco-Martínez, Z. (2024). Acuacultura sostenible: salud en peces cultivados y alternativas a los compuestos químicos. *Ciencias Veterinarias y Producción Animal, 2*(1), 60-73.

Sandeep, T. R., Sravya, M. V. N., & Simhachalam, G. (2025). Phytobiotics in finfish and shellfish: A systematic review. *Discover Animals, 2*(1), 74.

Tao, L. T., Lu, H., Xiong, J., Zhang, L., Sun, W. W., & Shan, X. F. (2024). The application and potential of postbiotics as sustainable feed additives in aquaculture. *Aquaculture, 592*, 741237.

Tok, S., Öz, M., & Dikel, S. (2025). Effects of Dietary Anise (*Pimpinella anisum* L.) Oil on Growth Performance, Blood Parameters and Muscle Nutrient Content of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Veterinary Medicine and Science, 11*(4), e70443.

Üstüner, E., Öz, M., & Çifci, S. (2026a). *Nigella sativa* oil ameliorates malathion-induced toxicity in Nile tilapia: a multi-systemic and molecular evaluation. *Fish Physiology and Biochemistry, 52*(4), 121.

Üstüner, E., Öz, M., & Dikel, S. (2026b). Beyond self-recovery: dietary artichoke leaf extract accelerates tissue regeneration and redox homeostasis in deltamethrin-intoxicated Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture International, 34*, 236.

Üstüner, E., Öz, M., İleri, E., & Dikel, S. (2026c). The accelerating role of microplastics as vectors for synthetic pyrethroids: a critical review of bioaccumulation and trophic transfer in aquaculture ecosystems. *Environmental Monitoring and Assessment, 198*, 999.

Wang, Y., Noman, A., Zhang, C., Al-Bukhaiti, W. Q., & Abed, S. M. (2024). Effect of fish-heavy metals contamination on the generation of reactive oxygen species and its implications on human health: a review. *Frontiers in Marine Science, 11*, 1500870.

Wei, L. S., Sukri, S. A. M., Tahiluddin, A. B., Kari, Z. A., Wee, W., & Kabir, M. A. (2024). Exploring beneficial effects of phytobiotics in marine shrimp farming: A review. *Heliyon, 10*(14).

Yu, F., Liu, Y., Wang, W., Yang, S., Gao, Y., Shi, W., ... & Guo, R. (2024). Toxicity of TPhP on the gills and intestines of zebrafish from the perspectives of histopathology, oxidative stress and immune response. *Science of the Total Environment, 908*, 168212.

Zahran, E., Mamdouh, A. Z., Elbahnaswy, S., El-Son, M. M., Risha, E., ElSayed, A., ... & Sebaei, M. G. E. (2025). The impact of heavy metal pollution: bioaccumulation, oxidative stress, and histopathological alterations in fish across diverse habitats. *Aquaculture International, 33*(5), 371.

Zhang, B., Hao, B., Han, M., & Wang, X. (2024). Impacts of pyraclostrobin on intestinal health and the intestinal microbiota in common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Pesticide Biochemistry and Physiology, 199*, 105762.

BALIK BESLEMEDE ESANSİYEL YAĞ BİYOAKTİFLERİNİN METABOLİK VE İMMÜNOLOJİK EKSENLERİ: FORMÜLASYONDAN HÜCRESEL YANITA

Arş. Gör.Dr. Enes ÜSTÜNER

ORCID: 0000-0002-3837-5049

enesustuner@aksaray.edu.tr

Aksaray Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Sucul Hayvan Hastalıkları Anabilim Dalı, Aksaray, Türkiye

Prof. Dr. Mustafa ÖZ

ORCID: 0000-0001-5264-7103

ozmustafa@aksaray.edu.tr

Aksaray Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Sucul Hayvan Hastalıkları Anabilim Dalı, Aksaray, Türkiye

Özet

Akuakültür sektöründe sürdürülebilirliğin sağlanması ve çevresel ayak izinin azaltılması amacıyla balık unu ve balık yağı gibi geleneksel hayvansal kaynakların yerini bitkisel proteinler, böcek unları ve mikroalgler gibi alternatif ham maddeler almaktadır. Ancak bu besinsel dönüşüm; balıklarda amino asit dengesizlikleri, antinutrisyonel faktör maruziyeti, bağırsak epitel bütünlüğünün zayıflaması ve immünosupresyon gibi fizyolojik sınırlılıkları beraberinde getirmektedir. Terapötik antibiyotik kullanımının sınırlandırıldığı modern yetiştiricilik modellerinde, tıbbi ve aromatik bitkilerden elde edilen esansiyel yağ biyoaktifleri (MAPO'lar); metabolik, antioksidan ve immünomodülatör etkileriyle stratejik fonksiyonel yem katkıları olarak öne çıkmaktadır. Bu derleme çalışması; timol, karvakrol, öjenol ve sinnamaldehit gibi başlıca fenolik monoterpen ve fenilpropen bileşenlerinin gastrointestinal emilim dinamiklerini, ileri taşıyıcı formülasyonlarını ve hücresel etki mekanizmalarını ele almaktadır. Biyoaktif bileşenler; hipotalamik iştah kontrol yolaklarını uyararak yem alımını artırmakta, enterosit sekresyonunu teşvik ederek tripsin, kimotripsin ve lipaz gibi sindirim enzimlerinin aktivitesini yükseltmekte ve GH/IGF-1 ekseni üzerinden somatik büyümeyi desteklemektedir. Hücresel düzeyde ise Keap1-Nrf2 sinyal kaskadını aktive ederek süperoksit dismutaz, katalaz ve glutatyon peroksidaz enzim genlerinin transkripsiyonunu indüklemekte; lipid peroksidasyonunu ve ferroptozisi sınırlandırarak mitokondriyal bütünlüğü korumaktadır. Ayrıca mukozal yüzeylerde goblet hücre aktivitesini ve antimikrobiyal peptit sentezini stimüle ederek *Aeromonas*, *Vibrio* ve *Streptococcus* gibi sucul patojenlere karşı bariyer oluşturmaktadır. Bununla birlikte, esansiyel yağların dar bir terapötik pencereye sahip olması ve yüksek dozlarda mukozal irritasyon ile hepatotoksisite riski doğurması, rasyon formülasyonlarında tür-spesifik doz optimizasyonunu ve ekstrüzyon stresine dayanıklı nanoemülsiyon gibi enkapsülasyon teknolojilerinin kullanımını zorunlu kılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Akuakültür, Esansiyel yağlar, GH/IGF-1 ekseni, Nrf2-Keap1 yolağı, İmmünomodülasyon, Yem biyoteknolojisi

METABOLIC AND IMMUNOLOGICAL AXES OF ESSENTIAL OIL BIOACTIVES IN AQUAFEEDS: FROM FORMULATION TO CELLULAR RESPONSE

Arş. Gör.Dr. Enes ÜSTÜNER

ORCID: 0000-0002-3837-5049

enesustuner@aksaray.edu.tr

Aksaray Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Sucul Hayvan Hastalıkları Anabilim Dalı, Aksaray, Türkiye

Prof. Dr. Mustafa ÖZ

ORCID: 0000-0001-5264-7103

ozmustafa@aksaray.edu.tr

Aksaray Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Sucul Hayvan Hastalıkları Anabilim Dalı, Aksaray, Türkiye

Abstract

In order to ensure sustainability and reduce the environmental footprint in aquaculture, conventional marine-derived ingredients like fishmeal and fish oil are increasingly being replaced by alternative raw materials such as plant proteins, insect meals, and microalgae. However, this dietary transition induces critical physiological challenges in fish, including amino acid imbalances, exposure to antinutritional factors, impaired intestinal epithelial integrity, and immunosuppression. In the context of modern production where prophylactic antibiotic usage is strictly curtailed, bioactive constituents derived from medicinal and aromatic plant oils (MAPOs) have emerged as targeted functional feed additives capable of providing metabolic, antioxidant, and immunomodulatory benefits. This review synthesizes the gastrointestinal absorption kinetics, novel delivery formulations, and downstream cellular signaling pathways of principal phenolic monoterpenes and phenylpropenes, including thymol, carvacrol, eugenol, and cinnamaldehyde. Dietary MAPOs promote voluntary feed intake by stimulating hypothalamic appetite networks, induce enterocyte secretions to elevate the activity of key digestive enzymes (such as trypsin, chymotrypsin, and lipase), and activate the systemic GH/IGF-1 endocrine axis to support somatic growth. At the cytological level, electrophilic metabolites trigger the dissociation of the Keap1-Nrf2 complex, upregulating the transcription of vital antioxidant enzymes including superoxide dismutase, catalase, and glutathione peroxidase, thereby suppressing lipid peroxidation, mitigating ferroptosis, and preserving mitochondrial membrane stability. Concurrently, MAPOs fortify mucosal barrier defenses by stimulating goblet cell secretion and antimicrobial peptide synthesis, conferring resistance against prevalent aquatic pathogens such as *Aeromonas*, *Vibrio*, and *Streptococcus* species. Nevertheless, because essential oils exhibit narrow therapeutic windows and high inclusion levels carry risks of enterocyte necrosis and hepato-renal dysfunction, future feed engineering must focus on species-specific dose optimization and robust encapsulation systems, such as nanoemulsions, to safeguard bioactives against high-shear extrusion processes.

Keywords: Aquaculture, Essential oils, GH/IGF-1 axis, Nrf2-Keap1 pathway, Immunomodulation, Aquafeed biotechnology

1. Giriş

Küresel su ürünleri yetiştiriciliği, deniz kaynaklı balık unu ve balık yağı kullanımına olan bağımlılığı azaltmayı hedefleyen kapsamlı bir yapısal dönüşüm sürecindedir. Balık unu ve balık yağı piyasalarındaki fiyat dalgalanmaları, aşırı avlanmaya bağlı ekolojik kısıtlar ve sürdürülebilirlik ilkeleri; yem endüstrisini bitkisel proteinler, böcek unları, mikroalgler ve agro-endüstriyel yan ürünler gibi alternatif kaynaklara yöneltmiştir (Fernando vd., 2025; McKuin vd., 2023; Meetei vd., 2025; Öz ve Üstüner, 2026a). Ancak deniz kökenli ham maddelerin karasal veya mikrobiyal türevlerle ikame edilmesi, sucul canlıların fizyolojisinde birtakım metabolik darboğazlara yol açmaktadır. Rasyonlardaki bu radikal değişiklikler; amino asit dengesizlikleri, fitat ve saponin gibi antinutrisyonel faktörler, doymamış yağ asidi (özellikle n-3 LC-PUFA) profillerindeki gerilemeler, kitin sindirilebilirliğindeki güçlükler ve bağırsak epitel bariyerinde meydana gelen morfolojik dejenerasyonlarla karakterizedir (Ahmed vd., 2025; Caballero-Solares vd., 2024; Öz ve Üstüner, 2026a; Siddik vd., 2024). Söz konusu nutrisyonel dezavantajlar; balıklarda büyüme hızında gerileme, sindirim enzimi aktivitelerinde baskılanma, sistemik bağışıklık yanıtlarının zayıflaması ve enfeksiyöz patojenlere karşı artan morbidite oranları ile sonuçlanmaktadır.

Bu fizyolojik kısıtları bertaraf etmek ve metabolik homeostazı korumak amacıyla fonksiyonel yem katkılarının kullanımı çağdaş su ürünleri besleme stratejilerinin merkezine yerleşmiştir. Nitekim rasyona glutamin gibi spesifik fonksiyonel besin maddelerinin ilave edilmesinin, ticari değeri yüksek gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) gibi türlerde büyüme performansını belirgin düzeyde hızlandırdığı, antioksidan enzim kapasitesini tahkim ettiği ve nihai fileto duyusal kalitesini geliştirdiği tespit edilmiştir (Öz ve İnanan, 2025). Benzer şekilde, glutamin suplementasyonunun kas dokusundaki yararlı n-3/n-6 çoklu doymamış yağ asidi oranını yükselttiği, et rengi indekslerini ve genel lipid profilini tüketicinin talep ettiği kalite parametreleri doğrultusunda optimize ettiği kanıtlanmıştır (Öz, Inanan, Karasahin vd., 2024). Buna paralel olarak, kekik ve biberiye gibi fenolik bileşiklerce zengin bitkisel ekstraktların balık etinde lipid peroksidasyonunu geciktirdiği, miyofibriler doku dejenerasyonunu hafiflettiği ve duyusal kalite özelliklerini muhafaza ettiği ortaya konmuştur (Öz, Üstüner ve Dağar, 2026). Tekil amino asit takviyelerinin sunduğu bu metabolik avantajlara paralel olarak; çok bileşenli botanik türevler, tohum ve meyve ekstraktları ile tıbbi ve aromatik bitki yağları (MAPO'lar), geniş biyolojik etki spektrumları nedeniyle yoğun ilgi görmektedir. Literatürde polifenol içeriği zengin fitobiyotik katkıların akuakültürde genel sağlık statüsünü desteklediği kapsamlı biçimde belgelenmiştir (Ahmadifar vd., 2021). Örneğin, sazan (*Cyprinus carpio*) rasyonlarına ilave edilen üzüm çekirdeği ve kızılcık (*Cornus mas* L.) ekstraktlarının humoral ve mukozal bağışıklığı stimüle ederek *Aeromonas hydrophila* enfeksiyonlarına karşı sağkalımı artırdığı rapor edilmiştir (Ahmadifar vd., 2022; Mehrinakhi vd., 2021). Ayrıca *Plantago ovata* tohum ekstraktlarının amonyak toksisitesinin indüklediği immünosupresyonu hafiflettiği (Ahmadifar vd., 2023); zencefil (*Zingiber officinale*) ve amla (*Phyllanthus emblica*) gibi rizom ve meyve preparatlarının ise tilapia ve zebra balıklarında mukozal bariyeri güçlendirerek antioksidan gen ekspresyonlarını yukarı yönde düzenlediği gösterilmiştir (Ahmadifar vd., 2019; Van Doan vd., 2022). Nitekim tıbbi ve aromatik bitki yağlarının (MAPO'lar) büyüme stimülasyonu, immünomodülasyon, hücresel redoks dengesi ve çevresel stres toleransı üzerindeki çok eksenli etki mekanizmaları güncel literatürde kapsamlı bir çerçevede değerlendirilmiştir (Öz, Üstüner ve Çifci, 2026).

Ekonomik ve besinsel gereksinimlerin yanı sıra, küresel ölçekte sıkılaştırılan yasal mevzuatlar da fonksiyonel yem katkısı arayışını şekillendirmektedir. Antimikrobiyal direnç (AMR) gelişimi ve gıda güvenliği riskleri nedeniyle, antibiyotik büyüme faktörlerinin kullanımı başta Avrupa Birliği'nin 1831/2003 sayılı regülasyonu olmak üzere birçok uluslararası otorite tarafından kısıtlanmış veya yasaklanmıştır (Caputo vd., 2023; Hashem vd., 2021). Antibiyotiksiz yetiştiricilik modellerine olan talebin artması; probiyotikler, prebiyotikler, organik asitler ve bitkisel uçucu yağlar gibi doğal fitogenik bileşiklerin rasyonlara entegrasyonunu hızlandırmıştır (Amenyogbe vd., 2024; Dawood vd., 2018; Tompkins vd., 2023). Tıbbi ve aromatik bitkilerden hidrodistilasyon

veya süperkritik akışkan ekstraksiyonu yoluyla elde edilen esansiyel yağlar; fenolik monoterpenler (timol, karvakrol), fenilpropenler (öjenol, sinnamaldehit) ve monoterpen alkol/aldehit türevlerinden (linalool, sitral, limonen) oluşan biyoaktif molekül karışımlarıdır. Bu bileşiklerin kekik, karanfil, tarçın veya biberiye gibi kaynaklardan izole edilerek balık yemlerine kontrollü oranlarda katılması; yemden yararlanma oranını (FCR) iyileştirmekte, sindirim kanalı histomorfolojisini onarmakta, non-spesifik bağışıklık belirteçlerini aktive etmekte ve patojen meydan okumalarında hayatta kalma oranlarını kayda değer biçimde yükseltmektedir (Alagawany vd., 2020; Dawood vd., 2021; Dokou vd., 2023; Firmino, Vallejos-Vidal vd., 2021; Ghafarifarsani, Hoseinifar, Sheikhlar vd., 2022). Ayrıca bu fitokimyasalların su ürünleri operasyonlarında sedatif ve anestezik özellikleri ile nakil ve taşıma stresini hafifletici etkileri de geniş ölçüde rapor edilmiştir (Aydın ve Barbas, 2020; da Silva vd., 2021; de Freitas Souza vd., 2018; de Oliveira vd., 2022).

Ancak esansiyel yağların balık yemlerinde ticari bir profilaktik ürün olarak standartlaşmasının önünde ciddi metodolojik ve farmakokinetik engeller bulunmaktadır. Uçucu yağların sekonder metabolit profilleri; bitkinin genotipik varyasyonuna, coğrafi kökenine, hasat mevsimine, sulama rejimine ve uygulanan ekstraksiyon yöntemine bağlı olarak aşırı kemotipik heterojenite sergilemektedir (Aziz vd., 2019; Sgarbossa vd., 2019; Silva vd., 2023). Gaz kromatografisi-kütle spektrometrisi (GC-MS) ile doğrulanmış parmak izi analizlerinin ve İyi Tarım ve Toplama Uygulamaları (GACP) standardizasyonunun eksikliği, literatürde birbiriyle çelişen sonuçların rapor edilmesine neden olmaktadır (Reverter vd., 2017). Dahası, bu biyoaktif moleküllerin kimyasal yapıları oda sıcaklığında uçucu, ışık ve oksijen varlığında ise oksidasyon ve polimerizasyona yatkındır (Turek ve Stintzing, 2013). Yem üretim süreçlerinde uygulanan 100°C'nin üzerindeki yüksek sıcaklık, mekanik sürtünme ve hidrostatik basınç koşulları; koruyucu matrikslerle enkapsüle edilmemiş fitokimyasalların hızla denatüre olmasına yol açmaktadır. Bu derlemenin amacı; su ürünleri beslemesinde esansiyel yağ biyoaktiflerinin lipofilik yapılarından kaynaklanan biyoyararlanım dinamiklerini, modern taşıyıcı sistemlerin gerekliliğini, nöroendokrin büyüme eksenindeki regülasyonlarını, Keap1-Nrf2 aracılı antioksidan yolaklarını ve patojen eliminasyonundaki güvenli inklüzyon sınırlarını bütüncül ve mekanistik bir yaklaşımla değerlendirmektir.

2. Lipofilik Monoterpenlerin Biyoyararlanımı ve İleri Taşıyıcı Sistemlerin Rolü

Esansiyel yağların farmakolojik ve besinsel etkinliği, bünyelerinde barındırdıkları düşük molekül ağırlıklı sekonder metabolitlerin kimyasal doğasına doğrudan bağlıdır. Kekik türlerinde (*Origanum vulgare*, *Thymus vulgaris*) baskın olan timol ve karvakrol izomerleri fenolik monoterpen sınıfında yer alırken; karanfil (*Syzygium aromaticum*) ve tarçın (*Cinnamomum* spp.) yağlarında bulunan öjenol ve sinnamaldehit fenilpropanoid yolak türevi fenilpropenler grubuna dahildir (Costa vd., 2019; Valdivieso-Ugarte vd., 2019). Bu moleküllerin ortak fiziko-kimyasal niteliği, yüksek hidrofobisiteleri ve belirgin lipofilik karakterleridir. Lipofilik doğaları sayesinde söz konusu biyoaktifler, balık gastrointestinal kanalında lipid ve misel fazına hızla dahil olabilmekte, enterositlerin apikal membranındaki lipid çift katmanından basit pasif difüzyonla geçebilmekte ve mezenterik lenfatik/vasküler dolaşıma katılabilmektedir (Daeihamed vd., 2017; Lazăr vd., 2024). Suda çözünen hidrofilik ekstraktların aksine, lipofilik monoterpenler hücresel membran engellerini kolaylıkla aşarak periferik dokulara ve hedef organlara ulaşma potansiyeli taşır (Hsu vd., 2019; Kaushik vd., 2021).

Buna karşın, formüle edilmemiş ham esansiyel yağların rasyonlara doğrudan püskürtülmesi veya karıştırılması, balık beslemede ciddi biyoyararlanım ve kararlılık kısıtları doğurmaktadır. Serbest terpenik bileşikler, yüksek buhar basınçları nedeniyle yem depolama süreçlerinde hızla buharlaşmakta, havadaki oksijen ve ultraviyole ışık etkisiyle otooksidasyona, izomerizasyona ve kimyasal bozunmaya uğramaktadır (Turek ve Stintzing, 2013). Ayrıca serbest monoterpenlerin suda çözünürlüklerinin ihmal edilebilir düzeyde olması, gastrointestinal sıvı içerisinde homojen bir emülsiyon oluşturmalarını engellemekte; bu durum biyoyararlanımlarını düşürürken bağırsak mukozasında lokal olarak toplanarak epitelyal deskuamasyona ve doku irritasyonuna zemin hazırlamaktadır (Costa vd., 2019; Nahum ve Domb, 2021). Ham yağların dokulardaki birikimi minimal düzeyde kalmakta, metabolize edilmeden hızla elimine edilmektedir (Dawood vd., 2022; Valentim vd., 2018).

Bu farmakokinetik darboğazların aşılması ve fitokimyasal yükün kararlı kılınması amacıyla su ürünleri yem biyoteknolojisinde ileri taşıyıcı sistemler geliştirilmektedir. Nanoemülsiyonlar, kendiliğinden emülsifiye olabilen ilaç taşıyıcı sistemler (SEDDS), lipozomlar, katı lipid nanopartiküller (SLN) ve polimerik nanokapsüller bu sistemlerin başlıcalarıdır (Hsu vd., 2019; Irby vd., 2017; Kaushik vd., 2021; Öz ve Üstüner, 2026d). Nitekim biyobozunur polimerik nanotaşıyıcılar ve nanoemülsiyonlar, fitojenik biyoaktiflerin gastrointestinal stabilitesini artırarak mukozal ve sistemik immün yanıtı optimize eden stratejik platformlar sunmaktadır (Öz ve Üstüner, 2026d). Özellikle damlacık boyutu nanometrik ölçekte (genellikle 20–200 nm aralığında) tasarlanan nanoemülsiyonlar, yüzey alanını katbekat genişleterek çözünürlüğü artırmakta, lipofilik biyoaktiflerin sulu lumen ortamında dağılmasını sağlamakta ve enterosit membranlarından transselüler geçirgenliği maksimize etmektedir (Li vd., 2020; Shi vd., 2022). Örneğin, sodyum aljinat ve kitozan gibi biyobozunur ve biyouyumlu polimerlerle hazırlanan nanoenkapsülasyon modellerinin, bitkisel bileşenlerin gastrointestinal sistem boyunca kademeli ve kontrollü salınımını sağladığı, toksisite riskini bertaraf ederken biyolojik retansiyonu uzattığı bildirilmiştir (Valipour vd., 2024).

Taşıyıcı sistemlerin endüstriyel akuakültür yemlerine entegrasyonunda en kritik bariyer, ticari yem fabrikalarında yaygın olarak uygulanan ekstrüzyon prosesidir. Ekstrüzyon; peletlerin yüzebilirliğini ve su stabilitesini sağlamak amacıyla yem hamurunun vida kovanı içerisinde 100–130°C'yi aşan sıcaklıklara, yüksek mekanik kesme kuvvetine (shear stress) ve basınca maruz bırakıldığı agresif bir üretim tekniğidir. Termal kararlılığı bulunmayan uçucu fraksiyonlar ve geleneksel hidrodistilasyon yağları ekstrüzyon aşamasında neredeyse tamamen kayba uğramaktadır (Silva vd., 2023). Endüstriyel yem üretimindeki yüksek sıcaklık ve mekanik kesme kuvvetlerinin biyoaktifler üzerinde yarattığı bu termal ve fiziksel degradasyon, mikroenkapsülasyon ve nanoemülsiyon gibi koruyucu taşıyıcı sistemlerin kullanımını zorunlu kılmaktadır (Öz, Üstüner ve Çifci, 2026; Öz, Üstüner, Çifci, Dikel vd., 2026). Buna karşılık, süperkritik karbon dioksit (SC-CO_2) ekstraksiyonu ile izole edilen ve ardından termal koruyucu oleojeller veya nanokapsüler matrisler içerisine hapsedilen biyoaktif bileşiklerin, proses ısısına karşı yüksek stabilite sergilediği saptanmıştır (Barbas vd., 2017; Muhammad vd., 2022; Yang ve Ciftci, 2017). Dolayısıyla, esansiyel yağların balık beslemedeki metabolik etkinliğini garanti altına almak; yalnızca ham bitki ekstraktı ilavesine değil, proses stresine dayanıklı ve bağırsak lümeninde hedeflenen salınımı gerçekleştirebilen kolloidal lipid nanotaşıyıcıların formülasyona dahil edilmesine bağlıdır.

3. Nöroendokrin Büyüme Regülasyonu (GH/IGF Ekseni) ve Sindirim Enzimlerinin Aktivasyonu

Esansiyel yağ bileşenlerinin balıklarda büyüme performansını ve yemden yararlanma indekslerini geliştirmesi, çok katmanlı bir fizyolojik mekanizmanın sonucudur. Bu sürecin ilk basamağını koku ve tat alma duyularının uyarılması ile tetiklenen iştah regülasyonu oluşturur. Tıbbi ve aromatik bitkilerin aromatik monoterpenleri, yemin cezbediciliğini ve lezzetliliğini artırmakta; santral sinir sisteminde hipotalamus-hipofiz ekseninde yer alan oreksijenik nöropeptitlerin ekspresyonunu etkileyerek yem alımını teşvik etmektedir (Dawood vd., 2022; Liang vd., 2023; Nguyen vd., 2023; Vaseeharan ve Thaya, 2014). Nitekim Nil tilapyası (*Oreochromis niloticus*) rasyonlarına ilave edilen limonen ve timolün yem tüketimini düzenleyen iştah mekanizmaları üzerinde pozitif etkiler oluşturduğu bildirilmiştir (Aanyu vd., 2018). Benzer şekilde Karaman kimyonu (*Carum carvi*), limon otu, papatya ve tarçın türevlerinin de iştah ve yem alımını uyararak büyüme parametrelerini desteklediği gösterilmiştir (Ahmad ve Abdel-Tawwab, 2011; Bandeira Junior vd., 2022; Cheyadmi vd., 2025).

Yemin sindirim kanalına ulaşmasıyla birlikte esansiyel yağlar, enterositlerin sekretuar fonksiyonlarını doğrudan aktive eden sekretagog ajanlar olarak işlev görür. Diyetle alınan karvakrol, timol ve sineol gibi terpenler; bağırsak mukozasındaki enteroendokrin hücreleri uyararak kolesistokinin (CCK) ve benzeri gastrointestinal peptidlerin salınımını tetikler (Butt ve Volkoff, 2019). Bu endokrin uyarım; pankreatik asiner hücrelerden ve bağırsak bezlerinden tripsin, kimotripsin, amilaz ve lipaz gibi majör hidrolitik enzimlerin sekresyonunu kuvvetlendirir (Ghafarifarsani vd., 2023). Nitekim sazan balıklarında kekik (*Thymus vulgaris*) ve zahter (*Satureja hortensis*) esansiyel yağlarının rasyona dahil edilmesi, proteolitik ve amilolitik enzim aktivitelerinde istatistiksel olarak

belirgin artışlar sağlamıştır (Ghafarifarsani, Hoseinifar, Sheikhlar vd., 2022). Enzimatik kapasitedeki bu yükseliş, besin maddelerinin makromoleküler düzeyde parçalanmasını hızlandırarak amino asit, peptit ve serbest yağ asitlerinin enterositler tarafından emilimini kolaylaştırır (Agustí vd., 2018; Sutili vd., 2018).

Sindirim fizyolojisindeki bu iyileşmeler, bağırsak mikrobiyota kompozisyonundaki olumlu regülasyonlarla eşzamanlı olarak ilerler. Esansiyel yağlar bağırsak lümeninde prebiyotik benzeri modülatör etkiler göstererek patojen mikroorganizmaların kolonizasyonunu baskılarken, laktik asit bakterileri gibi faydalı kommensal floranın çoğalmasına zemin hazırlar (Liu vd., 2021; Sutili vd., 2018; Zaminhan-Hassemer vd., 2022). Bu faydalı mikrobiyal toplulukların ürettiği kısa zincirli yağ asitleri ve spesifik metabolitler, bağırsak villus boyunu ve kript derinliğini artırarak total absorptif yüzey alanını genişletir (Agustí vd., 2018; Butt ve Volkoff, 2019). Morfolojik gelişim; sazan yavrularında kekik esansiyel yağının bağırsak morfometrisi ve büyüme performansını artırmasıyla (Abdel-Latif vd., 2020a), hibrit kırmızı tilapia rasyonlarına kekik yağı (Syanya vd., 2025), tatlı su levreğine (*Trachinotus ovatus*) okaliptüs yağı (Lin vd., 2025), Avrupa levreğine (*Dicentrarchus labrax*) kekik yağı (Dinardo vd., 2020), tambatinga balığına *Lippia grata* yağı (Costa vd., 2022), Hazar kızılgözüne zahter yağı (Ghafarifarsani, Hoseinifar, Aftabgard vd., 2022) veya tilapyalara *Aloysia triphylla* esansiyel yağı (de Souza vd., 2020) eklendiğinde villus histomorfolojisinin ve büyüme indekslerinin belirgin düzeyde düzelmesiyle somutlaştırılmıştır. Benzer şekilde, enginar (*Cynara scolymus*) yaprağı ekstraktının Nil tilapyalarında yem dönüşüm oranını (FCR) ve spesifik büyüme oranını (SGR) anlamlı düzeyde iyileştirdiği deneysel olarak saptanmıştır (Esen vd., 2025). Buna paralel olarak, enginar yaprağı ekstraktının pestisit (deltametrin) maruziyeti sonrasında büyüme parametrelerindeki toparlanmayı hızlandırdığı, karaciğer, solungaç ve böbrek dokularında hücresel rejenerasyonu ve redoks homeostazını desteklediği bildirilmiştir (Üstüner, Öz ve Dikel, 2026).

Besin emilimindeki bu artış, sistemik düzeyde teleost balıklarının temel somatik büyüme kaskadı olan Büyüme Hormonu / İnsülin Benzeri Büyüme Faktörü (GH/IGF) eksenini tetiklemektedir. Teleostlarda dolaşımdaki büyüme hormonu (GH), karaciğer, iskelet kası ve solungaç dokularındaki GH reseptörlerine bağlanarak insülin benzeri büyüme faktörlerinin (özellikle IGF-1 ve IGF-2) sentezini indükler (Reindl ve Sheridan, 2012). IGF-1, periferik dokulardaki spesifik reseptörleri (IGFR) aracılığıyla sinyal iletimini başlatarak protein sentezini stimüle eder, hücresel proliferasyonu destekler ve kas fibrillerinde hiperplazi ile hipertrofiyi hızlandırır. Yapılan moleküler araştırmalar; fitokimyasal ve uçucu yağ bileşenlerinin hepatik ve musküler dokularda IGF-1 ve IGF-2 gen ekspresyon düzeylerini mRNA seviyesinde belirgin biçimde yukarı yönde düzenlediğini ortaya koymuştur (Aanyu vd., 2018; Dawood vd., 2022; Firmino, Vallejos-Vidal vd., 2021; Tian vd., 2025). Örneğin, kurkuminoid takviyesinin tilapia (*Oreochromis mossambicus*) karaciğerinde GH ve IGF gen transkripsiyonunu artırdığı belirlenmiştir (Midhun vd., 2016). Neotropikal yayın balığında (*Lophiosilurus alexandri*) ise kekik yağı katkısının kas liflerinde hiperplazi oluşturarak protein retansiyonunu maksimize ettiği bildirilmiştir (Carneiro vd., 2021). Dolayısıyla esansiyel yağ biyoaktifleri, lümendeki sindirim kinetiğini hücresel iştah sinyalleri ve nöroendokrin büyüme transkripsiyonu ile senkronize ederek balık büyümesini hızlandırmaktadır.

4. Radikal Süpürücü Enzim Sistemleri ve İmmünofizyolojik Direnç Ağı

Yoğun su ürünleri yetiştiriciliği sistemlerinde balıklar; yüksek stok yoğunluğu, su kalitesindeki bozulmalar, hipoksi, termal dalgalanmalar ve kimyasal kirlilik gibi faktörler nedeniyle sürekli bir çevresel baskı altındadır (Cantas vd., 2012). Özellikle sucul ortamlardaki mikroplastiklerin, sentetik piretroidler gibi lipofilik kirleticiler için vektör görevi görerek biyobirikimi ve trofik transferi hızlandırması, balıklarda oksidatif stres ve immünosupresyon kaskadını daha da şiddetlendirmektedir (Üstüner, Öz, İleri vd., 2026). Bu stresörler, hücresel solunum kaskadlarında elektron kaçaklarına ve aşırı reaktif oksijen türlerinin (ROT / ROS: süperoksit radikalleri, hidrojen peroksit, hidroksil radikalleri) birikmesine yol açmaktadır. Organizmada prooksidanlar ile antioksidan savunma arasındaki dengenin bozulması; membran lipidlerinin peroksidasyonuna, nükleik asit hasarına ve hücresel disfonksiyona neden olur. Esansiyel yağların bünyesinde yer alan fenolik monoterpenler (timol, karvakrol) ve polifenoller, fenolik halkalarındaki hidroksil (-OH) grupları sayesinde doğrudan serbest radikallere

hidrojen atomu veya elektron donörü olarak davranır; zincirleme radikal reaksiyonlarını kırarak sentetik antioksidanlara (BHT, BHA) eşdeğer bir radikal süpürme ve metal şelasyon kapasitesi sergiler (Bag ve Chattopadhyay, 2018; Gutiérrez-del-Río vd., 2021).

Bununla birlikte, fitokimyasalların antioksidan gücü sadece doğrudan kimyasal nötralizasyonla sınırlı kalmayıp, asıl kalıcı etkisini genomik düzeyde Nrf2-Keap1 (Nükleer faktör eritroid 2 ilişkili faktör 2 – Kelch benzeri ECH ilişkili protein 1) sinyal yolunu aktive ederek gösterir. Akuakültürde biyoaktif yem katkıları temelli besinsel detoksifikasyon stratejilerinin; Nrf2/ARE yolağını uyararak faz I ve faz II detoksifikasyon enzimlerini aktive ettiği ve ksenobiyotik kaynaklı hücresel hasarı sınırladığı belgelenmiştir (Öz ve Üstüner, 2026e). Yem bileşenlerinin ve fonksiyonel katkıların bağırsak-mikrobiyota-konak eksenindeki subklinik metabolik etkilerini ve hücresel stres yanıtlarını geleneksel büyüme parametrelerinin ötesinde aydınlatabilmek adına omiks (nutrigenomiks, transkriptomiks, proteomiks ve metabolomiks) temelli sistem biyolojisi yaklaşımları kritik bir rol oynamaktadır (Öz ve Üstüner, 2026b). Bazal fizyolojik koşullarda Nrf2, sitoplazmada Keap1 protein dimerine bağlı halde tutulmakta ve Cullin-3 aracılı ubikitinasyon üzerinden proteazomlarda sürekli degrade edilmektedir. Rasyonla alınan fitogenik bileşiklerin elektrofilik metabolitleri, Keap1 proteininin sensör görevi gören kritik sistein kalıntılarını (özellikle Cys151) kovalent olarak modifiye eder veya Keap1'in p62 aracılığıyla sekestrasyonunu sağlar (Andrés vd., 2024; Gugliandolo vd., 2020). Bu yapısal değişim Nrf2'nin serbest kalmasını ve nükleusa transloke olmasını tetikler. Nükleusta küçük Maf proteinleriyle heterodimer oluşturan Nrf2; Antioksidan Yanıt Elemanı (ARE) dizilerine bağlanarak faz II detoksifikasyon ve endojen antioksidan enzim genlerinin transkripsiyonel aktivasyonunu başlatır (Fuse ve Kobayashi, 2017).

Bu moleküler kaskad neticesinde teleost balıklarında süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT) ve glutatyon peroksidaz (GPx) gen ifadeleri ile serum/doku enzim aktivitelerinde belirgin yükselmeler kaydedilir (Al-Sagheer vd., 2018; Ibrahim vd., 2022; Torrecillas vd., 2021). Ayrıca *Lippia sidoides* gibi uçucu yağların doza bağımlı olarak antioksidan enzim kapasitesini tahkim ettiği ve organ bütünlüğünü koruduğu saptanmıştır (Cardoso vd., 2024). Nitekim kimyasal toksisite modellerinde; rasyona çörek otu (*Nigella sativa*) esansiyel yağı ilavesinin, borik asit toksisitesine maruz bırakılan Nil tilapyalarında baskılanmış olan SOD, CAT ve GPx aktivitelerini hızla restore ettiği ve lipid peroksidasyon belirteci olan malondialdehit (MDA) seviyelerini tabana düşürdüğü kanıtlanmıştır (Öz, Üstüner ve Dikel, 2026). Çörek otu yağının benzer şekilde tilapyalarda diazinon (Öz, Üstüner, Jumayeva vd., 2025), sipermetrin (Öz, Üstüner ve Bölükbaş, 2024) ve malation (Üstüner, Öz ve Çifci, 2026) kaynaklı hücresel hasarlarda dokuları koruduğu; beyin dokusunda proenflamatuvar (*il-1β*, *tnf-α*) ve apoptotik (*caspase-3*) gen ekspresyonlarını baskılayarak nöroenflamasyonu hafiflettiği gösterilmiştir (Üstüner, Öz ve Çifci, 2026); sarımsak (*Allium sativum*) yağının da sipermetrin toksisitesini hafiflettiği bildirilmiştir (Öz, Inanan, Üstüner vd., 2024). Benzer şekilde, enginar (*Cynara scolymus*) yaprağı ekstraktının da deltametrin toksisitesine maruz bırakılan Nil tilapyalarında antioksidan enzim kapasitesini (SOD, CAT, GPx) artırarak lipid peroksidasyonunu ve organ düzeyindeki doku hasarını belirgin ölçüde sınırlandırdığı saptanmıştır (Gümüş vd., 2026). Nrf2 yolağının aktive edilmesi, ferroptotik hücre ölümünü baskılayan glutatyon peroksidaz-4 (GPx4) enzim ekspresyonunu artırarak karaciğer ve diğer hayati dokularda membran fosfolipidlerinin peroksidasyonunu engeller (Cheng vd., 2021).

Antioksidan enzim kaskadı aynı zamanda mitokondriyal bütünlüğün muhafazasında hayati rol oynar. Fenolik biyoaktifler, mitokondriyal membran potansiyelini stabilize ederek kalsiyum aşırı yüklenmesini ve mitokondriyal geçirgenlik geçiş gözeneğinin (mPTP) patolojik açılmasını önler; böylece hücre için elzem olan ATP sentezini sürdürülebilir kılar (Fu vd., 2022; Kheawfu vd., 2022). Bu süreçte Nrf2 ekseni, SIRT1/PGC-1α ve SIRT3/mTOR sinyal yolaklarıyla çapraz etkileşime girerek mitokondriyal biyogenezi ve solunum zinciri komplekslerinin korunmasını teşvik eder (Andrés vd., 2024; Peng vd., 2023; Yang vd., 2025).

Hücresel redoks dengesinin kurulması, balık immünofizyolojik direncinin her iki kolunu da destekler. Teleost balıklarının patojenlerle temas eden ilk savunma hattı olan kutanöz, brankiyal ve gastrointestinal mukozal

yüzeylerde esansiyel yağlar; müsin gen transkripsiyonunu yukarı yönde düzenleyerek mukus salgısını stimüle eder (Firmino, Fernández-Alacid vd., 2021). Bu koruyucu mukus tabakası; yüksek konsantrasyonda lizozim, miyeloperoksidaz (MPO), alkali fosfataz, proteazlar ve antimikrobiyal peptitler (AMP: defensin, pisidin, hepsidin) ile zenginleştirilerek patojenlerin epitelyal tutunmasını engeller (Campoverde vd., 2017; Hajirezaee ve Khanjani, 2021; Ordóñez-Grande vd., 2020). Sistemik dolaşımda ise bitkisel uçucu yağlar, baş böbrek ve dalak lökositlerinin fagositoz indeksini ve solunumsal patlama (respiratory burst) kapasitesini artırmaktadır (Al-Sagheer vd., 2018; Fadeifard vd., 2018). Ayrıca serum alternatif kompleman yolu aktivitesini uyararak bakteriyel hücrelerin opsonizasyonunu ve lizisini hızlandırmakta, böylece balığı enfeksiyonlara karşı fizyolojik olarak dirençli kılmaktadır (Souza vd., 2019; Valladao vd., 2017).

5. Akuakültürde Profilaktik Biyosidal Etkinlik, Sinerjistik Karışımlar ve Güvenli İnklüzyon Eşikleri

Esansiyel yağların su ürünleri patolojisindeki en değerli rollerinden biri, sucul çevrede yaygın olan bakteriyel, viral, fungal ve paraziter patojenlere karşı geniş spektrumlu antimikrobiyal ve antibiyofilm etkinlik sergilemeleridir. Lipofilik yapıdaki monoterpenler ve fenilpropenler (timol, karvakrol, öjenol, sinnamaldehit), bakteriyel sitoplazmik membranların lipid çift katmanına hızla penetre olur. Bu moleküller hücre zarının paketlenme yoğunluğunu ve akışkanlığını bozarak membran permeabilitesini kontrolsüz şekilde artırır (Costa vd., 2019; Da Cunha vd., 2018). Neticede hücre içi potasyum, nükleotit ve ATP gibi hayati moleküller dışarı sızarken, transmembran proton gradyenti (ΔpH) ve membran elektriksel potansiyeli çöker; bu durum bakterinin metabolik ölümüne (lizis) yol açar (Modareskia vd., 2022; Tariq vd., 2019). Yapılan araştırmalar; kekik (*Origanum vulgare*, *Origanum onites*), zahter, çay ağacı (*Melaleuca alternifolia*), limon otu (*Cymbopogon citratus*), narenciye kabuğu, mürr (*Commiphora myrrha*), fesleğen (*Ocimum basilicum*), zencefil (*Curcuma aromatica*), nane (*Mentha piperita*), tarhun (*Artemisia dracunculus*) ve tarçın yağlarının akuakültürde ciddi ekonomik kayıplara yol açan *Aeromonas hydrophila*, *Aeromonas salmonicida*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Vibrio anguillarum*, *Streptococcus agalactiae*, *Streptococcus iniae*, *Edwardsiella tarda*, *Lactococcus garvieae*, *Pseudomonas* spp. ve *Tenacibaculum maritimum* gibi çoklu ilaca dirençli izolatlar üzerinde güçlü bakterisidal ve biyofilm önleyici aktivite gösterdiğini kanıtlamıştır (Abdel-Latif vd., 2020b; Abdo vd., 2024; Acar vd., 2015, 2025; Alasgah vd., 2025; Anastasiou vd., 2019; Baba vd., 2016; Bandeira Junior vd., 2022; Bektas vd., 2025; Chbel vd., 2022; Das vd., 2025; de Souza Silva vd., 2019; Diler vd., 2017; Domínguez-Borbor vd., 2020; Hajirezaee vd., 2024; Hudecová vd., 2024; Kolygas vd., 2025; Pavone vd., 2025; Srinivasan vd., 2025; Terrazas-Pineda vd., 2025).

Antibakteriyel etkilerin ötesinde, esansiyel yağlar kuluçkahane safhasında balık yumurtalarına musallat olan *Saprolegnia parasitica* gibi oomisit mantarların hücre duvarı bütünlüğünü yıkarak fungal sporülasyonu engellemektedir (Gormez ve Diler, 2014; Hoskonen vd., 2015; Miljanović vd., 2021). Antiparaziter boyutta ise palmarosa ve zerdeçal yağlarının japon balığında *Gyrodactylus kobayashii* (Zhou vd., 2022); *Schinus terebinthifolius* yağının *Epistylis* sp. (Pereira vd., 2024); *Lippia* türleri ve nane (*Mentha piperita*) yağının ise *Neoechinorhynchus buttnerae*, *Ichthyophthirius multifiliis* ve çeşitli monogenoidean parazitler üzerinde antiparaziter etkinlik sağladığı ortaya konmuştur (Brasil vd., 2019; Da Cunha vd., 2017; de Souza Costa vd., 2020; Soares vd., 2016).

Biyoaktif yağların etkinliğini pekiştirmek ve uygulama dozlarını minimize etmek adına fonksiyonel sinerjistik kombinasyonlar tasarlanmaktadır. Esansiyel yağların probiyotik bakterilerle birlikte uygulanması (sinbiyotik etki), bir yandan patojen florayı zayıflatırken diğer yandan bağırsak kolonizasyonunu iyileştirmektedir (Öz, Üstüner, Çifci, Dikel vd., 2026; Raslan vd., 2025; Wei vd., 2022). Organik asitlerle (örneğin bütirat, sitrat) kombine edildiklerinde; asitler lümen pH'sını düşürerek patojen zarını zayıflatmakta, hidrofobik yağ bileşenleri ise sitoplazmaya penetre olarak parçalanmayı hızlandırmaktadır (Cao vd., 2022; Huyben vd., 2021; Moustafa vd., 2025). Benzer şekilde, esansiyel yağların rasyona borik asit veya bor iz mineralleri ile kombine edilerek katılması stratejik bir formülasyon sahasıdır. Nitekim rasyona kontrollü düzeyde borik asit ilavesinin gökkuşağı alabalıklarında antioksidan enzim aktivitelerini normalize ederek MDA düzeylerini düşürdüğü ve büyümeyi

desteklediği (Öz, 2025); tilapyalarda ise bor takviyesinin hematolojik parametreleri ve eritrosit indekslerini koruduğu tespit edilmiştir (Çelik vd., 2024). Bu minerallerin antioksidan bitki yağlarıyla birlikte kullanımı, yoğun sistemlerde metabolik direnci artırma potansiyeline sahiptir. Nitekim bitkisel ekstraktlar aracılığıyla yeşil sentez yöntemiyle üretilen selenyum nanopartiküllerinin (SeNP), inorganik formlara kıyasla balıklarda antioksidan enzim aktivitelerini (CAT, GPx, TAS) ve büyüme parametrelerini çok daha yüksek bir biyoyararlanımla stimüle ettiği kanıtlanmıştır (Dikel vd., 2026).

Bununla birlikte, fitobiyotik kullanımında göz önünde bulundurulması gereken en temel farmakolojik olgu, esansiyel yağların bifazik (hormetik) bir doz-yanıt ilişkisi sergilemesidir. Terapötik pencere oldukça dardır ve optimum konsantrasyonların üzerindeki seviyeler toksik etkilere yol açmaktadır. Literatürde türlere ve yağ tiplerine göre ideal inklüzyon düzeyleri genellikle rasyonun kg'ı başına 0.5–3.0 g (veya mL) bandında yoğunlaşmaktadır. Örneğin Nil tilapyalarında anason (*Pimpinella anisum*) yağı %0.1–0.2 düzeylerinde büyüme ve antioksidan parametreleri maksimize ederken, %0.3 seviyesine çıkıldığında balık parametrelerinde belirgin toksik ve olumsuz etkiler şekillenmiştir (Tok vd., 2025). Benzer şekilde zencefil uçucu yağının tilapyalarda 0.5 mL/kg düzeyinde performansı artırdığı, ancak daha yüksek dozlarda karaciğerde dejeneratif değişikliklere ve hepatik disfonksiyona neden olduğu gösterilmiştir (Chung vd., 2021). *Lippia sidoides* yağının tambaki balıklarında (*Colossoma macropomum*) 0.5–1.0 mL/kg seviyeleri büyümeyi desteklerken yüksek dozların metabolik yıkıma yol açtığı rapor edilmiştir (Copatti vd., 2022). Bazı çalışmalarda ise esansiyel yağların büyüme üzerinde hiçbir etki yaratmadığı, yalnızca hafif bir immünostimülan olarak kaldığı veya nötr sonuçlar verdiği bildirilmiştir (da Silva vd., 2025; Sosa vd., 2020). Yüksek konsantrasyonlu uçucu bileşenlerin aşırı alımı; bağırsak epitel hücrelerinde nekroz, villus körelmesi, karaciğerde vakuoler dejenerasyon ve böbrek tübüllerinde yapısal hasar ile karakterize hücresel toksisite doğurmaktadır (Chung vd., 2021; Kuebutornye vd., 2024). Bu nedenle esansiyel yağların balık yemlerinde antibiyotiklerin yerini alabilecek güvenli ve sürdürülebilir fonksiyonel katkılar olarak konumlandırılması; kesinlikle ampirik dozlamalar yerine, her bir sucul türün fizyolojik toleransına göre valide edilmiş titiz dozlama protokollerini gerektirmektedir. Bu kapsamda, çiftlik ölçeğinde su kalitesi parametrelerinin izlenmesi, biyokütle tahmini, patolojik risklerin önceden tespiti ve tür-spesifik hassas katkı dozajlamasının optimize edilmesinde yapay zekâ (AI) ve makine öğrenimi tabanlı karar destek sistemleri; sürdürülebilir akuakültür ve 'Mavi Dönüşüm' hedefleri doğrultusunda stratejik bir operasyonel izleme aracı sunmaktadır (Öz ve Üstüner, 2026c; Öz, Üstüner, Çifci vd., 2025).

6. Sonuç

Akuakültür yem endüstrisinde sürdürülebilirlik arayışları ve balık unu/yağı ikamesinin yarattığı metabolik zorluklar, fonksiyonel katkı maddelerinin rasyonlara entegrasyonunu elzem kılmaktadır. Tıbbi ve aromatik bitki yağları; bünyelerindeki timol, karvakrol, öjenol ve sinnamaldehit gibi monoterpenik ve fenilpropenik biyoaktif moleküller sayesinde modern su ürünleri beslemesinde çok yönlü biyolojik etkinlik göstermektedir. Bu fitokimyasallar; iştah mekanizmalarını uyararak yem tüketimini artırmakta, gastrointestinal kanalda sindirim enzimi sekresyonunu teşvik etmekte, yararlı mikrobiyota kompozisyonunu stabilize etmekte ve GH/IGF-1 büyüme eksenini yukarı yönde düzenleyerek somatik gelişimi hızlandırmaktadır. Hücresel seviyede ise Nrf2-Keap1 yolağını aktive ederek endojen antioksidan enzim genlerinin ekspresyonunu indüklemekte, lipid peroksidasyonunu sınırlandırmakta ve mitokondriyal solunum bütünlüğünü teminat altına almaktadır. Mukozal bariyerleri güçlendirici ve patojen membranlarını parçalayıcı özellikleri; antibiyotiklerin sınırlandırıldığı yetiştiricilik modellerinde bu yağları stratejik bir profilaktik savunma aracı haline getirmektedir.

Ancak esansiyel yağların laboratuvar ölçekli denemelerden geniş çaplı endüstriyel yem formülasyonlarına aktarılabilmesi; ham bitki ekstraktlarının doğasında bulunan kemotipik dalgalanmaların bertaraf edilmesine ve GC-MS standardizasyonunun sağlanmasına bağlıdır. Dahası, yüksek sıcaklık ve basınç içeren yem ekstrüzyon proseslerine karşı biyoaktiflerin nanoemülsiyon ve polimerik nanokapsülasyon gibi ileri taşıyıcı sistemlerle korunması şarttır. Uçucu yağların sahip olduğu dar terapötik pencere ve yüksek dozların yol açabileceği

hepatotoksisite ve bağırsak epitel hasarı göz önünde bulundurularak, tür ve yaşam evresi bazında güvenli inklüzyon eşiklerinin belirlenmesi gelecekteki saha başarılarını tayin edecektir.

Kaynakça

Aanyu, M., Betancor, M. B., & Monroig, O. (2018). Effects of dietary limonene and thymol on the growth and nutritional physiology of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, 488, 217–226.

Abdel-Latif, H. M., Abdel-Tawwab, M., Khafaga, A. F., & Dawood, M. A. (2020a). Dietary oregano essential oil improved the growth performance via enhancing the intestinal morphometry and hepato-renal functions of common carp (*Cyprinus carpio* L.) fingerlings. *Aquaculture*, 526, 735432.

Abdel-Latif, H. M., Abdel-Tawwab, M., Khafaga, A. F., & Dawood, M. A. (2020b). Dietary origanum essential oil improved antioxidative status, immune-related genes, and resistance of common carp (*Cyprinus carpio* L.) to *Aeromonas hydrophila* infection. *Fish & Shellfish Immunology*, 104, 1–7.

Abdo, S. E., El-Nahas, A. F., Abdellatif, R. E., Mohamed, R., Helal, M. A., Azzam, M. M., … El-Kassas, S. (2024). Combined dietary *Spirulina platensis* and *Citrus limon* essential oil enhances the growth, immunity, antioxidant capacity and intestinal health of Nile Tilapia. *Veterinary Sciences*, 11(10), 474.

Acar, Ü., Kesbiç, O. S., Yılmaz, S., Gültepe, N., & Türker, A. (2015). Evaluation of the effects of essential oil extracted from sweet orange peel (*Citrus sinensis*) on growth rate of tilapia (*Oreochromis mossambicus*) and possible disease resistance against *Streptococcus iniae*. *Aquaculture*, 437, 282–286.

Acar, Ü., Yıldırım, Ö., Baba, E., Navruz, F. Z., Hacisa, M., & Yılmaz, S. (2025). Effects of a Myrrh (*Commiphora myrrha*) essential oil supplemented diet on haemato-biochemical parameters, expression of tissue-specific immune-and stress-related genes, and resistance of *Cyprinus carpio* to *Aeromonas hydrophila* infection. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 25(8).

Agustí, A., García-Pardo, M. P., López-Almela, I., Campillo, I., Maes, M., Romaní-Pérez, M., & Sanz, Y. (2018). Interplay between the gut-brain axis, obesity and cognitive function. *Frontiers in Neuroscience*, 12, 329519.

Ahmad, M. H., & Abdel-Tawwab, M. (2011). The use of caraway seed meal as a feed additive in fish diets: Growth performance, feed utilization, and whole-body composition of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) fingerlings. *Aquaculture*, 314(1–4), 110–114.

Ahmadifar, E., Kalhor, N., Yousefi, M., Adineh, H., Moghadam, M. S., Sheikhzadeh, N., … Van Doan, H. (2023). Effects of dietary *Plantago ovata* seed extract administration on growth performance and immune function of common carp (*Cyprinus carpio*) fingerling exposed to ammonia toxicity. *Veterinary Research Communications*, 47(2), 731–744.

Ahmadifar, E., Mohammadzadeh, S., Kalhor, N., Yousefi, M., Moghadam, M. S., Naraballobh, W., … Van Doan, H. (2022). Cornelian cherry (*Cornus mas* L.) fruit extract improves growth performance, disease resistance, and serum immune-and antioxidant-related gene expression of common carp (*Cyprinus carpio*). *Aquaculture*, 558, 738372.

Ahmadifar, E., Sheikhzadeh, N., Roshanaei, K., Dargahi, N., & Faggio, C. (2019). Can dietary ginger (*Zingiber officinale*) alter biochemical and immunological parameters and gene expression related to growth, immunity and antioxidant system in zebrafish (*Danio rerio*)? *Aquaculture*, 507, 341–348.

Ahmadifar, E., Yousefi, M., Karimi, M., Fadaei Raieni, R., Dadar, M., Yilmaz, S., … Abdel-Latif, H. M. (2021). Benefits of dietary polyphenols and polyphenol-rich additives to aquatic animal health: an overview. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, 29(4), 478–511.

Ahmed, S. R., Hoseinifar, S. H., Van Doan, H., Rossi, W., Davies, S., Goda, A. M., & El-Haroun, E. (2025). Implications of Fermented Plant Protein Ingredients: A Critical Review of Nutrition, Physiology and Growth Related Aspects. *Annals of Animal Science*, 25(4), 1345–1360.

Alagawany, M., Farag, M. R., Salah, A. S., & Mahmoud, M. A. (2020). The role of oregano herb and its derivatives as immunomodulators in fish. *Reviews in Aquaculture*, 12(4), 2481–2492.

Alasgah, A. A., Ahmed, G. E., El Bayomi, R. M., Mahmoud, A. F. A., El-tahlawy, A. S., Abdallah, K. M., … Morshdy, A. E. M. (2025). Antibiofilm potential of cumin and lemongrass essential oils against multidrug-resistant *Vibrio parahaemolyticus* in retailed fish samples. *Food Control*, 172, 111162.

Al-Sagheer, A., Mahmoud, H., Reda, F., Mahgoub, S., & Ayyat, M. (2018). Supplementation of diets for *Oreochromis niloticus* with essential oil extracts from lemongrass (*Cymbopogon citratus*) and geranium (*Pelargonium graveolens*) and effects on growth, intestinal microbiota, antioxidant and immune activities. *Aquaculture Nutrition*, 24(3), 1006–1014.

Amenyogbe, E., Droepenu, E. K., Ayisi, C. L., Boamah, G. A., Duker, R. Q., Abarike, E. D., & Huang, J.-s. (2024). Impact of probiotics, prebiotics, and synbiotics on digestive enzymes, oxidative stress, and antioxidant defense in fish farming: current insights and future perspectives. *Frontiers in Marine Science*, 11, 1368436.

Anastasiou, T. I., Mandalakis, M., Krigas, N., Vézignol, T., Lazari, D., Katharios, P., … Antonopoulou, E. (2019). Comparative evaluation of essential oils from medicinal-aromatic plants of Greece: Chemical composition, antioxidant capacity and antimicrobial activity against bacterial fish pathogens. *Molecules*, 25(1), 148.

Andrés, C. M. C., Pérez de la Lastra, J. M., Bustamante Munguira, E., Juan, C. A., Plou, F. J., & Pérez Lebeña, E. (2024). Electrophilic compounds in the human diet and their role in the induction of the transcription factor NRF2. *International Journal of Molecular Sciences*, 25(6), 3521.

Aydın, B., & Barbas, L. A. L. (2020). Sedative and anesthetic properties of essential oils and their active compounds in fish: A review. *Aquaculture*, 520, 734999.

Aziz, E. E., Badawy, E. M., Zheljazkov, V. D., Nicola, S. M., & Fouad, H. (2019). Yield and chemical composition of essential oil of *Achillea millefolium* L. as affected by harvest time. *Egyptian Journal of Chemistry*, 62(3), 533–540.

Baba, E., Acar, Ü., Öntaş, C., Kesbiç, O. S., & Yılmaz, S. (2016). Evaluation of *Citrus limon* peels essential oil on growth performance, immune response of Mozambique tilapia *Oreochromis mossambicus* challenged with *Edwardsiella tarda*. *Aquaculture*, 465, 13–18.

Bag, A., & Chattopadhyay, R. R. (2018). Evaluation of antioxidant potential of essential oils of some commonly used Indian spices in in vitro models and in food supplements enriched with omega-6 and omega-3 fatty acids. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(1), 388–398.

Bandeira Junior, G., Bianchini, A. E., de Freitas Souza, C., Descovi, S. N., da Silva Fernandes, L., de Lima Silva, L., … Baldisserotto, B. (2022). The use of cinnamon essential oils in aquaculture: antibacterial, anesthetic, growth-promoting, and antioxidant effects. *Fishes*, 7(3), 133.

Barbas, L. A. L., Maltez, L. C., Stringhetta, G. R., de Oliveira Garcia, L., Monserrat, J. M., da Silva, D. T., … Sampaio, L. A. (2017). Properties of two plant extractives as anaesthetics and antioxidants for juvenile tambaqui *Colossoma macropomum*. *Aquaculture*, 469, 79–87.

Bektas, S., Ozdal, M., & Gürkök, S. (2025). Characterization of the active compounds of *Satureja hortensis* L. aerial parts essential oil and its antioxidant, antimicrobial, and anti-biofilm properties against fish pathogenic microorganisms. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 1–13.

Brasil, E. M., Figueredo, A. B., Cardoso, L., Santos, M. Q. d. C., Bertaglia, E. d. A., Furtado, W. E., … Mouriño, J. L. (2019). In vitro and in vivo antiparasitic action of essential oils of *Lippia* spp. in koi carp (*Cyprinus carpio*) fed supplemented diets. *Brazilian Journal of Veterinary Pathology*, 12(3), 88–100.

Butt, R. L., & Volkoff, H. (2019). Gut microbiota and energy homeostasis in fish. *Frontiers in Endocrinology*, 10, 9.

Caballero-Solares, A., Eslamloo, K., Hall, J. R., Katan, T., Emam, M., Xue, X., … Rise, M. L. (2024). Vegetable omega-3 and omega-6 fatty acids differentially modulate the antiviral and antibacterial immune responses of Atlantic salmon. *Scientific Reports*, 14(1), 10947.

Campoverde, C., Milne, D. J., Estévez, A., Duncan, N., Secombes, C. J., & Andree, K. B. (2017). Ontogeny and modulation after PAMPs stimulation of β-defensin, hepcidin, and piscidin antimicrobial peptides in meagre (*Argyrosomus regius*). *Fish & Shellfish Immunology*, 69, 200–210.

Cantas, L., Sørby, J. R. T., Aleström, P., & Sørum, H. (2012). Culturable gut microbiota diversity in zebrafish. *Zebrafish*, 9(1), 26–37.

Cao, K., Wang, Y., Li, M., Zhang, C., Lahaye, L., Chowdhury, M. K., … Leng, X. (2022). Supplementation of a Multienzyme Complex, an Organic Acid-Essential Oil Complex, and Prebiotic Alone or in Combination Affects Growth, Nutrient Utilization, and Immune Function of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture Nutrition*, 2022(1), 1068537.

Caputo, A., Bondad-Reantaso, M. G., Karunasagar, I., Hao, B., Gaunt, P., Verner-Jeffreys, D., … Dorado-Garcia, A. (2023). Antimicrobial resistance in aquaculture: A global analysis of literature and national action plans. *Reviews in Aquaculture*, 15(2), 568–578.

Cardoso, L., Owatari, M. S., Chaves, F. C. M., Bastolla, C. L. V., Saldaña-Serrano, M., Mouriño, J. L. P., & Martins, M. L. (2024). Dietary supplementation with *Lippia sidoides* essential oil improves organ integrity but the specific activity of antioxidant enzymes is dose-dependent in *Danio rerio*. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 108(2), 374–382.

Carneiro, C. L. d. S., de Assis, C. E., Modesto, A. L. S., Maciel, J. F. R., Campelo, D. A. V., Luz, R. K., … Salaro, A. L. (2021). Oregano essential oil (*Origanum vulgare*) dietary supplementation improved growth performance, body protein retention and muscle hyperplasia of the Neotropical catfish *Lophiosilurus alexandri*. *Aquaculture Nutrition*, 27(4), 1221–1231.

Chbel, A., Elmakssoudi, A., Rey-Méndez, M., Barja, J. L., & Soukri, A. (2022). Analysis of the chemical compositions of six essential oils and evaluation of their antioxidant and antibacterial activities against some drug-resistant bacteria in aquaculture. *Journal of Herbmed Pharmacology*, 11(3), 401–408.

Cheng, K., Huang, Y., & Wang, C. (2021). 1, 25 (OH) 2D3 inhibited ferroptosis in zebrafish liver cells (ZFL) by regulating keap1-nrf2-GPx4 and NF-κB-hepcidin Axis. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(21), 11334.

Cheyadmi, S., Chadli, H., Maadoudi, M. E., Sedki, S., Abrini, J., Baaboua, A. E., … Chairi, H. (2025). Effect of dietary additives based on essential oils of Lemongrass and Chamomile on the zootechnical performance and physiological stress response of European seabass (*Dicentrarchus labrax*) in aquaculture. *Fish Physiology and Biochemistry*, 51(6), 1–17.

Chung, S., Ribeiro, K., Melo, J. F. B., Teixeira, D. V., Vidal, L. V. O., & Copatti, C. E. (2021). Essential oil from ginger influences the growth, haematological and biochemical variables and histomorphometry of intestine and liver of Nile tilapia juveniles. *Aquaculture*, 534, 736325.

Copatti, C. E., e Silva, A. F., Lorenzo, V. P., & Melo, J. F. B. (2022). Addition of essential oil from *Lippia sidoides* to the diet of tambaqui: An analysis of growth, metabolic and blood parameters, and intestinal enzymes. *Aquaculture*, 560, 738482.

Costa, M. F., Durço, A. O., Rabelo, T. K., Barreto, R. d. S. S., & Guimarães, A. G. (2019). Effects of Carvacrol, Thymol and essential oils containing such monoterpenes on wound healing: A systematic review. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 71(2), 141–155.

Costa, T. S., Silva, R. C. d., Pretto, A., Monteiro, O. d. S., Siqueira, J. C. d., Baldisserotto, B., & Lopes, J. M. (2022). Effect of *Lippia grata* essential oil as a feed additive on the performance of tambatinga juveniles. *Acta Amazonica*, 52, 122–130.

Çelik, M., Dikel, S., & Öz, M. (2024). Investigation of the effect of water and feed sourced boron on the growth performance and blood parameters of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 55(6), e13104.

Da Cunha, J. A., Heinzmann, B. M., & Baldisserotto, B. (2018). The effects of essential oils and their major compounds on fish bacterial pathogens–a review. *Journal of Applied Microbiology*, 125(2), 328–344.

Da Cunha, J. A., Sutili, F. J., Oliveira, A. M., Gressler, L. T., Scheeren, C. d. A., Silva, L. d. L., … Heinzmann, B. M. (2017). The essential oil of *Hyptis mutabilis* in *Ichthyophthirius multifiliis* infection and its effect on hematological, biochemical, and immunological parameters in silver catfish, *Rhamdia quelen*. *The Journal of Parasitology*, 103(6), 778–785.

da Silva, E., Deschamps, G. T., Matter, F. d. L., Bertoldi, F. C., Aldegunde, M., da Silva, D. F., … Weber, R. A. (2021). The anaesthetic efficacy of *Eucalyptus globulus* essential oil on silver catfish (*Rhamdia quelen*). *Aquaculture Research*, 52(11), 5190–5197.

da Silva, M. I., Pestana, M. C. A., Marchão, R. S., Costa, T. S., Baldisserotto, B., Marinho, I. R., … Lopes, J. M. (2025). Dietary supplementation with *Melaleuca alternifolia* essential oil improves survival and resistance to *Saprolegnia* in tambatinga. *Semina: Ciências Agrárias*, 46(2), 401–416.

Daeihamed, M., Dadashzadeh, S., Haeri, A., & Faghih Akhlaghi, M. (2017). Potential of liposomes for enhancement of oral drug absorption. *Current Drug Delivery*, 14(2), 289–303.

Das, R., Thaosen, N., Sarma, K., & Sarma, D. (2025). Essential oil of *Curcuma aromatica* as a dietary supplement: Evaluation of its effect on growth, haematology, immune response and histopathology in *Channa punctata* challenged with two pathogenic aeromonads. *Animal Feed Science and Technology*, 321, 116235.

Dawood, M. A., El Basuini, M. F., Yilmaz, S., Abdel-Latif, H. M., Alagawany, M., Kari, Z. A., … Van Doan, H. (2022). Exploring the roles of dietary herbal essential oils in aquaculture: A review. *Animals*, 12(7), 823.

Dawood, M. A., El Basuini, M. F., Zaineldin, A. I., Yilmaz, S., Hasan, M. T., Ahmadifar, E., … Abu-Elala, N. M. (2021). Antiparasitic and antibacterial functionality of essential oils: An alternative approach for sustainable aquaculture. *Pathogens*, 10(2), 185.

Dawood, M. A., Koshio, S., & Esteban, M. Á. (2018). Beneficial roles of feed additives as immunostimulants in aquaculture: a review. *Reviews in Aquaculture*, 10(4), 950–974.

de Freitas Souza, C., Baldissera, M. D., Bianchini, A. E., da Silva, E. G., Mourão, R. H. V., da Silva, L. V. F., … Baldisserotto, B. (2018). Citral and linalool chemotypes of *Lippia alba* essential oil as anesthetics for fish: a detailed physiological analysis of side effects during anesthetic recovery in silver catfish (*Rhamdia quelen*). *Fish Physiology and Biochemistry*, 44(1), 21–34.

de Oliveira, I. C., Oliveira, R. S. M., Lemos, C. H. d. P., de Oliveira, C. P. B., Felix e Silva, A., Lorenzo, V. P., … Copatti, C. E. (2022). Essential oils from *Cymbopogon citratus* and *Lippia sidoides* in the anesthetic induction and transport of ornamental fish *Pterophyllum scalare*. *Fish Physiology and Biochemistry*, 48(3), 501–519.

de Souza, R. C., Baldisserotto, B., Melo, J. F. B., da Costa, M. M., de Souza, E. M., & Copatti, C. E. (2020). Dietary *Aloysia triphylla* essential oil on growth performance and biochemical and haematological variables in Nile tilapia. *Aquaculture*, 519, 734913.

de Souza Costa, C. M., da Cruz, M. G., Lima, T. B. C., Ferreira, L. C., Ventura, A. S., Brandão, F. R., … Jerônimo, G. T. (2020). Efficacy of the essential oils of *Mentha piperita*, *Lippia alba* and *Zingiber officinale* to control the acanthocephalan *Neoechinorhynchus buttnerae* in *Colossoma macropomum*. *Aquaculture Reports*, 18, 100414.

de Souza Silva, L. T., de Pádua Pereira, U., de Oliveira, H. M., Brasil, E. M., Pereira, S. A., Chagas, E. C., … Martins, M. L. (2019). Hemato-immunological and zootechnical parameters of Nile tilapia fed essential oil of *Mentha piperita* after challenge with *Streptococcus agalactiae*. *Aquaculture*, 506, 205–211.

Dikel, S., Öz, M., Erşatır, M., Dikel, Ç., Üstüner, E., & Demirkol, O. (2026). Comparative effects of dietary inorganic and nano forms of selenium on growth, hematological, biochemical, and antioxidant responses in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Tropical Animal Health and Production*, 58, 530.

Diler, O., Gormez, O., Diler, I., & Metin, S. (2017). Effect of oregano (*Origanum onites* L.) essential oil on growth, lysozyme and antioxidant activity and resistance against *Lactococcus garvieae* in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *Aquaculture Nutrition*, 23(4), 844–851.

Dinardo, F. R., Deflorio, M., Casalino, E., Crescenzo, G., & Centoducati, G. (2020). Effect of feed supplementation with *Origanum vulgare* L. essential oil on sea bass (*Dicentrarchus labrax*): A preliminary framework on metabolic status and growth performances. *Aquaculture Reports*, 18, 100511.

Dokou, S., Bitchava, K., Stylianaki, I., Chantzi, P., Efstathiou, A., Vasilopoulou, K., … Kumar, P. (2023). NaNo-oregaNo esseNtial oil improves raiNbow trout's (*Oncorhynchus mykiss*) growth performaNce, oxidative status, fatty acid profile of fillet, affects geNe expressioN aNd supports skiN aNd iNtestiNal histomorphometry. *Annals of Animal Science*, 23(4), 1177–1189.

Domínguez-Borbor, C., Sánchez-Rodríguez, A., Sonnenholzner, S., & Rodríguez, J. (2020). Essential oils mediated antivirulence therapy against vibriosis in *Penaeus vannamei*. *Aquaculture*, 529, 735639.

Esen, R., Öz, M., & Dikel, S. (2025). Effects of artichoke (*Cynara scolymus*) leaf extract on the growth, blood, and biochemistry parameters of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Tropical Animal Health and Production*, 57(6), 284.

Fadeifard, F., Raissy, M., Jafarian, M., Boroujeni, H. R., Rahimi, M., & Faghani, M. (2018). Effects of black seed (*Nigella sativa*), ginger (*Zingiber officinale*) and cone flower (*Echinacea angustifolia*) on the immune system of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 70, 199–204.

Fernando, I., Nisa', F., Yudhistira, B., Nugraha, W. S., Sutopo, C. C. Y., Giovanni, A., … Kasza, G. (2025). A comprehensive review on the utilization of housefly larvae (*Musca domestica*) as dietary meals in aquaculture. *Discover Sustainability*, 6(1), 986.

Firmino, J. P., Fernández-Alacid, L., Vallejos-Vidal, E., Salomón, R., Sanahuja, I., Tort, L., … Gisbert, E. (2021). Carvacrol, thymol, and garlic essential oil promote skin innate immunity in gilthead seabream (*Sparus aurata*) through the multifactorial modulation of the secretory pathway and enhancement of mucus protective capacity. *Frontiers in Immunology*, 12, 633621.

Firmino, J. P., Vallejos-Vidal, E., Balebona, M. C., Ramayo-Caldas, Y., Cerezo, I. M., Salomón, R., … Reyes-López, F. E. (2021). Diet, immunity, and microbiota interactions: an integrative analysis of the intestine transcriptional response and microbiota modulation in gilthead seabream (*Sparus aurata*) fed an essential oils-based functional diet. *Frontiers in Immunology*, 12, 625297.

Fu, X., Li, K., Niu, Y., Lin, Q., Liang, H., Luo, X., … Li, N. (2022). The mTOR/PGC-1α/SIRT3 pathway drives reductive glutamine metabolism to reduce oxidative stress caused by ISKNV in CPB cells. *Microbiology Spectrum*, 10(1), e02310-02321.

Fuse, Y., & Kobayashi, M. (2017). Conservation of the Keap1-Nrf2 system: an evolutionary journey through stressful space and time. *Molecules*, 22(3), 436.

Ghafarifarsani, H., Aftabgard, M., Hoseinifar, S. H., Raeeszadeh, M., & Van Doan, H. (2023). Comparative effects of savory (*Satureja hortensis*), dill (*Anethum graveolens*), and mooseer (*Allium hirtifolium*) essential oils on growth, digestive, and immunoantioxidant parameters and resistance to *Aeromonas hydrophila* in juvenile common carp (*Cyprinus carpio*). *Aquaculture*, 572, 739541.

Ghafarifarsani, H., Hoseinifar, S. H., Aftabgard, M., & Van Doan, H. (2022). The improving role of savory (*Satureja hortensis*) essential oil for Caspian roach (*Rutilus caspicus*) fry: Growth, haematological, immunological, and antioxidant parameters and resistance to salinity stress. *Aquaculture*, 548, 737653.

Ghafarifarsani, H., Hoseinifar, S. H., Sheikhlar, A., Raissy, M., Chaharmahali, F. H., Maneepitaksanti, W., … Van Doan, H. (2022). The effects of dietary thyme oil (*Thymus vulgaris*) essential oils for common carp (*Cyprinus carpio*): growth performance, digestive enzyme activity, antioxidant defense, tissue and mucus immune parameters, and resistance against *Aeromonas hydrophila*. *Aquaculture Nutrition*, 2022(1), 7942506.

Gormez, O., & Diler, O. (2014). In vitro antifungal activity of essential oils from *Tymbra*, *Origanum*, *Satureja* species and some pure compounds on the fish pathogenic fungus, *Saprolegnia parasitica*. *Aquaculture Research*, 45(7), 1196–1201.

Gugliandolo, A., Bramanti, P., & Mazzon, E. (2020). Activation of Nrf2 by natural bioactive compounds: a promising approach for stroke? *International Journal of Molecular Sciences*, 21(14), 4875.

Gümüş, H., Dikel, S., & Öz, M. (2026). Mitigating deltamethrin-induced systemic toxicity in Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) via dietary artichoke (*Cynara scolymus*) leaf extract: a multi-biomarker approach. *Aquaculture International*, 34, 158.

Gutiérrez-del-Río, I., López-Ibáñez, S., Magadán-Corpas, P., Fernández-Calleja, L., Pérez-Valero, Á., Tuñón-Granda, M., … Lombó, F. (2021). Terpenoids and polyphenols as natural antioxidant agents in food preservation. *Antioxidants*, 10(8), 1264.

Hajirezaee, S., & Khanjani, M. H. (2021). Evaluation of dietary inclusion of *Bunium persicum*, *Bunium persicum* essential oil on growth, immune components, immune-related gene expressions and resistance to *Aeromonas hydrophila*, in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture Research*, 52(10), 4711–4723.

Hajirezaee, S., Khanjani, M. H., Ahani, S., & Ghiasvand, Z. (2024). Tarragon (*Artemisia dracunculus*) Essential Oil at Optimized Dietary Levels Prompted Growth, Immunity, and Resistance to Enteric Red-Mouth Disease in the Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture Research*, 2024(1), 3273850.

Hashem, N. M., Hosny, N. S., El-Desoky, N. I., & Shehata, M. G. (2021). Effect of nanoencapsulated alginate-synbiotic on gut microflora balance, immunity, and growth performance of growing rabbits. *Polymers*, 13(23), 4191.

Hoskonen, P., Heikkinen, J., Eskelinen, P., & Pirhonen, J. (2015). Efficacy of clove oil and ethanol against *Saprolegnia* sp. and usability as antifungal agents during incubation of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum) eggs. *Aquaculture Research*, 46(3), 581–589.

Hsu, C.-Y., Wang, P.-W., Alalaiwe, A., Lin, Z.-C., & Fang, J.-Y. (2019). Use of lipid nanocarriers to improve oral delivery of vitamins. *Nutrients*, 11(1), 68.

Hudecová, P., Koščová, J., Hajdučková, V., Király, J., & Horňak, P. (2024). Antibacterial and Antibiofilm Activity of Essential Oils Against *Aeromonas* spp. Isolated from Rainbow Trout. *Animals*, 14(22), 3202.

Huyben, D., Chiasson, M., Lumsden, J. S., Pham, P. H., & Chowdhury, M. A. K. (2021). Dietary microencapsulated blend of organic acids and plant essential oils affects intestinal morphology and microbiome of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Microorganisms*, 9(10), 2063.

Ibrahim, D., Abd El-Hamid, M. I., Al-Zaban, M. I., ElHady, M., El-Azzouny, M. M., ElFeky, T. M., … Albalwe, F. M. (2022). Impacts of fortifying Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) diet with different strains of microalgae on its performance, fillet quality and disease resistance to *Aeromonas hydrophila* considering the interplay between antioxidant and inflammatory response. *Antioxidants*, 11(11), 2181.

Irby, D., Du, C., & Li, F. (2017). Lipid–drug conjugate for enhancing drug delivery. *Molecular Pharmaceutics*, 14(5), 1325–1338.

Kaushik, D., Verma, R., Rao, R., & Kaushik, P. (2021). Introduction to Lipid-Based Drug Delivery Systems for Oral Delivery. In *A Comprehensive Text Book on Self-emulsifying Drug Delivery Systems* (pp. 30–58). Bentham Science Publishers.

Kheawfu, K., Pikulkaew, S., Wellendorph, P., Jørgensen, L. v. G., Rades, T., Müllertz, A., & Okonogi, S. (2022). Elucidating pathway and anesthetic mechanism of action of clove oil nanoformulations in fish. *Pharmaceutics*, 14(5), 919.

Kolygas, M. N., Kostou, V., Pappas, I. S., Karagouni, E., Toubanaki, D. K., Bakopoulos, V., … Athanassopoulou, F. (2025). In vitro antibacterial activity of essential oils from medicinal plants against major fish pathogens in Mediterranean aquaculture. *Frontiers in Aquaculture*, 4, 1665877.

Kuebutornye, F. K. A., Roy, K., Folorunso, E. A., & Mraz, J. (2024). Plant-based feed additives in *Cyprinus carpio* aquaculture. *Reviews in Aquaculture*, 16(1), 309–336.

Lazăr, A. R., Pușcaș, A., Tanislav, A. E., & Mureșan, V. (2024). Bioactive compounds delivery and bioavailability in structured edible oils systems. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 23(6), e70020.

Li, K., Zhang, M., Bhandari, B., Xu, J., & Yang, C. (2020). Improving storage quality of refrigerated steamed buns by mung bean starch composite coating enriched with nano-emulsified essential oils. *Journal of Food Process Engineering*, 43(9), e13475.

Liang, J., Zhang, Y., Chi, P., Liu, H., Jing, Z., Cao, H., … Zhang, W. (2023). Essential oils: Chemical constituents, potential neuropharmacological effects and aromatherapy-A review. *Pharmacological Research-Modern Chinese Medicine*, 6, 100210.

Lin, Z., An, S., Zhou, C., Chen, Y., Gao, Z., Feng, J., … Yu, W. (2025). Effects of eucalyptus essential oil on growth, immunological indicators, disease resistance, intestinal morphology and gut microbiota in *Trachinotus ovatus*. *Microorganisms*, 13(3), 537.

Liu, C., Zhao, L.-P., & Shen, Y.-Q. (2021). A systematic review of advances in intestinal microflora of fish. *Fish Physiology and Biochemistry*, 47(6), 2041–2053.

McKuin, B., Kapuscinski, A. R., Sarker, P. K., Cheek, N., Lim, J., & Sabarsky, M. (2023). Comparative life cycle assessment of marine microalgae, *Nannochloropsis* sp. and fishmeal for sustainable protein ingredients in aquaculture feeds. *Elem Sci Anth*, 11(1), 00083.

Meetei, K. B., Nongmaithem, B. D., & Ngangbam, A. K. (2025). Aquafeed Innovation: Utilization of Molluscan and Crustacean By-Products for Sustainable Fish Nutrition. *Journal of Experimental Agriculture International*, 47(3), 349–356.

Mehrinakhi, Z., Ahmadifar, E., Sheikhzadeh, N., Moghadam, M. S., & Dawood, M. A. (2021). Extract of grape seed enhances the growth performance, humoral and mucosal immunity, and resistance of common carp (*Cyprinus carpio*) against *Aeromonas hydrophila*. *Annals of Animal Science*, 21(1), 217–232.

Midhun, S. J., Arun, D., Edatt, L., Sruthi, M., Thushara, V., Oommen, O. V., … Divya, L. (2016). Modulation of digestive enzymes, GH, IGF-1 and IGF-2 genes in the teleost, Tilapia (*Oreochromis mossambicus*) by dietary curcumin. *Aquaculture International*, 24(5), 1277–1286.

Miljanović, A., Grbin, D., Pavić, D., Dent, M., Jerković, I., Marijanović, Z., & Bielen, A. (2021). Essential oils of sage, rosemary, and bay laurel inhibit the life stages of oomycete pathogens important in aquaculture. *Plants*, 10(8), 1676.

Modareskia, M., Fattahi, M., & Mirjalili, M. H. (2022). Thymol screening, phenolic contents, antioxidant and antibacterial activities of Iranian populations of *Trachyspermum ammi* (L.) Sprague (Apiaceae). *Scientific Reports*, 12(1), 15645.

Moustafa, E. M., Shukry, M., Assas, M., Salah El Din, H. M., Khallaf, M. A., Ghetas, H. A., … Marzouk, W. H. (2025). Dietary oregano essential oil and sodium butyrate enhance growth, immunity, and gene expression in nile tilapia post-*Aeromonas hydrophila* infection. *Scientific Reports*, 15(1), 38496.

Muhammad, S., HPS, A. K., Abd Hamid, S., Danish, M., Marwan, M., Yunardi, Y., … Yahya, E. B. (2022). Characterization of bioactive compounds from patchouli extracted via supercritical carbon dioxide (SC-CO2) extraction. *Molecules*, 27(18), 6025.

Nahum, V., & Domb, A. J. (2021). Recent developments in solid lipid microparticles for food ingredients delivery. *Foods*, 10(2), 400.

Nguyen, N. P. K., Tran, K. N., Nguyen, L. T. H., Shin, H.-M., & Yang, I.-J. (2023). Effects of essential oils and fragrant compounds on appetite: a systematic review. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(9), 7962.

Ordóñez-Grande, B., Fernández-Alacid, L., Sanahuja, I., Sánchez-Nuño, S., Fernández-Borràs, J., Blasco, J., & Ibarz, A. (2020). Evaluating mucus exudation dynamics through isotopic enrichment and turnover of skin mucus fractions in a marine fish model. *Conservation Physiology*, 8(1), coaa095.

Öz, M. (2025). Effects of boric acid on oxidative stress parameters, growth performance and blood parameters of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Biological Trace Element Research*, 203(3), 1647–1655.

Öz, M., & İnanan, B. E. (2025). The Role of Glutamine in Growth, Health and Sensory Quality of Female Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Veterinary Medicine and Science*, 11(5), e70527.

Öz, M., Inanan, B. E., Karasahin, T., & Dikel, S. (2024). Effects of glutamine on growth performance, nutrient content, fatty acid profile, and blood parameters of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Journal of Fish Biology*, 104(4), 1213–1222.

Öz, M., Inanan, B. E., Üstüner, E., Karagoz, B., & Dikel, S. (2024). Effects of dietary garlic (*Allium sativum*) oil on growth performance, haemato-biochemical and histopathology of cypermethrin-intoxicated Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Veterinary Medicine and Science*, 10(3), e1449.

Öz, M., & Üstüner, E. (2026a). Beyond the omega-3 bottleneck: Microalgal biorefineries as a sustainable paradigm for aquafeeds. *Algal Research*, 96, 104700.

Öz, M., & Üstüner, E. (2026b). Omics technologies in aquafeed: unlocking the black box towards systems biology. *Functional & Integrative Genomics*, 26, 145.

Öz, M., & Üstüner, E. (2026c). Artificial Intelligence for Blue Transformation: A Review of Predictive Modeling and Decision Support Systems in Sustainable Aquaculture. *Sustainable Development*, 1–18.

Öz, M., & Üstüner, E. (2026d). Nanotechnology-Based Immunostimulants in Aquaculture: Mechanisms, Advances and Practical Applications. *Veterinary Medicine and Science*, 12, e71158.

Öz, M., & Üstüner, E. (2026e). Nutritional detoxification strategies in aquaculture: bioactive feed additives mitigating oxidative stress and xenobiotic toxicity in fish. *Fish Physiology and Biochemistry*, 52, 104.

Öz, M., Üstüner, E., & Bölükbaş, F. (2024). Effects of dietary black cumin (*Nigella sativa* L.) oil on growth performance, hemato-biochemical and histopathology of cypermethrin-intoxicated Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Journal of the World Aquaculture Society*, 55(1), 273–288.

Öz, M., Üstüner, E., & Çifci, S. (2026). Medicinal and Aromatic Plant Oils in Aquafeeds: Mechanistic Perspectives on Growth Promotion, Immunomodulation, and Stress Resilience. *Aquaculture Nutrition*, 2026, 8992384.

Öz, M., Üstüner, E., Çifci, S., Budak, F., İleri, E., & Dikel, S. (2025). Artificial intelligence for fish disease diagnosis and management: innovations, challenges, and One Health implications. *Aquaculture International*, 33, 652.

Öz, M., Üstüner, E., Çifci, S., Dikel, S., İleri, E., & Budak, F. (2026). Innovative Field Applications of Probiotics, Prebiotics, and Medicinal Plant Products for Disease Control in Aquaculture. *Journal of Fish Diseases*, e70227.

Öz, M., Üstüner, E., & Dağar, O. (2026). Sensory and Histopathological Assessment of the Protective Effects of Thyme (*Thymus vulgaris*) and Rosemary (*Rosmarinus officinalis*) Extracts on Refrigerated Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Fillets. *Journal of Food Quality*, 2026, 3622986.

Öz, M., Üstüner, E., & Dikel, S. (2026). The protective role of dietary black cumin (*Nigella sativa* L.) oil against waterborne boric acid in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*): hematological, biochemical, oxidative stress, and histopathological responses. *Aquaculture International*, 34(1), 19.

Öz, M., Üstüner, E., Jumayeva, M., & Dikel, S. (2025). Dietary *Nigella sativa* oil confers protection against diazinon toxicity in nile tilapia (*Oreochromis niloticus*): A detoxification-based approach. *Veterinary Research Communications*, 49(5), 305.

Pavone, V., Argote-Vega, F. E., Butt, W., Molina-Hernandez, J. B., Paludi, D., Delgado-Ospina, J., … Chaves-López, C. (2025). Antibiofilm Power of Basil Essential Oil Against Fish-Originated Multidrug-Resistant *Salmonella* and *Bacillus* spp.: Targeting Biofilms on Food Contact Surfaces. *Foods*, 14(10), 1830.

Peng, J., Yang, Z., Li, H., Hao, B., Cui, D., Shang, R., … Zhang, H. (2023). Quercetin reprograms immunometabolism of macrophages via the SIRT1/PGC-1α signaling pathway to ameliorate lipopolysaccharide-induced oxidative damage. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(6), 5542.

Pereira, J. d. A., Dos Santos, G. G., Costa, D. S., de Matos Silva, G. V. G., Dos Santos, P. C., Dos Anjos, G. B., … da Costa Sousa, N. (2024). Exploring the antiparasitic and antimicrobial potential of *Schinus terebinthifolius* Raddi essential oil against fish and shrimp pathogens. *Journal of Fish Diseases*, 47(11), e14010.

Raslan, W. S., Shehab, A., Matter, A. F., Youssuf, H. A., Farid, O. A., Sabek, A., … Kadah, A. (2025). Impact of essential oil and probiotics supplementation on growth performance, serum biomarkers, antioxidants status, bioenergetics and histomorphometry of intestine of Nile tilapia fingerlings challenged with *Aeromonas veronii*. *BMC Veterinary Research*, 21(1), 6.

Reindl, K. M., & Sheridan, M. A. (2012). Peripheral regulation of the growth hormone-insulin-like growth factor system in fish and other vertebrates. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 163(3–4), 231–245.

Reverter, M., Tapissier-Bontemps, N., Sasal, P., & Saulnier, D. (2017). Use of medicinal plants in aquaculture. *Diagnosis and Control of Diseases of Fish and Shellfish*, 223–261.

Sgarbossa, J., Schmidt, D., Schwerz, F., Schwerz, L., Prochnow, D., & Caron, B. O. (2019). Effect of season and irrigation on the chemical composition of *Aloysia triphylla* essential oil. *Revista Ceres*, 66(2), 85–93.

Shi, Y., Zhang, M., Chen, K., & Wang, M. (2022). Nano-emulsion prepared by high pressure homogenization method as a good carrier for Sichuan pepper essential oil: Preparation, stability, and bioactivity. *LWT*, 154, 112779.

Siddik, M. A., Julien, B. B., Islam, S. M., & Francis, D. S. (2024). Fermentation in aquafeed processing: Achieving sustainability in feeds for global aquaculture production. *Reviews in Aquaculture*, 16(3), 1244–1265.

Silva, T. L. M. d., Rosa, G. I. d., Santos, M. A. L. d., Graf, S. L., Maia, B. H. L. d. N. S., Beltrame, F. L., & Ferrari, P. C. (2023). Lemongrass essential oil (*Cymbopogon citratus* (DC) Stapf.) seasonal evaluation and microencapsulation by spray-drying. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 66, e23230016.

Soares, B. V., Neves, L. R., Oliveira, M. S. B., Chaves, F. C. M., Dias, M. K. R., Chagas, E. C., & Tavares-Dias, M. (2016). Antiparasitic activity of the essential oil of *Lippia alba* on ectoparasites of *Colossoma macropomum* (tambaqui) and its physiological and histopathological effects. *Aquaculture*, 452, 107–114.

Sosa, B. d. S., Moro, E. B., Gomes, R. L. M., Cardoso, M. d. S., Cardoso, L. M., Boscolo, W. R., … Bittencourt, F. (2020). Essential oils in diets for Nile tilapia juveniles: Productive performance and plasmatic biochemistry. *Aquaculture Research*, 51(7), 2758–2765.

Souza, C. d. F., Baldissera, M. D., Baldisserotto, B., Heinzmann, B. M., Martos-Sitcha, J. A., & Mancera, J. M. (2019). Essential oils as stress-reducing agents for fish aquaculture: a review. *Frontiers in Physiology*, 10, 785.

Srinivasan, R., Jin, X., Lin, X., & Zhao, Z. (2025). Essential oil compounds as antibiotic alternatives: a comprehensive review of antibacterial, anti-quorum sensing, and antibiofilm effects against *Vibrio* spp. in aquaculture. *Reviews in Aquaculture*, 17(4), e70065.

Sutili, F. J., Gatlin III, D. M., Heinzmann, B. M., & Baldisserotto, B. (2018). Plant essential oils as fish diet additives: benefits on fish health and stability in feed. *Reviews in Aquaculture*, 10(3), 716–726.

Syanya, F. J., Winam, Z. O., Khanna, A. N., Mahadevan, H., Lovejan, M., & Mumina, P. (2025). Effects of Dietary Oregano (*Origanum vulgare*) Essential Oil Supplementation in Hybrid Red Tilapia (*Oreochromis* spp.) Diet on Growth Performance, Survival, Intestinal Health, Reproductive and Serum Biochemical Indices. *Aquaculture Research*, 2025(1), 4938650.

Tariq, S., Wani, S., Rasool, W., Shafi, K., Bhat, M. A., Prabhakar, A., … Rather, M. A. (2019). A comprehensive review of the antibacterial, antifungal and antiviral potential of essential oils and their chemical constituents against drug-resistant microbial pathogens. *Microbial Pathogenesis*, 134, 103580.

Terrazas-Pineda, K. A., Alamilla-Beltrán, L., Acero-Ortega, C. A., Damas-Espinoza, J. A., Calderón-Domínguez, G., Mora-Escobedo, R., … Gómez-de Anda, F. R. (2025). Antimicrobial Activity of Cinnamon, Tea Tree, and

Thyme Essential Oils Against Pathogenic Bacteria Isolated from Tilapia (*Oreochromis* spp.) in Aquaculture Farms. *Molecules*, 30(13), 2799.

Tian, P., Huo, L., Shi, Q., Wang, B., Xu, X., Jing, Y., … Liu, J.-X. (2025). Essential oils promote the growth performance of grass carp, Chinese soft-shelled turtles, and zebrafish. *Aquaculture International*, 33(1), 59.

Tok, S., Öz, M., & Dikel, S. (2025). Effects of Dietary Anise (*Pimpinella anisum* L.) Oil on Growth Performance, Blood Parameters and Muscle Nutrient Content of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Veterinary Medicine and Science*, 11(4), e70443.

Tompkins, E., Cadieux, B., Amitrano, M., & Goodridge, L. (2023). High-throughput screening of natural compounds for prophage induction in controlling pathogenic bacteria in food. *Frontiers in Food Science and Technology*, 3, 1239884.

Torrecillas, S., Terova, G., Makol, A., Serradell, A., Valdenegro-Vega, V., Izquierdo, M., … Montero, D. (2021). Dietary phytogenics and galactomannan oligosaccharides in low fish meal and fish oil-based diets for European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles: Effects on gill structure and health and implications on oxidative stress status. *Frontiers in Immunology*, 12, 663106.

Turek, C., & Stintzing, F. C. (2013). Stability of essential oils: a review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 12(1), 40–53.

Üstüner, E., Öz, M., & Çifci, S. (2026). *Nigella sativa* oil ameliorates malathion-induced toxicity in Nile tilapia: a multi-systemic and molecular evaluation. *Fish Physiology and Biochemistry*, 52, 121.

Üstüner, E., Öz, M., & Dikel, S. (2026). Beyond self-recovery: dietary artichoke leaf extract accelerates tissue regeneration and redox homeostasis in deltamethrin-intoxicated Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture International*, 34, 236.

Üstüner, E., Öz, M., İleri, E., & Dikel, S. (2026). The accelerating role of microplastics as vectors for synthetic pyrethroids: a critical review of bioaccumulation and trophic transfer in aquaculture ecosystems. *Environmental Monitoring and Assessment*, 198, 999.

Valdivieso-Ugarte, M., Gomez-Llorente, C., Plaza-Díaz, J., & Gil, Á. (2019). Antimicrobial, antioxidant, and immunomodulatory properties of essential oils: A systematic review. *Nutrients*, 11(11), 2786.

Valentim, D., Duarte, J., Oliveira, A., Cruz, R., Carvalho, J., Conceição, E., … Tavares-Dias, M. (2018). Nanoemulsion from essential oil of *Pterodon emarginatus* (Fabaceae) shows in vitro efficacy against monogeneans of *Colossoma macropomum* (Pisces: Serrasalmidae). *Journal of Fish Diseases*, 41(3), 443–449.

Valipour, A., Heidari, B., Esmaeili Gouvarchin Ghaleh, H., Ghorbani, M., Shahriari, A., Iman, M., & Salimi-Sabour, E. (2024). Enhancment of zebrafish (*Danio rerio*) immune and antioxidant systems using medicinal plant extracts encapsulated in alginate-chitosan nanocapsules with slow sustained release. *Biologia Futura*, 75(4), 437–451.

Valladao, G. M., Gallani, S. U., Pala, G., Jesus, R. B., Kotzent, S., Costa, J. C., … Pilarski, F. (2017). Practical diets with essential oils of plants activate the complement system and alter the intestinal morphology of Nile tilapia. *Aquaculture Research*, 48(11), 5640–5649.

Van Doan, H., Lumsangkul, C., Sringarm, K., Hoseinifar, S. H., Dawood, M. A., El-Haroun, E., … Paolucci, M. (2022). Impacts of Amla (*Phyllanthus emblica*) fruit extract on growth, skin mucosal and serum immunities, and disease resistance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) raised under biofloc system. *Aquaculture Reports*, 22, 100953.

Vaseeharan, B., & Thaya, R. (2014). Medicinal plant derivatives as immunostimulants: an alternative to chemotherapeutics and antibiotics in aquaculture. *Aquaculture International*, 22(3), 1079–1091.

Wei, L. S., Goh, K. W., Abdul Hamid, N. K., Abdul Kari, Z., Wee, W., & Van Doan, H. (2022). A mini-review on co-supplementation of probiotics and medicinal herbs: Application in aquaculture. *Frontiers in Veterinary Science*, 9, 869564.

Yang, J., & Ciftci, O. N. (2017). Encapsulation of fish oil into hollow solid lipid micro-and nanoparticles using carbon dioxide. *Food Chemistry*, 231, 105–113.

Yang, Z., Sun, G., Tao, J., Tang, W., Li, W., Wei, Z., & Yu, Q. (2025). Dietary Tea Polyphenols Improve Growth Performance and Intestinal Microbiota Under Chronic Crowding Stress in Hybrid Crucian Carp. *Animals*, 15(13), 1983.

Zaminhan-Hassemer, M., Zagolin, G. B., Perazza, C. A., Barbosa, D. A., Menegidio, F. B., Coutinho, L. L., … Hilsdorf, A. W. S. (2022). Adding an essential oil blend to the diet of juvenile Nile tilapia improves growth and alters the gut microbiota. *Aquaculture*, 560, 738581.

Zhou, S., Yang, Q., Dong, J., Liu, Y., Xu, N., Yang, Y., & Ai, X. (2022). Anthelmintic efficacy of palmarosa oil and curcuma oil against the fish ectoparasite *Gyrodactylus kobayashii* (monogenean). *Animals*, 12(13), 1685.

GİARDİASİSLİ KEDİLERDE HEMOGRAM PARAMETRELERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Dr. Murat Kaan DURGUT[1]

[1]Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi, İç Hastalıkları Anabilim Dalı, mkaan.durgut@selcuk.edu.tr, ORCID: 0000-0002-4582-8536

Özet

Giardia spp., kedilerde sindirim sistemi bulgularına yol açabilen ve zoonotik öneme sahip yaygın bir protozoon parazittir. Giardiasis'in kedilerde hematolojik parametreler üzerindeki etkilerine ilişkin literatürde sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmada, Giardiasis'li kediler ile sağlıklı kedilerin hemogram parametrelerinin karşılaştırılarak enfeksiyonun hematolojik profil üzerindeki olası etkilerinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Çalışmanın hayvan materyalini, Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi İç Hastalıkları Anabilim Dalı Kliniğine getirilen 44 kedi oluşturmuştur. Çalışmaya çinko sülfat flotasyon testi ile Giardiasis tanısı konulan 34 kedi ile klinik ve laboratuvar bulguları normal sınırlarda olan 10 sağlıklı kedi dahil edilmiştir. Kan örnekleri otomatik hematoloji analizöründe değerlendirilerek WBC, lenfosit (LYM), monosit (MON), granülosit (GRA), RBC, MCV, HCT, MCH, MCHC, hemoglobin (HB) ve trombosit (THR) düzeyleri belirlenmiştir. Verilerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro-Wilk testi ile değerlendirilmiş; normal dağılan parametreler bağımsız örneklem t-testi (Levene testi sonucuna göre Student's veya Welch's), normal dağılmayanlar Mann-Whitney U testi ile karşılaştırılmıştır. Giardiasis'li kedilerde RBC (10.12±1.68 vs 8.77±1.63 x10⁶/µL, p=0.018) ve HCT (%44.40±9.69 vs %35.99±6.83, p=0.014) değerleri sağlıklı gruba göre anlamlı olarak yüksek bulunurken; MCH (12.43±1.75 vs 14.88±1.78 pg, p<0.001) ve MCHC (29.02±5.45 vs 34.94±3.87 g/dL, p=0.003) değerleri anlamlı olarak düşük bulunmuştur. WBC, LYM, MON, GRA, MCV, HB ve THR düzeyleri açısından gruplar arasında anlamlı farklılık saptanmamıştır (p>0.05). RBC ve HCT değerlerindeki artışın, Giardiasis seyrinde diyareye bağlı gelişebilen sıvı kaybı sonucu ortaya çıkan hemokonsantrasyon ile ilişkili olabileceği düşünülmüştür; hemoglobin düzeyinin bu artışa orantılı şekilde eşlik etmemesi, MCH ve MCHC gibi hesaplanan indekslerde görülen düşüşü açıklayabilmektedir. WBC ve lökosit alt tiplerinde (LYM, MON, GRA) anlamlı bir değişikliğin saptanmaması, Giardiasis'e karşı gelişen bağışıklık yanıtının kedilerde hemograma belirgin şekilde yansımadığını düşündürmektedir. Sonuç olarak, saptanan hemogram değişikliklerinin büyük ölçüde hemokonsantrasyon gibi non-spesifik süreçlerle ilişkili olabileceği ve hemogramın Giardiasis tanısına katkısının sınırlı kaldığı kanaatine varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Giardiasis, kedi, hemogram, hematoloji, hemokonsantrasyon

EVALUATION OF HEMOGRAM PARAMETERS IN CATS WITH GIARDIASIS

Dr. Murat Kaan DURGUT[1]

[1]Selçuk University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Internal Medicine, mkaan.durgut@selcuk.edu.tr, ORCID: 0000-0002-4582-8536

Abstract

Giardia spp. is a common protozoan parasite of zoonotic importance causing gastrointestinal signs in cats, and data on its hematological effects in this species remain limited. This study aimed to compare hemogram parameters between cats with giardiasis and healthy cats. The animal material of the study consisted of 44 cats admitted to the Internal Medicine Clinic of Selçuk University Faculty of Veterinary Medicine. The study included 34 cats diagnosed with giardiasis by the zinc sulfate flotation test and 10 healthy cats with normal clinical and laboratory findings. Blood samples were analyzed with an automated hematology analyzer for WBC, lymphocyte (LYM), monocyte (MON), granulocyte (GRA), RBC, MCV, HCT, MCH, MCHC, hemoglobin (HB) and platelet (THR) levels. Normality was assessed with the Shapiro-Wilk test; normally distributed parameters were compared with the independent samples t-test (Student's or Welch's, per Levene's test), and non-normally distributed parameters with the Mann-Whitney U test. RBC (10.12±1.68 vs 8.77±1.63 $x10^6/\mu L$, $p=0.018$) and HCT (44.40±9.69% vs 35.99±6.83%, $p=0.014$) were significantly higher, while MCH (12.43±1.75 vs 14.88±1.78 pg, $p<0.001$) and MCHC (29.02±5.45 vs 34.94±3.87 g/dL, $p=0.003$) were significantly lower in cats with giardiasis than in healthy cats. No significant differences were found for WBC, LYM, MON, GRA, MCV, HB and THR ($p>0.05$). The increase in RBC and HCT was attributed to hemoconcentration from diarrhea-related fluid loss during giardiasis; the lack of a proportional rise in hemoglobin may explain the concurrent decrease in the calculated indices MCH and MCHC. The unchanged WBC and leukocyte subtypes (LYM, MON, GRA) suggest that the immune response against giardiasis is not clearly reflected in the feline hemogram. In conclusion, the observed hemogram changes appear largely related to non-specific processes such as hemoconcentration, and the diagnostic contribution of the hemogram to giardiasis appears limited.

Keywords: Giardiasis, cat, hemogram, hematology, hemoconcentration

KÖPEKLERDE ULTRASONOGRAFİK PROSTAT HACMİNİN HESAPLANMASINDA KULLANILAN MODELLERİN KARŞILAŞTIRMALI DEĞERLENDİRİLMESİ

Dr. Mustafa Yiğit NİZAM[1]

[1]Dokuz Eylül Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Veteriner Hekimliği, mustafayigit.nizam@deu.edu.tr, 0000-0003-0830-1644

Özet

Köpek prostatının ultrasonografik volumetrisi; prostatomegalinin belirlenmesi, benign prostat hiperplazisinin değerlendirilmesi ve tedaviye yanıtın izlenmesinde kullanılan nicel bir yaklaşımdır. Bununla birlikte, doğrusal ultrasonografik ölçümlerden prostat hacminin tahmin edilmesi amacıyla farklı geometrik ve regresyon temelli modeller tanımlanmıştır. Bu anlatı derlemesinde, köpek prostatının ultrasonografik hacim hesabında kullanılan başlıca modellerin matematiksel yapılarının, dayandıkları doğrulama yöntemlerinin ve klinik sınırlılıklarının karşılaştırılması amaçlanmıştır. Denklemlerde L prostat uzunluğunu, W genişliğini, D veya H dorsoventral derinliği; DL ve DT ise sırasıyla longitudinal ve transversal düzlemlerde ölçülen derinliği ifade etmektedir. Ruel ve ark. (1998) tarafından kullanılan elipsoit modelinde hacim $V=L\times W\times H\times 0,523$ olarak hesaplanmaktadır; 0,524 katsayısı aynı geometrik yaklaşımın yuvarlanmış karşılığıdır. Atalan ve ark. (1999), kadavra prostatlarında ultrasonografik ölçümler ile fiziksel hacim arasındaki ilişkiden $V=0,487\times L\times W\times[(DL+DT)/2]+6,38$ regresyon denklemini türetmiştir. Kamolpatana ve ark. (2000), ultrasonografik tahminleri su taşırma yöntemiyle karşılaştırarak $V=[L\times W\times D/2,6]+1,8$ modelini önermiş; ayrıca elipsoit ve $V=L\times W\times D$ kutu modellerini değerlendirmiştir. Haverkamp ve ark. (2019), literatürde $0,584\times L^2\times H$ biçimindeki alternatif bir modelin de bulunduğunu bildirmiştir. Moresco ve Gonçalves'in (2019) 21 intakt erkek köpekte gerçekleştirdiği karşılaştırmada Atalan, Kamolpatana ve Ruel denklemleri aynı ölçümlerden farklı hacim değerleri üretmiştir. Yaş gruplarında (0-3, 3-7 ve >7) Atalan tahminleri 11,06, 12,61 ve 18,67 cm^3; Kamolpatana tahminleri 5,49, 6,72 ve 11,51 cm^3; Ruel modeliyle 5,03, 6,71 ve 13,22 cm^3 olarak hesaplanmıştır. Ancak bağımsız bir referans hacim kullanılmadığından bu bulgular modellerin doğruluğunu değil, aynı doğrusal ölçümlerden ürettikleri tahminler arasındaki ayrışmayı göstermektedir. Özellikle sabit terimler, küçük prostatlarda modeller arasındaki farkı oransal olarak artırmaktadır. Prob açısı, kesit düzlemi, sınırların belirlenmesi ve düzensiz veya kistik morfoloji ek değişkenlik kaynaklarıdır. Sonuç olarak, klinik değerlendirmelerde standart görüntüleme protokolü uygulanmalı ve aynı hesaplama modeli tutarlı biçimde kullanılmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Köpek, prostat, ultrasonografi, prostat hacmi, hacim formülü.

COMPARATIVE EVALUATION OF MODELS USED FOR CALCULATING ULTRASONOGRAPHIC PROSTATIC VOLUME IN DOGS

Dr. Mustafa Yiğit NİZAM[1]

[1]Dokuz Eylül University Faculty of Veterinary Medicine, Veterinary Medicine, mustafayigit.nizam@deu.edu.tr, 0000-0003-0830-1644

Abstract

Ultrasonographic volumetry of the canine prostate provides a quantitative approach for identifying prostatomegaly, assessing benign prostatic hyperplasia and monitoring treatment response. However, different geometric and regression-based models have been described for estimating prostatic volume from linear ultrasonographic measurements. This narrative review compares the mathematical structures, validation procedures and clinical limitations of the principal models used in dogs. In the equations, L denotes prostatic length, W width, D or H dorsoventral depth, and DL and DT the depths measured in longitudinal and transverse planes, respectively. The ellipsoid model used by Ruel et al. (1998) calculates volume as $V=L\times W\times H\times 0.523$; 0.524 represents a rounded form of the same geometric coefficient. Atalan et al. (1999) derived the regression equation $V=0.487\times L\times W\times[(DL+DT)/2]+6.38$ from the relationship between ultrasonographic measurements and physical volume in canine cadavers. Kamolpatana et al. (2000) compared ultrasonographic estimates with water-displacement volume and proposed $V=[L\times W\times D/2.6]+1.8$, while also evaluating the ellipsoid and box model $V=L\times W\times D$. Haverkamp et al. (2019) additionally identified an alternative equation expressed as $V=0.584\times L^2\times H$. In a comparison involving 21 intact male dogs, Moresco and Gonçalves (2019) demonstrated that the Atalan, Kamolpatana and Ruel equations generated different volume estimates from identical measurements, with the Atalan equation consistently yielding higher group means. Because no independent reference volume was available, these findings demonstrate divergence between estimates rather than comparative accuracy. Additive constants proportionally increase inter-model differences, particularly in small prostates. Probe angulation, imaging plane, margin delineation and irregular or cystic morphology constitute additional sources of variability. Therefore, serial assessments should employ a standardized imaging protocol and consistent application of the same calculation model.

Keywords: Dog, prostate, ultrasonography, prostatic volume, volume formula.

KLASİK METİNLERDE SİYASAL MEŞRUİYETİN KURULUŞU: KUTADGU BİLİG VE YUJAERON ÜZERİNE KARŞILAŞTIRMALI BİR OKUMA

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet ÖLÇER[1]

[1]Erciyes Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Kore Dili ve Edebiyatı A.B.D., Kore Klasik Edebiyatı, mehmetolcer@erciyes.edu.tr, ORCID: 0000-0002-5309-6945

Özet

Siyasal iktidarın hangi kaynağa dayanarak meşru kabul edildiği ve bu meşruiyetin hangi koşullar altında sürdürülebildiği, klasik siyaset düşüncesinin temel meselelerinden biridir. Bu çalışma, 11. yüzyılda Yusuf Has Hâcib tarafından kaleme alınan Kutadgu Bilig ile 17. yüzyıl Joseon düşünürü Heo Gyun'un Yujaeron (遺才論) adlı eserini siyasal meşruiyet söylemi bakımından karşılaştırmalı olarak incelemeyi amaçlamaktadır. Farklı tarihsel, kültürel ve düşünsel geleneklere ait bu iki metnin birlikte okunmasıyla, yönetme hakkının kaynağı ile bu hakkın sürdürülmesini sağlayan etik ve yönetsel ölçütler arasındaki ilişki sorgulanmaktadır. Çalışmada karşılaştırmalı edebiyat yaklaşımı ile yakın okuma yöntemi birlikte kullanılmakta; iki metindeki meşruiyet söylemi özellikle otoritenin kaynağı, liyakat, adalet, erdem ve kamusal fayda kavramları çerçevesinde ele alınmaktadır. İnceleme, Kutadgu Bilig'de siyasal otoritenin başlangıçta "kut" kavramı aracılığıyla aşkın bir kaynağa bağlandığını, ancak bu meşruiyetin devamının hükümdarın adaletli ve erdemli yönetimine bağlı hâle getirildiğini göstermektedir. Yujaeron'da ise doğuştan gelen toplumsal statünün belirleyiciliği sorgulanmakta, yetenek ve liyakat kamusal görevlerin dağıtılmasında temel ölçütler olarak öne çıkarılmaktadır. Karşılaştırma sonucunda iki metnin meşruiyetin başlangıç kaynağı konusunda birbirinden ayrıldığı, buna karşılık siyasal ve yönetsel otoritenin sürekliliğini etik performans, görev ehliyeti ve toplumsal fayda ile ilişkilendirmeleri bakımından önemli ölçüde yakınlaştıkları görülmektedir. Çalışmanın özgün değeri, Türk-İslam ve Konfüçyüsçü Kore düşünce geleneklerini benzerlikler düzeyinde karşılaştırmak yerine, meşruiyetin "kaynağı" ile "sürdürülmesi" arasındaki ayrımı merkeze alan ilişkisel bir okuma önermesidir.

Anahtar Kelimeler: Kutadgu Bilig, Yujaeron, siyasal meşruiyet, kut, liyakat.

THE CONSTRUCTION OF POLITICAL LEGITIMACY IN CLASSICAL TEXTS: A COMPARATIVE READING OF KUTADGU BILIG AND YUJAERON

Dr. Mehmet ÖLÇER[1]

[1]Erciyes University, Faculty of Letters, Department of Korean Language and Literature, Classical Korean Literature, mehmetolcer@erciyes.edu.tr, ORCID: 0000-0002-5309-6945

Abstract

The question of what makes political power legitimate and under what conditions such legitimacy can be sustained has long been one of the central concerns of classical political thought. This study aims to comparatively examine the discourse of political legitimacy in Kutadgu Bilig, written by Yusuf Has Hacib in the eleventh century, and Yujaeron (遺才論), composed by the seventeenth-century Joseon thinker Heo Gyun. By reading these two texts, which emerged from distinct historical, cultural, and intellectual traditions, the study investigates the relationship between the source of political authority and the ethical and administrative criteria required for its continuation. The study employs a comparative literary approach combined with close reading, focusing particularly on the concepts of the source of authority, merit, justice, virtue, and public welfare. The analysis demonstrates that in Kutadgu Bilig, political authority is initially grounded in a transcendent source through the concept of kut, while the continuation of legitimacy depends on the ruler's just and virtuous governance. In Yujaeron, by contrast, the determining role of inherited social status is questioned, and talent and merit are foregrounded as fundamental criteria for the allocation of public office. The comparative analysis reveals that while the two texts differ in their understanding of the initial source of legitimacy, they significantly converge in linking the sustainability of political and administrative authority to ethical performance, competence, and social benefit. The originality of this study lies in proposing a relational reading centred on the distinction between the "source" and the "maintenance" of legitimacy, rather than limiting the comparison of Turkish-Islamic and Confucian Korean traditions to general similarities and differences.

Keywords: Kutadgu Bilig, Yujaeron, political legitimacy, kut, merit.

GİRİŞ

Siyasal meşruiyet, iktidarın yalnızca fiilî olarak elde bulundurulmasını değil, yönetme hakkının kabul edilebilir bir gerekçeye dayanmasını ifade eder. Bu nedenle klasik siyaset metinleri, hükümdarın ya da yönetici sınıfın gücünü nasıl kullandığından önce, bu gücün hangi ilkeye dayanarak haklılaştırıldığını ve hangi koşullar altında korunabileceğini tartışır. Meşruiyetin kaynağı ilahî irade, gelenek, soy, erdem, liyakat veya bunların farklı bileşimleri olabilir. Ancak kaynağın ne olduğu kadar önemli olan ikinci mesele, bu yetkinin kalıcı ve koşulsuz bir mülkiyet olarak mı görüldüğü, yoksa yönetici davranışına bağlı olarak yeniden üretilmesi gereken bir siyasal-etik ilişki olarak mı kurulduğudur.

Bu çalışma, Yusuf Has Hâcib'in 1069-1070 yıllarında kaleme aldığı Kutadgu Bilig ile Joseon dönemi düşünürü Heo Gyun'un Yujaeron (遺才論) adlı kısa siyasal denemesini bu ikinci problem üzerinden birlikte okumaktadır. Eserler arasında yaklaşık altı yüzyıl bulunması ve metinlerin farklı dil, din, tür ve siyasal geleneklerden doğması, karşılaştırmayı ilk bakışta zorlaştırmaktadır. Kutadgu Bilig, Karahanlı çevresinde Türk-İslam siyasal düşüncesinin erken ve kurucu metinlerinden biri olarak hükümdarlık, adalet, akıl, devlet düzeni ve saadet üzerine kapsamlı bir öğüt kitabı niteliğindedir. Yujaeron ise Joseon toplumunda yetenekli insanların doğum ve toplumsal statü nedeniyle kamusal görevlerin dışında bırakılmasını eleştiren, daha dar hacimli ve polemik yönü kuvvetli bir metindir. Bununla birlikte her iki eser de siyasal düzenin meşruluğunu yalnızca mevcut hiyerarşinin devamı üzerinden değil, iktidarın etik olarak gerekçelendirilmesi ve kamusal fayda üretmesi üzerinden tartışmaktadır (Dankoff, 1983; Lee, 2020).

Çalışmanın temel sorusu şudur: Kutadgu Bilig ile Yujaeron, siyasal ve yönetsel otoritenin meşru kaynağını nasıl tanımlar ve bu otoritenin sürdürülmesini hangi ölçütlere bağlar? Bu sorudan hareketle çalışmanın temel savı, iki metnin meşruiyetin başlangıç kaynağı bakımından belirgin biçimde ayrıldığı, ancak meşruiyetin sürekliliğini etik performans ve kamusal yararla ilişkilendirmeleri bakımından birbirine yaklaştığıdır. Kutadgu Bilig'de yönetme hakkı "kut" kavramı üzerinden aşkın bir kaynakla ilişkilendirilirken, söz konusu lütfun anlamlı ve sürekli olabilmesi adaletli, akıllı ve halkın esenliğini gözeten yönetimle koşullandırılır. Yujaeron'da ise tartışmanın odağı hükümdarlığın ilahî kaynağından çok, kamusal görevin kime ve hangi ölçüte göre verilmesi gerektiğidir. Heo Gyun, soya ve yerleşik toplumsal ayrıcalıklara karşı yetenek ve liyakati öne çıkararak yönetsel meşruiyeti görev ehliyetiyle ilişkilendirir.

Bu çerçevede amaç, iki metin arasında doğrudan tarihsel etkileşim bulunduğunu ileri sürmek değildir. Karşılaştırma, farklı geleneklerin aynı siyasal problemi hangi kavramsal araçlarla çözdüğünü görünür kılmaya yöneliktir. Böyle bir okuma, klasik Türk ve Kore metinlerini sabit "Doğu" kategorileri içinde toplamak yerine, her metnin kendi tarihsel bağlamını koruyarak işlevsel benzerlikler ve belirleyici ayrımlar üzerinden değerlendirmeyi mümkün kılar.

1. KURAMSAL VE KAVRAMSAL ÇERÇEVE

1.1. Siyasal Meşruiyet: Kaynak ve Sürdürülme

Meşruiyet tartışmalarında en sık başvurulan ayrımlardan biri, otoritenin hangi gerekçeyle kabul gördüğüne ilişkindir. Weber'in geleneksel, karizmatik ve yasal-ussal otorite ayrımı modern siyaset sosyolojisi açısından kurucu bir çerçeve sunmuş olsa da, klasik metinlerde karşılaşılan meşruiyet biçimleri çoğu zaman bu kategorilerin birden fazlasını aynı anda içerir (Weber, 1978). Özellikle hükümdarlık öğütleri ve siyasal nasihat metinlerinde aşkın veya geleneksel bir yetkilendirme ile etik yönetim ölçütleri yan yana bulunur. Bu nedenle klasik metinlerde meşruiyeti yalnızca "otoritenin kaynağı" sorusuna indirgemek, iktidarın nasıl sınırlandığını açıklamak için yeterli değildir.

Bu bildiride meşruiyet iki aşamalı bir süreç olarak ele alınmaktadır. İlk aşama "kaynak"tır ve yönetme ya da kamusal görevi üstlenme hakkının nereden geldiğini sorgular. İkinci aşama "sürdürülme"dir ve başlangıçta meşru

kabul edilen otoritenin hangi davranışlar, nitelikler ve sonuçlar sayesinde devam ettiğini inceler. Böylece doğuştan gelen statü, ilahî lütuf veya yetenek gibi başlangıç unsurları ile adalet, erdem, ehliyet ve kamu yararı gibi performansa bağlı ölçütler birbirinden ayrıştırılabilir. Bu ayrım, Kutadgu Bilig'deki kut kavramı ile Yujaeron'daki liyakat eleştirisinin aynı düzlemde zorla eşitlenmesini önler; karşılaştırmayı, kavramların sözcüksel benzerliğinden çok siyasal işlevleri üzerinden kurar.

Klasik hükümdarlık ve siyaset literatüründe iktidarın etik sınırlandırılması yaygın bir temadır. "Mirrors for princes" ya da nasihatname geleneğinde hükümdara adalet, ölçülülük ve halkın korunması öğütlenirken, Konfüçyüsçü siyasal düşüncede yönetim ahlaki örneklik, yetkin kişilerin görevlendirilmesi ve toplumsal düzenin erdem yoluyla sürdürülmesiyle ilişkilendirilir (Marlow, 2017, 2023). Bu ortak problem alanı, iki eseri karşılaştırılabilir kılan tarihsel temas iddiası değil, iktidarın etik olarak gerekçelendirilmesi meselesidir.

1.2. İki Metnin Düşünsel Bağlamı

Kutadgu Bilig, Karahanlıların İslamlaşma sürecinin ardından Türkçe kaleme alınmış en önemli siyaset ve ahlak metinlerinden biridir. Yusuf Has Hâcib, hükümdarlık düzenini dört temel figür etrafında kurar: Kün Togdı adaleti, Ay Toldı kut ve devleti, Ögdülmiş aklı, Odgurmış ise akıbet ve kanaati temsil eder. Bu alegorik yapı, devlet idaresini tek bir erdeme indirgemek yerine, meşru yönetimin farklı ahlaki ve zihinsel unsurlar arasındaki dengeyle mümkün olduğunu gösterir. Eserin "kut" anlayışı, eski Türk siyasal tasavvuruyla İslami ahlak ve hükümdarlık anlayışının kesiştiği bir kavramsal alana işaret eder. Modern araştırmalar da Kutadgu Bilig'de hükümdarın sahip olduğu lütfun adalet ve doğru yönetimden bağımsız düşünülmediğine dikkat çekmektedir (Dankoff, 1983; Lohlker, 2023).

Yujaeron ise Heo Gyun'un Joseon'un katılaşmış toplumsal ve bürokratik hiyerarşisine yönelttiği eleştirilerden biri olarak okunabilir. Metnin başlığındaki "yujae" ifadesi, kabaca "terk edilmiş/heba edilmiş yetenek" düşüncesini taşır. Heo'nun sorunu yalnızca bireysel mağduriyet değildir; yetenekli kişilerin doğum, soy veya statü nedeniyle kamusal görevlerden dışlanması, devletin kendi insan kaynağını israf etmesi anlamına gelir. Bu nedenle liyakat meselesi ahlaki olduğu kadar yönetsel ve siyasal bir problemdir. Heo, klasik Konfüçyüsçü erdem ve yetkinlik söylemini mevcut kurumlara karşı kullanarak, yönetim aygıtının meşruiyetini uygun kişilerin uygun görevlere getirilmesiyle ilişkilendirir (Lee, 2020). Joseon bürokrasisinde sınav, ağlar ve atama ilişkileri üzerine yapılan çalışmalar da resmî liyakat ideali ile fiilî elit dolaşımı arasındaki gerilimin tarihsel önemini ortaya koymaktadır (Hong et al., 2020).

İki metin arasında tür farkı da önemlidir. Kutadgu Bilig, diyaloglar ve temsili karakterler yoluyla ideal düzeni kapsamlı biçimde inşa eder; Yujaeron ise belirli bir kurumsal soruna doğrudan müdahale eden tartışmacı bir denemedir. Dolayısıyla benzer kavram sıklıkları ya da doğrudan terminolojik eşdeğerlikler aramak yerine, metinlerin siyasal problemi nasıl yapılandırdığına odaklanmak daha sağlıklı bir karşılaştırma zemini sunar.

2. YÖNTEM

Bu çalışma nitel bir karşılaştırmalı edebiyat araştırmasıdır. Yöntem olarak yakın okuma ile kavramsal karşılaştırma birlikte kullanılmıştır. İncelemenin birincil kaynaklarını Kutadgu Bilig'in Reşit Rahmeti Arat tarafından hazırlanan metin ve Türkiye Türkçesi çevirisi ile Heo Gyun'un Seongso Bubugo (惺所覆瓿藁) içinde yer alan Yujaeron metni oluşturmaktadır. Kutadgu Bilig için Robert Dankoff'un İngilizce çevirisi, Yujaeron için ise Korece akademik çalışmalar karşılaştırmalı kontrol amacıyla dikkate alınmıştır.

Analiz üç aşamada yürütülmüştür. İlk aşamada her metinde siyasal veya yönetsel otoritenin meşru kaynağı belirlenmiştir. İkinci aşamada bu meşruiyetin devamını sağlayan etik ve yönetsel ölçütler incelenmiştir. Üçüncü aşamada ise söz konusu ölçütlerin toplumsal sonuçları, özellikle adalet, ehliyet ve kamusal fayda ile ilişkileri karşılaştırılmıştır. Bu yaklaşım, eserler arasındaki tarihsel ve kültürel farklılıkları ortadan kaldırmayı değil, aynı siyasal soruya verdikleri cevapların işlevsel yapısını karşılaştırmayı amaçlamaktadır.

Çalışmanın kapsamı bilinçli olarak sınırlandırılmıştır. Kutadgu Bilig'in bütün siyaset teorisi veya Yujaeron'un bütün toplumsal eleştirileri ele alınmamış; yalnızca meşruiyetin kaynağı, sürdürülmesi ve liyakatle ilişkisi incelenmiştir. Aynı nedenle iki metin arasında doğrudan etkileşim, kaynak aktarımı veya tarihsel nedensellik iddiasında bulunulmamaktadır.

3. BULGULAR

3.1. Kutadgu Bilig'de Kut, Adalet ve Yönetme Hakkı

Kutadgu Bilig'de "kut", hükümdarlık ve devlet talihiyle ilişkilendirilen temel kavramlardan biridir. Bununla birlikte kut, hükümdarın kişiliğine yapışmış ve hiçbir koşulda kaybedilemeyecek kalıtsal bir hak gibi sunulmaz. Ay Toldı'nın temsil ettiği kut ve devlet, eserde değişkenlik ve fanilik özellikleriyle birlikte düşünülür. Bu durum, siyasal kudretin verilmiş olmasının onu kendiliğinden sürekli kılmadığını gösterir. Hükümdarın görevi, kendisine ulaşan bu imkânı adaletli yönetimle anlamlı hâle getirmektir.

Kün Togdı'nın adaleti temsil etmesi, meşruiyetin ikinci ve belirleyici katmanını oluşturur. Hükümdarlığın aşkın veya talihsel başlangıç kaynağı, adalet yoluyla siyasal düzene çevrilir. Başka bir ifadeyle, kut iktidarın mümkün oluşunu açıklarken, adalet onun haklı ve sürdürülebilir oluşunu açıklar. Hükümdarın halkı koruması, kanunu gözetmesi, ehil yardımcılar seçmesi ve kişisel arzularını devletin yararının önüne geçirmemesi, bu sürdürülebilirliğin pratik koşullarıdır. Bu çerçevede adalet yalnızca hükümdarın bireysel erdemi değil, devlet ile toplum arasındaki ilişkinin düzenleyici ilkesidir.

Eserde akıl ve bilgi de bu yapının ayrılmaz parçalarıdır. Ögdülmiş'in temsil ettiği akıl, hükümdarın sahip olduğu otoriteyi doğru karar ve doğru insan seçimiyle işlemesini mümkün kılar. Böylece Kutadgu Bilig'de meşruiyet, "kut sahibi olmak" ile tamamlanmaz; kutun adalet ve akılla işlenmesi gerekir. Lohlker'in (2023) vurguladığı biçimiyle bu yapı, hükümdarlığın karizmatik veya aşkın unsurunu rasyonel ve etik yönetim talepleriyle birlikte düşünmeye imkân verir.

Bu nokta, bildirinin temel ayrımı açısından önemlidir. Kutadgu Bilig meşruiyetin kaynağını hükümdarın günlük performansından önceleyen bir düzlemde kurar; fakat meşruiyetin sürdürülmesini doğrudan performansa bağlar. Hükümdar yönetme imkânını yukarıdan alabilir, ancak bu imkânın siyasal değerini aşağıda, yani adalet, düzen ve halkın esenliği düzeyinde kanıtlamak zorundadır. Böylece aşkın yetkilendirme, sınırsız iktidarın değil, ağırlaştırılmış sorumluluğun başlangıç noktası hâline gelir.

3.2. Yujaeron'da Yetenek, Liyakat ve Doğuştan Statünün Eleştirisi

Yujaeron'un hareket noktası hükümdarın nasıl seçileceği değil, devletin yetenekli insanları nasıl tanıyıp görevlendireceğidir. Bu nedenle metindeki meşruiyet tartışması, siyasal otoritenin tepesinden bürokrasinin dağılım mekanizmalarına doğru yer değiştirir. Heo Gyun, yeteneğin belirli bir soya veya toplumsal sınıfa özgü olmadığını, dolayısıyla kamusal görevin de doğuştan edinilmiş ayrıcalığa göre dağıtılamayacağını savunur. Yönetim açısından belirleyici olan kişinin nerede doğduğu değil, görevi yerine getirecek yetenek ve erdeme sahip olup olmadığıdır.

Bu yaklaşım, Joseon'un resmî Konfüçyüsçü düzenini bütünüyle reddetmekten çok, o düzenin kendi normatif ilkelerini mevcut uygulamaya karşı kullanır. Konfüçyüsçü siyasal düşüncede erdemli ve yetkin kişilerin görevlendirilmesi ideal yönetimin temel unsurlarındandır. Heo Gyun da dışlanan yeteneklerin devlet için kayıp olduğunu göstererek, toplumsal statüye dayalı dışlamayı yalnızca adaletsiz değil, yönetim kapasitesini zayıflatan bir hata olarak sunar. Böylece liyakat, bireysel yükselme talebinin ötesine geçerek kamusal düzenin etkinliğiyle ilişkilendirilir (Lee, 2020).

Yujaeron'un meşruiyet söyleminde iki düzey ayırt edilebilir. Birinci düzey, kişide bulunan yetenek ve erdemdir. Bu nitelikler, kamusal göreve aday olmanın ahlaki ve işlevsel temelini oluşturur. İkinci düzey ise kurumların bu

niteliği tanıyabilme kapasitesidir. Yetenekli kişinin dışarıda bırakılması, yalnızca o kişiye yapılan haksızlık değildir; seçme ve atama düzeninin kendi meşruiyetini zedeleyen bir başarısızlıktır. Dolayısıyla metin, yönetsel otoriteyi hem bireysel ehliyet hem de bu ehliyeti doğru biçimde değerlendiren kurumlar üzerinden sınar.

Bu yönüyle Yujaeron'da meşruiyet doğuştan statünün tersine çevrilmesiyle değil, görevin gerekleri ile kişinin nitelikleri arasında doğru eşleşmenin kurulmasıyla ortaya çıkar. Soy, statü veya yerleşik ayrıcalık görev ehliyetinin yerine geçtiğinde kamusal düzen kendi amacından uzaklaşır. Heo'nun eleştirisinin siyasal ağırlığı tam da burada belirginleşir: liyakat yalnızca iyi yönetimin bir tercihi değil, yönetim düzeninin haklılaştırılmasının koşullarından biridir.

3.3. Farklı Kaynaklar, Benzer Etik Sınırlar

Karşılaştırma, iki metin arasında doğrudan kavramsal özdeşlik bulunmadığını açıkça göstermektedir. Kut ile yetenek aynı şey değildir; kut hükümdarlığın aşkın ve siyasal talih boyutuyla bağlantılıyken, Yujaeron'daki yetenek daha çok görev dağılımı ve bürokratik seçimin ölçütüdür. Buna rağmen her iki kavram da doğuştan statünün tek başına yeterli meşruiyet ölçütü olmadığı bir yapı içinde anlam kazanır. Asıl yakınlaşma, başlangıç kaynağından sonraki aşamada, yani yetkinin nasıl kullanılacağı ve nasıl sürdürüleceği konusunda ortaya çıkar.

Kutadgu Bilig'de kut, adalet ve akıl tarafından siyasal düzene dönüştürülmediğinde kırılganlaşır. Yujaeron'da ise yetenek, doğru biçimde tanınmadığı ve kamusal hizmete yönlendirilmediği takdirde toplum için kayba dönüşür. Birinci metinde sorun, verilmiş iktidarın etik olarak işlenmesidir; ikinci metinde sorun, mevcut yeteneğin kurumsal olarak doğru yere yerleştirilmesidir. Farklı hareket noktalarına rağmen her iki eser de siyasal düzenin meşruiyetini sonuçta "doğru kişi, doğru davranış ve toplum yararı" arasındaki ilişkiye bağlar.

Bu yakınlaşma, iki metnin kamusal faydaya verdiği önemle daha da belirginleşir. Kutadgu Bilig'de hükümdarın adaleti toplumun huzuru ve devlet düzeniyle sınanır. Yujaeron'da liyakatli kişilerin görevlendirilmesi, devletin kapasitesinin ve halkın yararının artırılmasına yöneliktir. Bu nedenle etik performans, soyut bir ahlak talebi olarak kalmaz; meşruiyetin toplumsal sonuçlar üzerinden doğrulanmasını sağlayan bir ölçüte dönüşür.

Tablo 1. Kutadgu Bilig ve Yujaeron'da siyasal/yönetsel meşruiyetin karşılaştırılması

Boyut	Kutadgu Bilig	Yujaeron
Meşruiyetin başlangıç kaynağı	Kut; aşkın lütuf ve hükümdarlık talihi	Yetenek ve göreve ehliyet; doğuştan statünün eleştirisi
Temel aracılık ilkesi	Adalet, akıl ve erdem	Liyakat, erdem ve doğru görevlendirme
Sürdürülme ölçütü	Adaletli ve ölçülü yönetim	Yeteneğin tanınması ve ehil kişilerin görevlendirilmesi
Toplumsal doğrulama	Halkın esenliği ve düzen	Kamusal yarar ve yönetim kapasitesi
Başlıca risk	Kutun etik içerikten kopması, adaletsizlik	Soy/statü ayrıcalığının yeteneğin önüne geçmesi

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışma, Kutadgu Bilig ile Yujaeron'u siyasal meşruiyetin "kaynağı" ve "sürdürülmesi" arasındaki ayrım üzerinden karşılaştırmıştır. İnceleme sonucunda iki metnin başlangıç noktalarının belirgin biçimde farklı olduğu görülmüştür. Kutadgu Bilig, hükümdarlığın meşru zeminini kut kavramı aracılığıyla aşkın bir düzleme bağlar. Yujaeron ise hükümdarlığın ilk kaynağını tartışmaktan çok, kamusal görevlerin dağıtımında yetenek ve liyakatin belirleyici olması gerektiğini savunur. Bu nedenle kut ile liyakati aynı kavramın kültürel karşılıkları olarak görmek doğru değildir.

Bununla birlikte iki metin, meşruiyetin sürekliliği konusunda önemli bir ortak noktada buluşur. Hiçbirinde statü tek başına yeterli değildir. Kutadgu Bilig'de hükümdar sahip olduğu lütfu adalet, akıl ve erdemle işler hâle

getirmek zorundadır. Yujaeron'da ise yönetim düzeni, toplumsal statüyü değil yeteneği ve görev ehliyetini tanıdığı ölçüde haklılaştırılabilir. Böylece her iki metinde de siyasal veya yönetsel otorite, etik performans ve kamusal sonuçlarla sınanan koşullu bir yapıya kavuşur.

Bu bulgu, klasik siyaset metinlerini yalnızca "Doğu'da ilahî hükümdarlık" veya "Konfüçyüsçü hiyerarşi" gibi geniş kategorilerle açıklamanın yetersizliğini göstermektedir. Kutadgu Bilig aşkın bir meşruiyet kaynağını kabul ederken aynı anda hükümdarın davranışını adaletle sınırlar. Yujaeron hiyerarşik bir toplumun içinden konuşmasına rağmen, doğuştan statünün yönetim görevine otomatik hak sağlamasını eleştirir. Her iki metin de kendi geleneklerinin içinden iktidarı ve görevlendirmeyi etik ölçütlere bağlayan eleştirel imkânlar üretmektedir.

Karşılaştırmanın özgün katkısı, Türk-İslam ve Konfüçyüsçü Kore düşünce geleneklerini genel benzerlikler üzerinden yan yana getirmek yerine, meşruiyetin zaman içinde nasıl işlediğine odaklanan ilişkisel bir model önermesidir. Buna göre siyasal otorite iki ayrı soruyla incelenmelidir: "Bu yetki nereden gelmektedir?" ve "Bu yetki hangi koşullarda devam etmeyi hak etmektedir?" Kutadgu Bilig ile Yujaeron ilk soruya farklı cevaplar verse de ikinci soruda etik yeterlilik, doğru yönetim ve kamusal faydayı öne çıkarır.

Gelecek çalışmalarda bu karşılaştırma daha geniş bir metin grubuna uygulanabilir. Türk-İslam nasihatname geleneğinden Nizamülmülk'ün Siyasetname'si veya benzer siyaset metinleri ile Joseon'un farklı dönemlerine ait yönetim ve liyakat tartışmaları birlikte ele alınarak, meşruiyetin kaynak ve performans boyutlarının ne ölçüde tarihsel süreklilik gösterdiği araştırılabilir. Böyle bir genişleme, iki metin arasında doğrudan etkileşim aramaksızın, Avrasya'nın farklı düşünce geleneklerinde iktidarın hangi etik araçlarla sınırlandığını daha kapsamlı biçimde ortaya koyabilir.

KAYNAKLAR

Arat, R. R. (Ed.). (1991). Kutadgu Bilig I: Metin. Türk Tarih Kurumu Yayınları.

Arat, R. R. (Çev.). (2003). Kutadgu Bilig II: Çeviri (8. bs.). Türk Tarih Kurumu Yayınları.

Dankoff, R. (Trans.). (1983). Wisdom of royal glory (Kutadgu Bilig): A Turko-Islamic mirror for princes. University of Chicago Press.

Heo, G. (허균). (n.d.). 遺才論 [Yujaeron]. In 惺所覆瓿藁 [Seongso Bubugo], 권 11. Korean Classical Text Database.

Hong, S., Paik, C., & Lee, J. (2020). Networks, exams and officialdom: Social networks and appointment patterns in the Joseon Dynasty. American Political Science Review, 114(4), 1–18.

Lee, J. Y. (2020). A reexamination on Yujaeron by Heo Kyun [허균의 <유재론(遺才論)> 재검토]. Journal of East Asian Ancient Studies, 58, 35–70.

Lohlker, R. (2023). The Kutadgu Bilig: Some characteristics and its relation to the idea of rule. Historical Ethnology, 2023(2), 379–397.

Marlow, L. (Ed.). (2017). The Islamicate world and the science of legitimation. Routledge.

Marlow, L. (Ed.). (2023). Mirrors for princes and sultans: Advice on the art of governance in the medieval Christian, Islamic and Indian worlds. Cambridge University Press.

Weber, M. (1978). Economy and society: An outline of interpretive sociology (G. Roth & C. Wittich, Eds.). University of California Press.

KANT'TAN BECKETT'E UMUDUN VAROLUŞU

Prof. Dr. Aysel DEMİR

Kırıkkale Üniversitesi, Felsefe Bölümü, ayselmus1@hotmail.com,

ORCID NO: 0000-0001-7283-1565

Özet

Bu makalede, Kant ile Beckett'ın umut kavramına nasıl farklı biçimde yaklaştığını karşılaştırmalı ve eleştirel biçimde inceleyerek, modern insanın gelecekle ilişkisini anlamaya çalışmak temel amaçtır. Felsefe ve edebiyat birbiriyle bir takım kavramlar aracılığıyla ortak noktada buluşur ve insanı bir takım felsefi sorgulamalara götürür. Bu kavramlardan biri de umut etmektir. Umut, insanın gelecekle kurduğu en karmaşık ilişkilerden biridir. İnsan geleceği bilemez ama buna rağmen geleceğe yönelik beklentiler geliştirir, eylemlerini geleceğe göre biçimlendirir ve yaşamını henüz gerçekleşmemiş olanın ihtimali üzerine kurar. Bu nedenle umut yalnızca psikolojik bir duygu değil, aynı zamanda edebi yönde bilgi, felsefi yönde ahlak ve varoluş problemi olarak ele alınabilir. Örneğin Immanuel Kant'ın 'ne umut edebilirim?' sorusu, umudu insan aklının sınırları ile pratik aklın talepleri arasındaki ilişki içerisinde düşünür. Kant'ta umut, özellikle en yüksek iyi fikri bağlamında, ahlaki yaşamın anlamıyla ilişkilidir. İnsan geleceği teorik olarak bilemez ama ahlaki eylemin ve en yüksek iyinin mümkünlüğüne ilişkin rasyonel-pratik bir umut taşıyabilir.

Samuel Beckett'in eserlerinde ise bu yapı radikal biçimde dönüşür. Özellikle onun edebi eseri *Godot'yu Beklerken*, geleceğe yönelik beklentiyi korurken beklentinin nesnesini belirsizleştirir, erteler ve nihayetinde anlam bakımından askıya alır. Eserindeki Vladimir ve Estragon'un bekleyişi, Kantçı anlamda ahlaki bir geleceğe yönelen umut değildir. Bununla birlikte bu bekleyiş, basit bir umutsuzluk da değildir. Çünkü karakterler, herhangi bir güvenceye sahip olmaksızın beklemeye devam ederler. Böylece Beckett, Kant'ın Ne umut edebilirim? sorusunu ortadan kaldırmak yerine, onu başka bir varoluş düzlemine taşır ve şu soruyu sorar: Hiçbir güvencem yoksa neden hâlâ bekliyorum?

Kant'ta umut ahlaki aklın ufkunu açarken, Beckett'te umut herhangi bir metafizik veya ahlaki güvenceye dayanmadan sürdürülen bir bekleyiş biçimine dönüşür. Bu nedenle Beckett, umudun karşıtı olmaktan çok, umudun en kırılgan koşullarını görünür hale getirir.

Anahtar Kelimeler: Kant, Beckett, umut, Godot, anlamsızlık, gelecek, varoluş.

THE EXISTENCE OF HOPE: FROM KANT TO BECKETT

Prof. Dr. Aysel DEMİR

Kırıkkale University, Philosophy Department, ayselmus1@hotmail.com,

ORCID number:0000-0001-7283-1565

Abstract

The primary aim of this article is to understand modern humanity's relationship with the future by comparatively and critically examining how Kant and Beckett approach the concept of hope. Philosophy and literature converge through shared concepts, leading the individual toward philosophical inquiry; hope is one such concept. Hope represents one of the most complex relationships humans form with the future. Although humans cannot know the future, they nonetheless develop expectations regarding it, shape their actions in light of it, and build their lives upon the possibility of what has not yet come to pass. Consequently, hope is not merely a psychological emotion; it can also be addressed as a form of knowledge in a literary sense, and as a matter of morality and existential concern in a philosophical sense. For instance, Immanuel Kant's question, 'What may I hope for?' situates hope within the relationship between the limits of human reason and the demands of practical reason. In Kant's thought, hope is linked to the meaning of the moral life, particularly within the context of the idea of the highest good. While humans cannot know the future theoretically, they can harbor a rational-practical hope regarding the possibility of moral action and the highest good.

In the works of Samuel Beckett, however, this structure undergoes a radical transformation. His literary work Waiting for Godot, in particular, maintains an expectation directed toward the future while simultaneously rendering the object of that expectation indeterminate, deferring it, and ultimately suspending it in terms of meaning. The waiting performed by Vladimir and Estragon in the play is not a hope directed toward a moral future in the Kantian sense. Yet, this act of waiting is not simple despair either, for the characters continue to wait without any guarantee. Thus, rather than eliminating Kant's question What may I hope for?, Beckett shifts it to a different plane of existence and asks: If I have no guarantee whatsoever, why do I still wait?

While hope opens up the horizon of moral reason in Kant, in Beckett it transforms into a mode of waiting sustained without reliance on any metaphysical or moral guarantee. Consequently, rather than standing in opposition to hope, Beckett renders visible the most fragile conditions of hope.

Keywords: Kant, Beckett, hope, Godot, meaninglessness, future, existence.

Giriş

İnsan yalnızca içinde bulunduğu anda yaşayan bir varlık değildir. Genel olarak o, geçmişini hatırlar ve bugününü değerlendirirken henüz gerçekleşmemiş bir geleceğe doğru kendisini konumlandırır. Bu nedenle insan yaşamında gelecek, henüz var olmadığı halde sürekli olarak etkili olan bir boyuttur. Umut tam da burada ortaya çıkar. İnsan umut eder çünkü gelecek hakkında beklentisi vardır. Bununla birlikte umut, geleceğin bilinemezliğine de dayanır. Kesin olarak bildiğimiz bir şey için umut etmeyiz. Bildiğimiz şey, bilgi alanına girer; umut ise henüz gerçekleşmemiş olanla ilişki kurar. Dolayısıyla umut, bir yandan geleceğe yönelir, diğer yandan geleceğin belirsizliğini kabul eder. Bu noktada şu sorular ortaya çıkar: İnsan neden geleceğe bakar? Umut, geleceğe dair bir bilgi eksikliği midir yoksa ahlaki bir yükümlülüğün sonucu mudur ya da insanın anlamsızlık karşısında yaşamaya devam etmesini sağlayan bir neden midir?

Bu sorular, I. Kant ile S. Beckett arasında kurulabilecek felsefi ilişkinin temelini oluşturur.

Bilindiği üzere Kant'ın felsefesinde, insan aklının temel sorularından biri "Ne umut edebilirim?" sorusudur. Bu soru, *Saf Aklın Eleştirisi* adlı eserinde insan aklının temel problemleri arasında yer alır. Ancak Kant'ın umudu, herhangi bir arzunun gerçekleşmesini beklemek anlamına gelmez. Umut, pratik akıl ve ahlaki yaşam ile bağlantılıdır.

Beckett'in dünyasında ise bu gelecek umudu ciddi biçimde parçalanır. *Godot'yu Beklerken* adlı eserinde Vladimir ve Estragon bir şey beklerler. Fakat bekledikleri şeyin ne olduğu, gerçekten gelip gelmeyeceği ve geldiğinde ne olacağı kesin değildir. Buna rağmen bekleyişi bırakmazlar. Burada felsefi açıdan önemli olan, beklemenin, nesnesini geri planda bırakarak daha kalıcı olarak öne çıkmasıdır**.** Godot gelmeyebilir ama bekleme devam eder. Bu durumda umut, belki de yalnızca geleceğin kapısının henüz tamamen kapanmamış olmasıdır.

Kant, Ne bilebilirim? Ne yapmalıyım? Ne umut edebilirim? sorularını sorar**.** Kant'ın felsefesinde teorik akıl insan bilgisinin sınırlarını belirlerken, pratik akıl insanın nasıl yaşaması ve eylemesi gerektiğini araştırır. Umut ise insanın ahlaki eylemi ile geleceğe ilişkin düşüncesi arasındaki bağlantıyı kurar. Kant'ın kritik felsefesinin temel özelliklerinden biri, insan aklının sınırlarını kabul etmesidir. İnsan, deneyimin ötesindeki şeyleri teorik olarak bilemez. Tanrı, ruhun ölümsüzlüğü ve özgürlük gibi kavramlar teorik bilgi nesneleri haline getirilemez. Teorik aklın bilemediği bazı şeyler, pratik akıl açısından önem kazanır. Dolayısıyla, Kant'ta umudun da bir rasyonel ve ahlaki bağlamı vardır. Bu durumda, Kant'ın en yüksek iyi kavramı belirleyici hale gelir.

Kant'a göre, ahlaki eylemin amacı mutluluğa ulaşmak değildir. Ahlaki eylem, çıkar hesabına indirgenemez. Burada mutluluk ahlakın ölçütü değildir. İnsan ahlaki olarak eylediğinde mutluluk kendiliğinden gelir. İnsan, ahlaki eylemin bütün sonuçlarını kontrol edemez. Dünya, bireyin ahlaki iradesine göre düzenlenmemiştir. İyilik her zaman ödüllendirilmez, kötülük her zaman cezalandırılmaz. O halde, ahlaki eylemin anlamını koruyabilmek için insanın geleceğe ilişkin bir ufka ihtiyacı vardır. Kantçı umut burada ortaya çıkar. 'Ahlaki olarak eylemenin ve en yüksek iyinin mümkün olduğunu düşünmek için pratik bir temelim vardır' şeklindedir. Bu ayrım önemlidir. Kant'ın umudu bir ödül beklentisine indirgenemez. Kant'ın umut anlayışındaki temel noktalardan biri şudur: İnsan umut eder ama umduğu şeyi bilmez. Bu nedenle umut ile bilgi arasında kategorik bir ayrım vardır. Kant'a göre umut, bilgi değildir.

Eğer gelecekte gerçekleşecek bir olay kesin olarak biliniyorsa, artık o olay için umut etmek gerekmez. Örneğin, güneşin yarın doğacağını deneyimlemişizdir. Burada umut araya giremez. Çünkü umut, belirsizlikle ilişkilidir. Ancak her belirsizlik de umut değildir. Bir insan piyangoyu kazanmayı umut edebilir. Bir başkası hastalığının iyileşmesini umut edebilir. Bir toplum daha adil bir gelecek umut edebilir. Bunların hepsi farklı türden beklentilerdir. Kant açısından önemli olan ise umudun ahlaki akılla bağlantısıdır. Kant'ın düşüncesinde umut, insanın ahlaki olarak eylemeye devam etmesini sağlayan şeydir**.**

Bu noktada Beckett'in dünyasında gelecek vardır ama gelecek, bir ertelemeye, alışılmış bir bekleyişe dönüşür. Beckett'in *Godot'yu Beklerken* adlı eserinde iki kişi bir yerde Godot'yu beklemektedir ama Godot gelmez. Ertesi gün yine beklerler**.** Vladimir ve Estragon'un bekleyişi geleceğe yöneliktir. Fakat bu gelecek sürekli ertelenmektedir. Godot bugün gelmez, yarın gelecektir ama yarın geldiğinde o, yine gelmez. Böylece gelecek, sürekli olarak 'yarın'a ertelenir**.** Bu nedenle Beckett'te umut, geleceğe yönelir ama hiçbir zaman şimdiye dönüşmez.

Burada Godot'nun kim olduğu sorusu felsefi açıdan çok da önemli değildir. Godot'nun ne olduğu açık değildir. Dolayısıyla, karakterlerin umutları da nesnesinden ayrılır. Beckett, geleceğin belirsizleşmesini bize verirken Kant, umudu metafizik bir bilgiye dayanmaksızın pratik akıl tarafından yapılandırılan bir geleceğe yönelir.

Kant ile Beckett arasında bir karşıtlık kurmak istersek bunu basitçe 'Kant insanın geleceğe yönelmesini ahlaki akıl içerisinde temellendirmeye çalışır, Beckett ise geleceğe yönelmenin kendisini sorgulanabilir hale getirir' diyebiliriz. Eylem ile bekleyiş arasındaki fark bu noktada belirleyici hale gelir. Kant'ın insanı ahlaki olarak eylemek zorundadır. Beckett'in insanı ise çoğu zaman ne yapacağını bilmez, sadece bekler. Bu nedenle Beckett'in karakterlerinin trajedisi, beklemekten başka bir eylem biçimi bulunamamasıdır.

Beckett'te 'yarın' kelimesi olağan bir zaman göstergesi olmaktan çıkar ve sürekli ertelenen ve hiç gelmeyen gelecek halini alır. Burada umut ile zaman arasında önemli bir ilişki ortaya çıkar. Umut, geleceğin varlığını varsayar ama Beckett'te gelecek sürekli olarak şimdiki zamandan kaçar. Bu nedenle umut, gerçekleşme ihtimalinden çok, bir erteleme haline gelir. 'Yarın' kavramı bazen insanın yaşamını sürdürmesi için yeterlidir. Ama yarın hiçbir zaman gelmezse? İşte Beckett'in asıl felsefi sorusu burada başlar.

Beckett'in problemi anlamsızlık içerisinde eylemin ve beklentinin neden devam ettiği sorusudur. İnsan bir anlam bulamadığında yaşamayı bırakmak zorunda değildir. Belki de tam tersine, anlamın yokluğuna rağmen devam eder. Burada umut farklı bir biçim kazanır: 'Henüz her şey bitmiş değil**!**'

Bu, Kantçı umuttan farklıdır. Kant'ta umut ahlaki bir dünya fikrine yönelir. Beckett'te ise umut, bazen yalnızca sonun henüz gerçekleşmemiş olmasıdır. Beckett'in karakterleri kayıtsız değildir, Onlar beklerler. Şikâyet ederler, tartışırlar, gitmek isterler ama yine de kalırlar. Bu nedenle Beckett'teki umutsuzluk, içinde hâlâ bir beklenti taşıyan bir umutsuzluktur. Burada umut ile umutsuzluk birbirine yaklaşır. Umut, umutsuzluğun içinden çıkabilir.

Kant'ın 'Ne umut edebilirim?' sorusu, umut edilebilecek şeyin sınırlarını araştırır. Beckett'in dünyasında ise bu soru şu biçime dönüşür: 'Umut etmek için hâlâ ne kaldı?'

Kant'ın sorusunda aklın sınırları vardır. Ahlaki yükümlülük vardır. En yüksek iyi vardır. Umut bu yapı içerisinde anlam kazanır. Beckett'te ise bu yapı parçalanmıştır. Ne ahlaki bir ilerleme garantisi ne de bir kurtuluş garantisi vardır. Godot'yu beklemenin sonunda ne olacağı bilinmez. Buna rağmen insan bekler. Bu nedenle Beckett, Kant'ın sorusunu varoluşsal bir uç noktaya taşır.

Kant: Ne umut edebilirim? Beckett: Hiçbir şeyden emin değilsem neden hâlâ umut ediyorum?

Peki umut o zaman geleceğe dair bir bilgi eksikliğidir diyebilir miyiz**?** Bu sorunun cevabı kısmen evettir. Çünkü insan bildiği şeyi umut etmez. Umut, bilinmeyen geleceğe yönelik belirli bir yönelimdir. Dolayısıyla umut, bilgi eksikliği ile arzunun birleşiminden daha fazlasıdır. Kant'ta bu fazlalık pratik akıl tarafından belirlenir. Beckett'te ise bu fazlalık belirgin bir normatif temelden yoksun kalır. Bu nedenle Beckett, umudu bilgi teorisinin sınırlarından çıkarıp ontolojik bir probleme dönüştürür.

Kant açısından insan, sonuçları istediği gibi kontrol edemese dahi ahlaki olarak eylemelidir. Kantçı umut, çıkarcı beklentiden uzaktır. Umut, ahlaki yaşamın mümkün olduğunu düşünmenin bir biçimidir. Beckett'te ise böyle bir ahlaki ufuk belirgin değildir. Vladimir ve Estragon'un bekleyişi dünyayı daha adil hale getirmeye yönelik bir

pratik değildir. Onların bekleyişi, daha çok varoluşun askıya alınmışlığıdır. Dolayısıyla Beckett, Kantçı umudun ahlaki içeriğini boşaltır ama geride hâlâ bir şey bırakır ki bu 'devam etme zorunluluğu'dur.

Umut, insanın anlamsızlık karşısında yaşamaya devam etmesini sağlayan şeydir**.** Beckett açısından karakterler anlamlı bir sonuç elde etmeseler dahi devam ederler. Bu devam etmenin büyük bir amacı yoktur. Bir kurtuluş, başarı veya ilerleme anlatısı değildir. Ama yaşam sürmektedir. İnsan konuşur, bekler ve tekrar dener. İnsan yeniden aynı soruları sorar. Bu nedenle Beckett'te umut, büyük bir gelecek projesi olmaktan çıkıp yaşamın minimum enerjisi haline gelir.

Umut bazen yalnızca 'devam etmektir.' Beckett'in devam edebilirim düşüncesi, pozitif bir gelecek tasarımı olmaktan çıkar ve bir tür varoluşsal alışkanlık haline gelir. İnsan bekler çünkü beklemek, hiçbir şey yapamamaktan daha katlanılabilir olabilir. İnsan Godot'yu bekler çünkü Godot'yu beklemek, Godot'nun hiç gelmeyeceğini kabul etmekten farklıdır. Burada umut artık bir sonuç değil, bir süreklilik biçimidir.

Kant ile Beckett'i birbirine bağlayan en önemli nokta; Kant, insan aklının geleceğe ilişkin beklentisini disipline eder. Beckett ise bu beklentinin temelleri ortadan kalktığında geriye ne kaldığını gösterir. Kant'ta bilginin sınırları vardır ama insan yine de ahlaki olarak eylemelidir. Ahlaki yaşam bir gelecek ufku taşır. Umut, bu ufukla ilişkilidir.

Beckett'ta Gelecek belirsizdir. Eylemin sonucu belirsizdir. Beklenen kişi gelmeyebilir ama insan yine de bekler. Beckett'in felsefi gücü belki de tam burada yatar. Çünkü umut ile bekleyiş aynı şey değildir. Umut geleceğe yönelen bir tutumken, bekleyiş zamanı belirli bir şeyin gerçekleşmesine bağlar. Bir insan umut edebilir ve aynı zamanda eyleyebilir. Ancak Beckett'te bekleyiş çoğu zaman eylemin yerini alır. Bu nedenle, Beckett'in karakterleri umut etmekten çok beklemeye mahkûm gibidir.

Kısaca Kant'ta umut eylemin geleceğe yönelik ufkunu açarken, Beckett'te bekleyiş eylemin yerini alır. Kantçı umut insanı geleceğe doğru yönlendirebilir. Beckettçi bekleyiş ise insanı şimdi ile gelecek arasındaki eşikte tutar. İnsan ne tamamen bugündedir ne de gerçekten gelecektedir. Bir 'henüz' içerisinde yaşar. Belki de Beckett'i Kant'a bağlayan en önemli kavram 'henüz'dür. Henüz gelmedi, henüz bitmedi, henüz karar verilmedi, henüz bilinmiyor… 'Henüz', geleceğin kapatılmamış halidir.

Kant'ta bu açıklık, ahlaki ve rasyonel bir gelecek ufkuna bağlanabilir. Beckett'te ise açıklık, belirsizliğin kendisine dönüşür. Ama her iki durumda da insanın zamanı yalnızca 'şimdi' değildir. İnsan 'henüz' ile yaşar. Bu açıdan umut, insanın henüz gerçekleşmemiş olanla kurduğu ilişkidir. Kant bu ilişkiye normatif bir yapı kazandırır. Beckett ise bu yapının çözüldüğü durumda bile ilişkinin ortadan kalkmadığını gösterir.

Kant'ta umut, ahlaki geleceğin ufku iken Beckett'te umut, geleceğin belirsizliği içinde sürdürülen bekleyiştir. Her ikisinde de insan, henüz gerçekleşmemiş olanla ilişki kurmaktadır. Buradaki fark şudur: Kant, bu ilişkinin nasıl rasyonel ve ahlaki olarak temellendirilebileceğini, Beckett ise bu temellendirme çöktüğünde insanın hâlâ neden beklemeye devam ettiğini sorar**.**

Sonuç

Kant'ın 'Ne umut edebilirim?' sorusu, insanın geleceğe ilişkin beklentisini akıl ve ahlak bağlamında düşünmeye çağırır. İnsan geleceği teorik olarak bilemez ama ahlaki eylem içerisinde geleceğe ilişkin bir umut taşıyabilir. Bu umut, basit bir iyimserlik değildir. Beckett'in *Godot'yu Beklerken* adlı eserinde ise bu ufuk parçalanır. Godot gelmez. Bekleyiş sona ermez. İnsan geleceğe yönelir ancak gelecek, kendisini bir türlü gerçekleştiremez. Buna rağmen, Vladimir ve Estragon beklemeye devam eder. İşte Beckett'in Kant açısından en önemli felsefi anlamı burada ortaya çıkar. Beckett, umudun gerekçeleri ortadan kalktığında umudun neye dönüştüğünü gösterir. Kant'ta umut, ahlaki aklın geleceğe açılan penceresidir. Beckett'te ise pencere hâlâ vardır, fakat dışarıda ne olduğunu göremeyiz. Belki Godot gelecektir. Belki gelmeyecektir. Belki Godot'nun gelmesi hiçbir şeyi değiştirmeyecektir

ama yine de o beklenir. Bu nedenle Beckett'in sorusu, Kant'ın sorusundan daha karanlık ama aynı zamanda daha temel bir soru haline gelir:

'Ne umut edebilirim?' yerine 'Umut etmek için hiçbir neden kalmadığında neden hâlâ bekliyorum?' Belki de Beckett'in cevabı, bekleyişin kendisidir. Çünkü insanın geleceğe ilişkin bütün büyük anlatıları çöktüğünde dahi geriye küçük bir kelime kalabilir: 'Henüz.' Bu henüz, Beckett'in dünyasında umudun en küçük kırıntısı olabilir.

Kant'ta umut geleceğin ahlaki olarak anlamlandırılabilir olduğuna ilişkin bir ipucu taşırken, Beckett'te umut herhangi bir güvence olmaksızın geleceğe açık kalmanın biçimine dönüşür. Beckett, insanın anlamın belirsiz olduğu bir dünyada yaşamaya devam etmeyi açık tutar. Sonuçta sorun, Godot'nun gelip gelmeyeceği değildir. Asıl mesele, Godot gelmeden önce insanın ne yaptığıdır. **Ve** belki daha da önemlisi: Godot hiç gelmezse, beklemek yine de bir yaşam biçimi olabilir mi? Beckett'in felsefi gücü tam da bu soruyu cevapsız bırakmasındadır. Çünkü bazı soruların cevapsız kalması, onların önemsiz olduğu anlamına gelmez, insanın varoluşun tam merkezine yerleştiğini gösterir. Kant bize umudun akıl ve ahlak içerisindeki imkânını sorar. Beckett ise umudun bütün dayanakları sarsıldığında geriye ne kaldığını gösterir. Kant'ta insan geleceğe umutla bakar. Beckett'te insan gelmeyen geleceğe bakmaya devam eder**.** Bazen umut yalnızca şudur: Godot gelmese dahi **b**eklemeye devam etmek, sadece yaşamı sürdürmektir.

Kaynakça

Beckett, Samuel. *Waiting for Godot*. London: Faber and Faber.

Beckett, Samuel. *Endgame*. London: Faber and Faber.

Beckett, Samuel. *Molloy*. Paris: Les Éditions de Minuit.

Beckett, Samuel. *Malone Dies*. Paris: Les Éditions de Minuit.

Kant, Immanuel. *Critique of Pure Reason*. Trans. P.Guyer and A. W. Wood. Cambridge: Cambridge Uni. Press.

Kant, Immanuel. *Critique of Practical Reason*. Trans. Mary Gregor. Cambridge: Cambridge University Press.

Kant, Immanuel. *Groundwork of the Metaphysics of Morals*. Trans. M. Gregor. Cambridge: Cambridge University Press.

Knowlson, James. *Damned to Fame: The Life of Samuel Beckett*. New York: Grove Press.

Pattie, David. *The Complete Critical Guide to Samuel Beckett*. London: Routledge.

Badiou, Alain. *Beckett: The Insistence of Desire*. Stanford: Stanford University Press.

İNSANIN KADERİNİN SOSYO-FELSEFİ ANALİZİNE İLİŞKİN BİLİMSEL PSİKOLOJİK GÖRÜŞLER

Doçent Doktor, AMALYA HASANOVA

Azerbaycan Devlet Pedaqoji Universitesi, Bioloji öğretim teknolojisi bölümü

(amalya.hasanova59@mail.ru) ORCID: **0000-0002-2196-3215**

Özet

İnsanın kaderinin teması, dünya edebiyatının ebedi çekirdeğidir ve bireyin koşullar, tarih veya daha yüksek güçler, anlam arayışı ve kader önündeki mücadelesini yansıtır. Kader kavramı hem Sigmund Freud'un psikanalizinde hem de K.Q. Yunq 'un analitik psikolojisinde ortaya çıktı. Freud'un psikanalizinde kaderin itici güçler ve savunma mekanizmaları tarafından "belirlendiğine" inanılıyordu. Jung'un analitik psikolojisinde kaderin tanımı, kolektif bilinçaltının arketipleriydi. Her iki derin psikoloji okulunda da "kader" merkezi bir soru değildir; Bu konuya sadece psikolojilerinin kenarlarında yaklaşıyorlar. Ancak "" kader analizi "nde, Leo Zond'un derin psikoloji Okulu'nun " kader "kavramı, dünyadaki insan varoluşunun bütünlüğünü kapsadığı için merkezi bir konuma sahiptir. Kaderin analizi, insanın atalarının bilinçaltı arzularını bilinçli kılan derin bir psikoloji okuludur. İnsan her zaman sadece varlığına anlam vermeye değil, aynı zamanda dünyayı bir bütün olarak anlaşılır ve anlamlı kılmaya da çalışmıştır. Toplumun yarattığı ilişkilere dahil olarak, onların tarihsel değişkenliklerini görmezden gelemez ve o zaman soru, bu ilişkilerin insan için odağı ve önemi, bireyin tarihsel süreçteki yeri ve kaderi hakkında ortaya çıkar. Bireysel varlığın genel sosyal önemi, özü, tarihsel dönüşümler bağlamında da "tarihsel anlam" kavramıyla ifade edilir. İnsanın kaderinin analizi, felsefeyi, psikolojiyi ve kültürü birleştiren, insanın yaşam yolunu seçim ve kader özgürlüğü merceğinden araştıran çok yönlü bir kavramdır. Kader, nesnel zorunluluk (değiştirilemeyen) ile bireyin özgür iradesinin kesiştiği kültürel bir kavram ve derin bir varlık kategorisi olarak kabul edilir. Eric Bern'in operasyonel analizi gibi psikolojik teorilerde, bir kişinin hayatının senaryosu esas olarak çocuklukta ebeveynlerinin etkisi altında programlanmıştır, ancak bunun farkına varılması hayatın olay örgüsünün yeniden yazılmasına izin verir. Derinlik psikolojisi kavramlarına göre, örneğin Leo Zondi'nin kader psikolojisinde kader, kalıtsal faktörlerin ve özgürce alınan varoluşsal kararların bir kombinasyonu olarak tanımlanır.

Anahtar kelimeler: insanın kaderi, Freud'un psikanalizi, kaderin analizi, özgür irade, derinlik psikolojisi

SCIENTIFIC PSYCHOLOGICAL VIEWS ON THE SOCIO-PHILOSOPHICAL ANALYSIS OF HUMAN DESTINY

Associate Professor, Amalya Hasanova

Azerbaijan State Pedagogical University, Department of Biology Instructional Technology

***(amalya.hasanova59@mail.ru) ORCID:* 0000-0002-2196-3215**

Abstract

The theme of human destiny is the eternal core of world literature and reflects the struggle of the individual in the face of circumstances, history or higher powers, the search for meaning and Destiny. The concept of fate was developed both in psychoanalysis by Sigmund Freud and in analytical psychology by K.Q. It was reviewed by Jung, but did not play a central role in their work. In Freud's psychoanalysis, fate was considered to be "determined" by driving forces and defense mechanisms. In Jung's analytical psychology, fate determination was the archetypes of the collective subconscious. In both deep schools of psychology, "fate" is not a central issue; they approach this question only on the periphery of their psychology. "“But in the deep School of psychology called” analysis of Fate "by Leo Zondi, the concept of" fate " is in a central position, since it encompasses the totality of human existence in the world. Fate analysis is a deep School of psychology that makes the subconscious desires of the ancestors of the individual conscious. Man has always tried not only to give meaning to his existence, but also to make the world as a whole understandable and meaningful. Entering into the relationships created by society, he cannot ignore their historical variability, and then the question arises about the direction and meaning of these relations for a person, the place of the individual in the historical process and his fate. The general social significance of individual existence, its essence, including in the context of historical transformations, is expressed by the concept of "historical meaning". The analysis of human destiny is a multifaceted concept that combines philosophy, psychology and culture and explores the life path of a person through the prism of freedom of choice and Predestination. Fate is considered as a cultural concept and a deep category of being, in which objective necessity (what cannot be changed) and the free will of the individual intersect. In psychological theories, such as Eric Bern's transactional analysis, a person's life scenario is programmed mainly in childhood under the influence of parents, but awareness of this allows you to rewrite the plot of life. According to the concepts of depth psychology, for example, in Leo Zondi psychology of fate, fate is defined as a combination of hereditary factors and freely made existential decisions.

Keywords: human destiny, Freud's psychoanalysis, fate analysis, free will, depth psychology

GİRİŞ

İnsan taleyi mövzusu dünya ədəbiyyatının əbədi nüvəsidir və fərdin şərait, tarix və ya ali güclər qarşısında mübarizəsini, məna axtarışını və taleyini əks etdirir. Tale anlayışı həm psixoanalizdə Ziqmund Freyd, həm də analitik psixologiyada K.Q.Yunq tərəfindən nəzərdən keçirilmişdir, lakin onların işində mərkəzi rol oynamamışdır. Freydin psixoanalizində taleyin hərəkətverici qüvvələr və müdafiə mexanizmləri tərəfindən "müəyyənləşdirildiyi" hesab olunurdu. Yunqun analitik psixologiyasında taleyin müəyyən edilməsi kollektiv şüuraltının arxetipləri idi. Hər iki dərin psixologiya məktəbində "tale" mərkəzi məsələ deyil; onlar bu suala yalnız psixologiyalarının periferiyasında yanaşırlar [1]. Ancaq Leo Zondinin “Tale təhlili” adlı dərin psixologiya məktəbində "tale" anlayışı mərkəzi mövqedədir, çünki o, dünyadakı insan varlığının bütünlüyünü əhatə edir. Tale təhlili, fərdin əcdadlarının şüuraltı istəklərini şüurlu edən dərin psixologiya məktəbidir. İnsan həmişə təkcə öz varlığına məna verməyə deyil, həm də dünyanı bütövlükdə başa düşülən və mənalı etməyə çalışmışdır. Cəmiyyətin yaratdığı münasibətlərə daxil olmaqla, o, onların tarixi dəyişkənliyini görməzdən gələ bilmir və sonra bu münasibətlərin insan üçün istiqaməti və mənası, fərdin tarixi prosesdəki yeri və onun taleyi haqqında sual yaranır. Fərdi varlığın ümumi sosial əhəmiyyəti, onun mahiyyəti, tarixi transformasiyalar kontekstində daxil olmaqla, "tarixi məna" anlayışı ilə ifadə olunur. İnsan taleyinin təhlili, fəlsəfə, psixologiya və mədəniyyəti birləşdirən çoxşaxəli bir anlayışdır və insanın həyat yolunu seçim azadlığı və əvvəlcədən təyinetmə prizmasından araşdırır. Tale, obyektiv zərurət (dəyişdirilə bilməyən şey) və fərdin azad iradəsinin kəsişdiyi mədəni bir anlayış və varlığın dərin bir kateqoriyası kimi qəbul edilir. Erik Bernin əməliyyat təhlili kimi psixoloji nəzəriyyələrdə insanın həyat ssenarisi əsasən uşaqlıqda valideynlərin təsiri altında proqramlaşdırılır, lakin bunun fərqində olmaq həyat süjetini yenidən yazmağa imkan verir. Dərinlik psixologiyası konsepsiyalarına görə, məsələn, Leo Zondi tale psixologiyasında tale irsi amillərin və sərbəst şəkildə qəbul edilmiş ekzistensial qərarların kombinasiyası kimi müəyyən edilir [2].

Tranzaksiya təhlili nədir? Valideyn eqo vəziyyəti nəzarət, rəhbərlik, qayğı və tənqidin tətbiq olunduğu mövqedir. Valideynlərin bir vaxtlar etdiyi kimi, bu model indi insanın daxilində kök salıb və avtomatik olaraq təkrarlanır. **Yetkin eqo vəziyyəti,** yetkinlik yaşında fərdin mövqeyidir. O, obyektiv reallıqdan məlumatları emal edir, insanın imkanlarını qiymətləndirir və məqsədlərə çatmaq üçün optimal yollar tapır, sakit və həddindən artıq emosiya olmadan hərəkət edir. **Uşaq eqo** vəziyyəti yaradıcılıq və təbiilik ilə xarakterizə olunur, lakin o, həmçinin infantil və əsassız ola bilər. Ümumiyyətlə, bu, insanın müsbət və ya mənfi uşaq davranışı nümayiş etdirdiyi zaman baş verir [3].

Valideynlər uşaq böyütdükdə, eqo vəziyyətləri baxımından uşağa müvafiq mənaları aşılayırlar, valideyn eqo vəziyyəti insana həyatda yol göstərən həyat təlimatları verir. Məsələn, "yaxşı qızlar belə hərəkət etməz", "kişilər ağlamaz" və s.

Tranzaksiya təhlili üç əsas prinsipə əsaslanır:

Hər birimiz düşünə bilirik;

İnsanlar öz seçimlərini və qərarlarını verərək taleyini idarə edirlər;

Hamımız eyni dərəcədə dəyərliyik və hörmətə layiqik.

Bu son ifadə pis davranışı müdafiə etmir. Şərtsiz hörmət və özünə dəyər fırıldaqçılığa, oğurluğa, manipulyasiyaya və digər günahlara icazə kimi şərh edilməməlidir. Bunlar cəmiyyət tərəfindən təşviq edilmir və heç bir psixoloji yanaşma tərəfindən dəstəklənmir. TA prinsipi sadəcə hər kəsin özünəməxsus şəxsiyyətinə hörmət etmək hüququna malik olduğunu vurğulayır. Bunu aşağıdakı kimi şərh etmək olar: insan özünü olduğu kimi qəbul edir və başqalarına da eyni cür yanaşır [4].

İnsan bir proqram ssenarisi hazırlayır və böyüdükcə ona qoyulan qadağalar ümumiləşdirilir və həyatın getdikcə daha geniş sahələrini əhatə edir, çünki psixikamız ümumiləşdirmə qabiliyyətinə malikdir. Bernin nəzəriyyəsinə görə, həyat ssenarisi, 6 yaşından əvvəl valideyn təlimatlarına, onların nümunəsinə və uşağın qərarlarına əsaslanaraq təməli formalaşan şüuraltı bir həyat planıdır. Valideyn təlimatları necə yaşamaq barədə nəsihətlərdir. Bunlara qadağalar və icazələr daxildir. Valideyn proqramı valideynlərin övladlarına göstərdiyi nümunədir. Məsələn, necə sevmək, məqsədlərə necə çatmaq, çətinliklərin öhdəsindən necə gəlmək yolları. Qərar vermək isə uşağın seçimidir: təlimatlara və proqrama əməl etmək və ya etməmək. Bu, insanın həyatının necə olacağını əks etdirir: xoşbəxt və ya bədbəxt. Necə və nə vaxt öz məqsədlərini həyata keçirmək istəyi.

Həyat ssenarisi düsturu belə görünür:

Bi trayektoriya: Valideyn təlimatları → valideyn proqramı → uşağın qərarı (proqramı izləmək razılığı) → razılığı təsdiqləyən hərəkətlər (məsələn, həyat məqsədlərini təsdiqləməyə kömək edən oyunlarda iştirak etmək) → sonluq (qərar, nəticə).

Uşağın qərarına onun həyat mövqeyi — özü və başqaları haqqında təsəvvürlər sistemi də təsir göstərir.

Qalib və Məğlub ssenarisi. Tranzaksiya təhlili ideyalarının orijinal təsvirində Erik Bern uğurlu ssenarisi olan insanları "Şahzadələr", bədbəxt ssenarisi olanları isə "Qurbağalar" adlandırdı. Daha sonra Bernin işi rus dilinə tərcümə edildikdə, Qalib və Məğlub ssenarisi təklif edildi. Qalib həmişə məqsədlərinə çatan, nə istədiyini bilən və hisslərinə və ehtiyaclarına hörmət edən birisidir. Belə insanlar özləri üçün vacib olan sahələrdə uğur qazanır və xoşbəxt yaşayırlar. Məğlub həmişə uğursuzluğa düçar olan birisidir. Onlar bir məqsədə çatmağa çalışırlar, əgər kiçik bir uğur qazansalar buna görə minnətdarlıq duyurlar. Uduzan insan həmişə əziyyət çəkir, onların həyatı böyük bir dramdır. Bu insanlar ya qarşısına məqsəd qoymurqoysa belə amma heç vaxt onlara nail olmur.

Tranzaksiya təhlili hansı problemləri həll edir?

Tranzaksiya təhlili aşağıdakılar da daxil olmaqla geniş spektrli məsələlərlə işləmək üçün faydalı ola bilər:

Davranış problemləri. Bunlar şəxsi həyatda və ya işdə problemlərə səbəb olan təkrarlanan davranış nümunələri ola bilər. Tranzaksiya təhlili bu davranışı idarə edən "öz halını" anlamağımıza və alternativ yanaşmaları araşdırmağımıza kömək edir [5].

Emosional problemlər. Məsələn, narahatlıq, depressiya, özünəhörmət və özünüdərk problemləri. Tranzaksiya təhlili mənfi münasibətləri və emosional reaksiyaları tanımağımıza və emal etməyimizə kömək edir.

Münasibətlər. Ünsiyyət çətinlikləri, münaqişələr və tərəfdaşlar, dostlar və həmkarlarla olan problemlər. Tranzaksiya təhlili ünsiyyət bacarıqlarını inkişaf etdirməyimizə və məhsuldar olmayan qarşılıqlı əlaqə nümunələrini anlamağımıza və dəyişdirməyimizə kömək edir [6].

Şəxsiyyət pozğunluqları. Tranzaksiya təhlili müxtəlif şəxsiyyət pozğunluqları ilə işləmək üçün istifadə edilə bilər, insanların mənfi davranış nümunələrini tanımasına və dəyişdirməsinə kömək edir. Qeyd etmək vacibdir ki, tranzaksiya təhlilinin effektivliyi, psixoterapiyadakı hər hansı digər yanaşma kimi, problemin xüsusiyyətləri, müştərinin fərdi xüsusiyyətləri, dəyişikliyə hazırlığı və motivasiyası, eləcə də terapevtin ixtisasları da daxil olmaqla bir çox amillərdən asılıdır. [7]

Tale barədə qədim yunan fəlsəfəsi. Tale barədə qədim yunan fəlsəfəsi olan Stoiklər fatalizmi də mövcuddur. Niyə baş verən hər şey yaxşılığa doğrudur? Bəs necə oldu ki, Stoiklər fatalizmi müdafiə etsələr də, zahirən bu fikrin əksinə yaşayırlar? İrvin Uilyamın "Yaşamağın Sevinci: 21-ci Əsr üçün Stoik Fəlsəfəsi" kitabında yazılır: Stoiklərin fikrincə, sakitliyi qorumağın bir yolu baş verənlərə fatalistik yanaşma tətbiq etmək idi. Senekaya görə, insan taleyə təslim olmalıdır, çünki "bütün kainatla birlikdə aparıldığını bilmək böyük bir təsəllidir". Bizdə də belə bir atalar sözü var ”Ellə gələn toy bayramdır”. Epiktetə görə, biz sadəcə başqasının, yəni taleyin yazdığı bir pyesdə aktyor olduğumuzu qətiyyətlə xatırlamalıyıq. Bu pyesdəki rolumuzu seçə bilmərik, amma nə olursa olsun,

onu bacardığımız qədər yaxşı oynamalıyıq. Əgər tale bizə dilənçi rolunu veribsə, onu bacardığımız qədər yerinə yetirməliyik, elə qəbul edək ki, bizə padşah rolu həvalə olunub. Epiktetin sözlərinə görə, əgər yaxşı həyat üçün çalışırıqsa, hadisələrin istəklərimizə uyğun gəlməsini deyil, əksinə, istəklərimizin hadisələrə uyğunlaşmasını istəməliyik, başqa sözlə, "hadisələri olduğu kimi qəbul et". Mark Avreliy də həyata fatalist baxışa malikdir. Əksini etmək təbiətə qarşı üsyan etmək deməkdir və yaxşı həyatı axtarırıqsa, bu cür üsyan əks nəticə verir. Mark Avreliy deyir ki, taleyin fərmanlarını rədd etsək, kədər, qəzəb və qorxu dincliyimizi məhv edəcək. Bunun qarşısını almaq üçün taleyin bizi yerləşdirdiyi mühitə uyğunlaşmağı öyrənməli və taleyin bizi əhatə etdiyi insanları sevmək üçün əlimizdən gələni etməliyik. Başımıza gələn hər şeyi alqışlamağı öyrənməliyik, baş verən hər şeyin ən yaxşısı olduğunu anlamalıyıq. Mark Avrelinin sözlərinə görə, yaxşı insan "taleyi və ona nəyin verildiyini qəbul edəcək". Qədim romalıların əksəriyyəti kimi, stoiklər də taleyin olduğunu qəbul edirdilər [8].

Nəticə-Qeyd etmək lazımdır ki, tətbiq edilmiş taleyi müəyyən edən yuxarıda qeyd olunan funksiyalar daim dinamikdir və eyni zamanda bir-birini tamamlayır. Buna görə də, tale statik deyil, daim dinamik və dəyişir. Taleyin təhlilində "fırlanan mərhələ" adlanan bir anlayış var. Bir insanın əcdadının şüuraltında, müxtəlif impulslarında və sosial mühitində birdən çox əcdadın olması səbəbindən insanın taleyinin müxtəlif formaları "fırlanan mərhələ"nin ön plana çıxır. Lakin taleyin donub qaldığı, sadəcə müxtəlif təzahür formaları olan tətbiq edilmiş taleyə deyil, heç bir şeyin dəyişmədiyi daşlaşmış taleyə çevrildiyi vaxtlar olur. Bu, katatoniya kimi ruhi pozğunluqları olan insanlarda müşahidə edilə bilər. Belə hallarda dəyişiklik yalnız "Mən" və Ruhun köməyi ilə mümkündür; yəni, yalnız "Mən" və Ruh buna müqavimət göstərə və səhnəni yenidən hərəkətə gətirə bilər. "Fırlanan səhnə"dəki rejissorlar "Mən" və Ruhdur. Amma təbii ki, bunu etmək üçün "Mən" kifayət qədər inkişaf səviyyəsində olmalıdır. Gördüyümüz kimi, Taleyin Təhlili baxımından tale mistik bir şey deyil, müəyyən amillər tərəfindən formalaşır. Tranzaksiya təhlili insanlar ünsiyyətlərinin və başqaları ilə qarşılıqlı əlaqələrinin onların münasibətlərinə və emosiyalarına necə təsir etdiyini anlamağa kömək edir. Bu, insanlararası münasibətləri yaxşılaşdırmaq və rədd edilmək və ya tərk edilmək qorxuları ilə mübarizə aparmaq üçün faydalı ola bilər [9].

Tranzaksiya təhlili (TT) psixoterapiya, məsləhət, təşkilati məsləhət və təhsil daxil olmaqla müxtəlif sahələrdə istifadə olunur. Onun əsas məqsədi ünsiyyəti və münasibətləri yaxşılaşdırmaq, insanların məmnunedici bir həyata nail olmasına kömək etməkdir.

Psixoterapiya kontekstində tranzaksiya təhlili aşağıdakı nəticələrə gətirib çıxara bilər:

Özünüdərkin yaxşılaşdırılması. "Mən" vəziyyətləri (Valideyn, Yetkin, Uşaq) ilə işləməklə insanlar davranışlarını, emosiyalarını və düşüncələrini daha yaxşı başa düşə bilərlər ki, bu da özünüdərkin daha yüksək səviyyəsinə gətirib çıxara bilər.

Başqaları ilə ünsiyyətin yaxşılaşdırılması. TT insanlara başqaları ilə qarşılıqlı əlaqələrinin dinamikasını anlamağa və ünsiyyət bacarıqlarını inkişaf etdirməyə kömək edir.

Uzun bir həyat dövründə insan öz taleyinin naməlumluğu aydınlaşdırmağa və fərdi varlığını mənalı məzmunla doldurmağa çalışır. Lakin, bu məqsədi ətraf dünyadan təcriddə həyata keçirmək mümkün deyil. Fərdi varlıqdan kənara çıxmaq üçün ünsiyyət, digər fərdlərlə əlaqə, əlaqələr və münasibətlər qurmaq lazımdır. Bu hadisə qarşılıqlı əlaqədə olan insanların kollektiv həyat tərzini - cəmiyyəti, sosial varlığı formalaşdırır. Əslində fərdlər və cəmiyyət eyni vaxtda və əks istiqamətlərdə deyil, daimi və inteqrativ olaraq qarşılıqlı əlaqə yolu ilə ortaya çıxan və müəyyən edilən, sosial varlığı xarakterizə edən birləşdirici halqa kimi mövcuddur. Fərdlər cəmiyyətin taleyini, cəmiyyət isə fərdlərin taleyini formalaşdırır. İnsan taleyi və həyatın mənası ilə bağlı fundamental tədqiqatlar da demək olar ki, mövcud deyil. Görünür, tədqiqatların məhdud sayının əsas səbəblərindən biri insan taleyi mövzusuna tədqiqat marağının olmaması deyil, idrak alətlərinin: nəzəriyyələrin, yanaşmaların və metodların məhdud seçimidir.

KAYNAKLAR

1.Həsənova A., Rüstəmli R. Müasir təbiətşünaslığın sosial sinergetik konsepsiyaları, ADPU nəşr. Bakı, 2021, s.128-163.

2.Davidov A. On the Problem of the Relation “Between” the Person and Society. The Place of the Person in Social Life, 1991, 249 p.

3.Prigojin I. Nature, science and new rationality. In search of new attitude, Moscow, 1991;

4.Prigojin I., Stengers I. Time, chaos, quantum. Moscow, 1994;

5.Knyazeva E.N., Kurdumov S.P. Laws of evolution and самоорганизация of the difficult systems. Moscow, Science, 1994;

6. Knyazeva E.N. Synergetics call to the culture. The Synergetics paradigm: variety of searches and approaches. Moscow, 2000;

7.Knyazeva E.N. Chance that creates the world. In search of new attitude. Moscow, 1991; Arshins V.I., 8.Voizehovish V.A. Synergetics knowledge. Is the Synergetics paradigm: variety of searches and approaches. Moscow, 2000;

9.Branskiy V.P. Theoretical grounds of social synergetics. Are Questions of philosophy, 2000, Moscow 4; Reihenbah G. Philosophy of space and time, Moscow, 2003;

NLP TEKNOLOJİLERİNİN VE SAHA BİLİNÇ TEORİSİNİN İNSAN YAŞAMINA ENTEGRASYONU

Doçent Doktor, AMALYA HASANOVA

Azerbaycan Devlet Pedaqoji Universitesi, Bioloji öğretim teknolojisi bölümü

(amalya.hasanova59@mail.ru) ORCID: **0000-0002-2196-3215**

Özet

NLP teknolojilerinin ve alan bilinç teorisinin entegrasyonu, insan ruhunu dış ve iç "güç çizgileri" ile etkileşime giren açık, dinamik bir sistem olarak görür. Nörolinguistik Programlama (NLP) davranış kalıplarını, dili ve zihinsel haritaları inceler. Bilinç alanı teorisi, zihinsel uzayı, düşüncelerin, duyguların ve bağlamın gerilim ve hareket vektörleri ürettiği fiziksel alanlara (örneğin manyetik alanlara) benzer tek bir alan olarak tanımlar. Nörolinguistik programlama (NLP) ve bilinç alanı teorisi, bazen ezoterik veya yarı bilimsel psikolojide örtüşen iki farklı alandır. NLP davranış ve düşünceye odaklanırken, biyofield biyoenerjetik kavramlarını kapsar. Biyolojik alan, canlı bir organizmanın etrafında görünmez bir enerji katmanının (aura) varlığını ima eden bir kavramdır. NLP uzmanları genellikle içsel durumun bir yansıması olarak “fizyolojik durum” (duruş, nefes alma, kas tonusu) kavramıyla çalışırlar. Ezoterik yorumlarda, NLP'NİN geliştiricileri enerji-bilgi alışverişine değil, sinirbilime güvense de, NLP'NİN yöntemleri (örneğin temas kurmak) bazen enerji düzeyinde etkileşim olarak tanımlanır. Bu genel ilginin ötesinde, özellikle NLP için doğa bilimlerinin temelini oluşturan araştırmalarla ilgileniyoruz. Bu nedenle, Mark Furman'ın aktif olarak geliştirdiği Nörosinaptik Yeniden Yapılandırma (NSR) teknolojisi adı verilen yeni bir araştırma alanının önemini de görüyoruz. Furman'ın 26'dan fazla disiplinler arası alana dayanan araştırması, NLP uygulamalarına tamamen yeni bir düzeyde ilişkin içgörüler sağlıyor. İnsan beyni, evrendeki bilinen en karmaşık nesne olarak kabul edilir. 26'dan fazla disiplinler arası alandan bilim adamları, karmaşıklığını modellemeye çalışıyorlar. Ancak şimdi, doğrudan beyin görüntüleme ve nörofizik gibi güçlü araçların ortaya çıkmasıyla, mikroskobik düzeyde gerçekleşen süreçler ile her gün gözlemlediğimiz makroskopik davranış kalıpları arasındaki ilişkiyi tartışabiliriz. Zihinsel süreci ve beyin fonksiyonunu modellemek gibi zor bir göreve aşina olmak için birkaç gerçeği göz önünde bulundurarak bu konuyu anlayabilirsiniz.

Anahtar kelimeler: NLP teknolojileri, bilinç alanı teorisi, teori entegrasyonu, bilimsel psikoloji, beyin görüntüleme

NLP TECHNOLOGIES AND INTEGRATION OF THE FIELD THEORY OF CONSCIOUSNESS INTO HUMAN LIFE

Associate Professor, Amalya Hasanova

Azerbaijan State Pedagogical University, Department of Biology Instructional Technology

***(amalya.hasanova59@mail.ru) ORCID:* 0000-0002-2196-3215**

Abstract

The integration of NLP technologies and the field theory of consciousness sees the human psyche as an open, dynamic system that interacts with external and internal "lines of force". Neuro-Linguistic Programming (NLP) studies behavioral patterns, language, and mental maps. The field theory of consciousness describes mental space as a single field similar to physical fields (for example, magnetic fields), where thoughts, emotions, and context create vectors of tension and movement. Neuro-Linguistic Programming (NLP) and the field theory of consciousness are two different fields that sometimes overlap within esoteric or quasi-scientific psychology. NLP focuses on behavior and thinking, the Biofield includes the concepts of bioenergy. The biological field is a concept that implies the presence of an invisible layer of energy (aura) around a living organism. NLP specialists often work with the concept of “physiological state”(posture, breathing, muscle tone) as a reflection of the internal state. In esoteric interpretations, NLP techniques (for example, making connections) are sometimes described as interaction at the energy level, although the developers of NLP themselves rely not on Energy-Information Exchange, but on neurobiology. Apart from this general interest, we are particularly interested in research that lays the foundation for the natural sciences to NLP. Thus, we also see the importance of a new field of research called Neuro synaptic reconstruction Technologies (NSR), which Mark Furman is actively pursuing. Furman's more than 26 interdisciplinary field-based studies provide a whole new level of understanding of the NLP experience. The human brain is considered the most complex object known in the universe. Scientists in more than 26 interdisciplinary fields are trying to model its complexity. Only now, with the advent of powerful tools such as direct brain imaging and NeuroPhysics, are we able to discuss the relationship between processes occurring at the microscopic level and the macroscopic behavior patterns that we observe every day. It is possible to understand this issue by considering several facts in order to familiarize yourself with such a difficult task as modeling the mental process and brain function.

Keywords: NLP technologies, field of consciousness theory, theory integration, scientific psychology, brain imaging.

GİRİŞ

NLP texnologiyalarının və şüurun sahə nəzəriyyəsinin inteqrasiyası insan psixikasını xarici və daxili "qüvvə xətləri" ilə qarşılıqlı əlaqədə olan açıq, dinamik bir sistem kimi görür. Neyro-linqvistik proqramlaşdırma (NLP) davranış nümunələrini, dili və zehni xəritələri öyrənir. Şüurun sahə nəzəriyyəsi zehni məkanı fiziki sahələrə (məsələn, maqnit sahələri) bənzər vahid bir sahə kimi təsvir edir, burada düşüncələr, emosiyalar və kontekst gərginlik və hərəkət vektorları yaradır. Neyro-linqvistik proqramlaşdırma (NLP) və şüurun sahə nəzəriyyəsi bəzən ezoterik və ya kvazi-elmi psixologiya daxilində üst-üstə düşən iki fərqli sahədir. NLP davranış və düşüncəyə diqqət yetirir, biosahə bioenerji anlayışlarını əhatə edir. Bioloji sahə canlı orqanizmin ətrafında görünməz enerji təbəqəsinin (aura) mövcudluğunu nəzərdə tutan anlayışdır. NLP mütəxəssisləri çox vaxt daxili vəziyyətin əksi kimi “fizioloji vəziyyət”(duruş, nəfəs, əzələ tonusu) anlayışı ilə işləyirlər. Ezoterik şərhlərdə NLP üsulları (məsələn, əlaqə yaratmaq) bəzən enerji səviyyəsində qarşılıqlı əlaqə kimi təsvir olunur, baxmayaraq ki, NLP-nin tərtibatçıları özləri enerji-məlumat mübadiləsinə deyil, neyrobiologiyaya etibar edirlər. Bu ümumi maraqdan başqa, biz NLP-yə təbiət elmləri təməli qoyan tədqiqatlarla xüsusilə maraqlanırıq. Beləliklə, biz Mark Furmanın fəal şəkildə davam etdirdiyi Neyro Sinaptik Yenidənqurma Texnologiyaları (NSR) adlı yeni bir tədqiqat sahəsinin əhəmiyyətini də görürük. Furmanın 26-dan çox fənlərarası sahəyə əsaslanan tədqiqatı NLP təcrübəsinin tamamilə yeni bir səviyyədə başa düşülməsini təmin edir. İnsan beyni kainatda məlum olan ən mürəkkəb obyekt hesab olunur. 26-dan çox fənlərarası sahədəki alimlər onun mürəkkəbliyini modelləşdirməyə çalışırlar. Yalnız indi, birbaşa beyin görüntüləməsi və neyrofizika kimi güclü vasitələrin meydana gəlməsi ilə mikroskopik səviyyədə baş verən proseslər ilə hər gün müşahidə etdiyimiz makroskopik davranış nümunələri arasındakı əlaqəni müzakirə edə bilirik. Zehni prosesi və beyin funksiyasını modelləşdirmək kimi çətin bir vəzifə ilə tanış olmaq üçün bir neçə faktı nəzərdən keçirməklə bu məsələni anlamaq mümkündür [1].

Şüurun kvant nəzəriyyəsini və Everettin "çoxaləmlilik" nəzəriyyəsi. Kvant dünyagörüşü fikirlərinin elmi inqilaba necə girməsinin, elmi biliklərin müasir mənzərəsində öz yerlərini tapmasının bariz nümunəsi hər gün qarşımıza çıxır. Şüurun kvant anlayışını nümunə kimi istifadə edərək, müasir elmin mövcud reallıqla bağlı köhnə fikirlərdən necə azad olmağa başladığını və keyfiyyətcə yeni biliklə əvəzləndiyini görürük. Şüurun kvant anlayışı ilə bağlı sonsuz sayda klassik reallıqlar var. "Fövqəlucalıq", "həqiqətə birbaşa baxış", "ehtimal olunan möcüzələr" anlayışlarının inkişafı insan psixologiyasının hüdudlarından kənarda olan bir çox əqli hadisələrin izahına imkan verir. Yəni ehtimal olunan digər aləmlərin bütün superpozisiyasına “qapı” açılır. Şüurun sahə quruluşu fikirləri, fasiləsiz şüurun təbiəti, "inkişaf prosesində metafizikanın fizikaya çevrilməsi" barədə fikirlər arttıq bütün dünyada qəbul olunmuşdur. Subatom hissəcikləri və paralel dünyalar arasında bir sıra keçidlərin olduğu da qəbul olunmuşdur. Daha doğrusu, bu fikirlərin tarixi çox qədimdir.

Şüurun kvant nəzəriyyəsinin isbata ehtiyacı yoxdur, şüur fövqəltəbii anlayışdır, əksinə, şüur fenomeni kvant nəzəriyyəsindəki mövcud ziddiyyətləri izah etmək üçün istifadə olunur. Şüurun kvant nəzəriyyəsini və Everettin "çoxaləmlilik" nəzəriyyəsini (demək olar ki, bütün şüur nəzəriyyələrinin əsasını təşkil edən fikirləri) dünya elmi təhlil etmiş, çöxaləmlilik konsepsiyası doğru hesab olunmuşdur. Elmin kainatda axtarışı, təbiətin əsas qanunlarını necə əks etdirməsinin və təsdiqlənməsinin izahına əsaslanır. Bu qanunlar eksperimentlər və ya müşahidələrlə təsdiqlənə və ya inkar edilə bilər. Kvant şüurunun formalaşdırılması əslində tamamilə yeni hipotezlərin və paradiqmaların yaranması üçün əsasdır. "Əlçatmaz meyarlar" əsasında formalaşan nəzəriyyələrə, görülə bilməyən, hiss olunmayan nəzəriyyələrə baxışlar dəyişməlidir. Kvant mexanikası və nisbilik nəzəriyyəsi bu cür "əlçatmazlığı" keyfiyyətcə yeni səviyyəyə qaldırır [2].

1900-1930-cu illər arasında baş verən yeniliklər klassik fizikanın bütün qanunlarını ya qəbul etmir ya da bu qanunlara əlavələr edir. Klassik qanunlar böyük cisimlərin hərəkətini təsvir etmək və proqnozlaşdırmaq üçün mükəmməldir, lakin molekullar, atomlar və subatomik hissəciklər, mikrodalğalar səviyyəsində klassik fizikanın qanunları işləmir.

Şüur probleminin fəlsəfi və ya psixoloji aspektləri. Kollektiv şüur, adi (şüurlu) vəziyyətdə mümkün olmayan məlumatları əldə etməyə imkan verir. Şüursuzluq bizi əhatə edən dünyanın təkamülü üçün bütün seçimlərə (dünyamızın bütün alternativ ssenarilərinə) girişi təmin edir və bu ssenarilərin hansının seçildiyini müəyyən etməyə imkan verir. Qeyd edək ki, psixoloji nöqteyi-nəzərdən Everett nəzəriyyəsində və Menski konsepsiyasında "şüur" anlayışına müraciət son dərəcə maraqlıdır, çünki müasir klassik psixologiyada şüur fenomeninin mahiyyətini izah edən inkişaf etmiş bir nəzəriyyə mövcud deyil. Əsasən, klassik psixologiya şüurun funksiyalarını və ya quruluşunu (və bəzən hər ikisini birlikdə) təsvir edən nəzəriyyələrlə tamamlanır. Şüur problemi hələ də fəlsəfi və ya psixoloji olaraq həll edilməmişdir. Buna görə də, elmin (fizikanın) şüur kimi son dərəcə mürəkkəb bir anlayışa müraciət etməyə məcbur olduğunu başa düşmək və anlayışla qarşılamaq mümkündür.

Bununla belə, müasir dünyada parapsixologiya və ya psixologiyanın izah edə bilmədiyi hadisələr – meditasiya, trans texnikaları və s. şüurun müxtəlif vəziyyətlərə keçə bildiyini tam qəbul edir. Şüurun bu cür dəyişmiş vəziyyətlərinin mövcudluğu ehtimal dünyalarının bütün üstünlüyünə həqiqətən "qapı" açır və nəticədə digər dünyalarada açıq qapı ola biləcəyi ilə razılaşmamaq olmur. Burada ilk çətinlik bu nəzəriyyələrin başa düşülməsi zamanı yaranır. Menski, "şüuru daha çox klassik fizikanın proqnozlarından biri kimi deyil, bütün kvant dünyasını (bütün alternativ klassik reallıqları) əhatə edə biləcək proyeksiya kimi şərh etməliyik" deyə yazırdı. Ancaq burada qeyd etmək lazımdır ki, şüur mürəkkəb fenomendir, o təkcə kvant dünyası olaraq kvant superpozisiya şəklində mövcud ola bilməz, onun sərhəddi yoxdur [3].

Bu ziddiyyəti həll etmək, ruhun və şüurun dünyanın kvant mənzərəsindəki rolunu izah etmək üçün aşağıdakı fərziyyəni qəbul etmək olar. Menski, "şüuru daha çox klassik fizikanın proqnozlarından biri kimi deyil, bütün kvant dünyasını (bütün alternativ klassik reallıqları) əhatə edə biləcək proyeksiya kimi şərh etməliyik" deyərkən əlbəttə düzgün yanaşma təklif edir. Lakin, kvant superpozisiyasında şüur yox, kollektiv şüursuzluq (*K. Jung*) daha geniş şərh olunur. Bundan sonra bütün ziddiyyətlər silinir. Nəticə etibarı ilə şüur bir kvant superpozisiyası şəklində mövcud deyil, şüursuzluq mövcuddur. Məhz, şüursuzluq dalğa funksiyasının dağıldığı anda özünü tam olaraq ortaya qoyur.

Şüurun sahə nəzəriyyələri" və klassik psixologiyanın prinsipləri. Beləliklə, fikrimizcə, klassik proqnozlardan yalnız birini təyin edən şüurdan fərqli olaraq, bütün kvant dünyasını (bütün alternativ klassik reallıqları) əhatə etməyə qadir olan kollektiv şüursuzluqdur. Kollektiv şüursuzluq elmi psixologiyada qəbul edilən və geniş yayılmış bir termindir. Heç kimin başa düşmədiyi "həddən artıq şüur" və ya "təhtəlşüur" terminini məhz kollektiv şüursuzluq termini vasitəsilə ləvğ etmək mümkündür.

Böyük alim Lütfi Zadənin qeyri-səlis məntiq nəzəriyyəsinə görə "mürəkkəblik artdiqca, dəqiq ifadələr mənasını və mənalı ifadələr dəqiqliyini itirir" kəlamı bir növ şüursuzluq hadisəsinin izahıdır. Amma, bu məsələni hələ araşdırmadığımızdan gələcək işlərimizdə dəqiq şərh verərik [4].

Bununla belə, şüur problemi hələ də həll olunmamış qalır, "şüursuzluq", "kvant aləmi" və "şüur" anlayışları arasındakı yuxarıdakı əlaqəni qəbul etsək tamamilə fərqli bir mənzərə yaranır. Burada şüursuzluq kvant dünyası ilə eyniləşdirilir, əgər bu identifikasiyanı "təbiətşünaslığın müasir inkişafı prizmasından keçirsək", onda şübhəsiz ki, dialektik aspekti tanımağın zəruriliyinə gələcəyik. Bu kateqoriyaları bir-birinə qarışan və bir-birini dəyişdirən vəziyyətlər kimi qiymətləndirməyə məcbur olacağıq. Burada bir məsələni nəzərinizə çatdırmaq istəyirəm: kitabda bütün bölmələr üzrə kvant şüurunun tələblərinə aid sadə dillə çalışmalar vermişik. Bu çalışmalarda hipnoz, meditasiya proseslərinə az da olsa toxunmaqla düşüncələrinizə yeniliklər gətirməyə çalışmışıq. Amma, bu məsələlər özlüyündə çox mürəkkəbdir, hər istədiyimiz şey sadəcə arzulamaqla əldə olunmaz. Dəfələrlə qeyd etmişik, "istəyin, əldə edəcəksiniz" deyən psixoloqlara və psixoloji kitablara aldanmayın. İstədiyiniz hər şeyi əldə etmək çox ciddi çalışmalar, ciddi texnikalar tələb edir.

Şüursuzluq nədir? Buna görə, bu əsas fəlsəfi suala cavab verərkən (toyuq və yumurta) kimi bir müzakirəyə girmədən qeyd edə bilərik: a) şüursuz, kvant aləmi kimi başa düşülən və ya b) şüursuz kimi başa düşülən bir kvant

dünyası. Üzvi maddələrin qeyri-üzvi maddələrdən nə ilə fərqləndiyini izah edən görkəmli fizik E. Şredingerin qeyd etdiyi kimi, bu yalnız müşahidəçinin nəyin vacib və nəyin vacib olmadığını düşünmək istədiyindən asılıdır. "Şüurun sahə nəzəriyyələri" klassik psixologiyanın əsaslarını pozmur. Üstəlik, klassik fizika kvant fizikasının qlobal nəzəriyyəsinin tərkib hissəsinə çevrildiyi kimi, şüursuzluğun sahə nəzəriyyəsi demək olar ki, hər hansı bir psixoloji (və ya psixofizioloji) qanunu ləğv etmədən bütün klassik psixologiyanı özündə cəmləşdirə bilər. Həqiqətən, hətta müasir klassik psixologiya "psixi enerji" terminə heç bir etiraz bildirmir. Hər kəsin enerji sahəsi fərqlidir, bu sahə insanların beyninin "pasportu" kimi qəbul olunur; fiziki enerji, emosiyalar və koqnitiv enerji (fikrin vibrasiyaları) [5].

Nəticə-Qarşıya qoyulan fərziyyə çərçivəsində nəzərdən keçirilməli olan digər mürəkkəb problem, kollektiv şüursuzluqda cəmlənməsi ehtimal olunan yeni məlumatların olması problemidir. Əslində, insanın şüursuz olan bu sahəyə necə qoşula biləcəyi və oradan məlumat ala biləcəyi və bu cür yeni məlumatların nəyə görə bəzi insanlar üçün mümkün olması, digərlərinə isə verilməməsi isə sual altındadır.

Güman edilir ki, yeni məlumat əldə etmək (əsaslı olaraq) prosesi müəyyən insanlarda fərdi şüursuzluğun inkişaf səviyyəsi ilə əlaqələndirilir. Amma bəzi şəxslər belə məlumatları "oxumaq" imkanına sahibdir. Əslində, oxu mexanizmi, və ya "davamlı düşünmə mexanizmi somatik olduğu üçün o qədər də beyinlə əlaqədar deyil. İnsan dərin mənada bütün bədəni ilə düşünür" (V.V.Nalimov). Burada Karl Yunqun bir elm olaraq psixi gerçəkliyə qaytarmaq cəhdini qeyd etmək lazımdır. Bütün bu qarışıq məsələləri niyə nəzərinizə çatdırıram? Çünki, dünyanın gedişini, həyatın sürprizlərini başa düşmək özü çox qarışıq məsələdir.

Müasir elmin ən iddialı və çətin vəzifələrindən biri insan beyninin kompüter modelini yaratmaqdır. Neyronların işini dəqiq bir şəkildə əks etdirməyə çalışmaq üçün paralel işləyən maşınların bütöv bir sistemi tələb olunur. Bəs, kompüterlə bənzətmə çox dəqiq deyilsə və düşünmə prosesi kvant fizikası baxımından ən yaxşı şəkildə təsvir olunarsa? İnsan psixikasını öyrənmək, onun davranışını təxmin etmək olduqca çətindir və ehtimal nəzəriyyəsi bu məsələdə köməkçi hesab olunmur. Şüurun kvant nəzəriyyəsi qərarlarımızın və inanclarımızın çox vaxt heç bir məntiqə sığmadığını, "kvant" səviyyəsində isə insanın davranışının dəqiq şəkildə proqnozlaşdırıla biləcəyini müəyyən etdi. Kvant fizikasında bir hissəciyi müşahidə etmək faktı onun vəziyyətinə təsir edirsə, psixologiyada "müşahidəçi təsiri" müəyyən bir fikrə münasibətimizə təsir edir. Kvant psixologiyasında qərar vermə və rəy vermə prosesi Sredinger pişiyi ilə aparılan təcrübəni xatırladır. Və izahı insanı qane edir.

İdrakın kvant nəzəriyyəsi psixologiyada və neyroşünaslıqda beynin iş prinsipinin başa düşülməsinə təsir göstərdi:indi beyni kompüter kimi deyil, mövcud dünya ilə bərabər bütün digər aləmlər yerləşən cihaz kimi təsəvvür edirlər. Ancaq insan təfəkküründün paradoksal təbiəti barədə fikirlər yeni deyil bu nəzəriyyələr bir neçə əsrdir inkişaf edir. Bu gün bir fikirdə olan insan sabah fikrini heç bir səbəb olmadan da dəyişə bilər, bu hal daim rast gəlinən hadisədir. Düşüncənin kvant nəzəriyyəsinə görə, fikirlərin kvant səviyyəsində müşahidəsi onun çevrilməsinə səbəb olur və bu da öz növbəsində ətraf gerçəkliyi dəyişdirir (bütün bunlar doğrudan da, çox mürəkkəb məsələlərdir, öyrəndikcə cavabdan çox sual yaranır). Beləliklə, bədənlərimizin və beynimizin davamlı bir hərəkət içində bir informasiya sahəsindəki qəbuledici/dekoder kimi işləməsi ehtimalı yüksəkdir. Bu hadisəni kvant sahə şüuru və ya sadəcə kvant şüuru adlandıra bilərik (çünki kvant şüuru qeyri-lokal sahə təsirini ifadə edir). Bədənlərimizin elektrikli biofoton rezonansının kvant sahəsi ilə bağlandığına inandığımız zaman, onların necə bağlandıqları və dalğa/sahə müdaxiləsi ilə qarşılıqlı olduğu aydın olur.

NLP-nin insan fəaliyyətinə yanaşması onun effektivliyi üçün dörd əsas şərtə əsaslanır ki, bunlar da başqa bir metafora ilə yaxşı əks olunur: Bu metaforaya görə, həyatda uğur qazanmaq üçün aşağıdakı dörd şey vacibdir. Bu prinsiplər neyro-linqvistik proqramlaşdırmanın dörd sütununu təmsil edir.

1.Birincisi, özünüz və dünya ilə harmoniyada olun, yəni mütləq dəyişdirməyə çalışmadan mövcud olanı qəbul edin;İkincisi, nə istədiyinizi bilin, istənilən vəziyyətdə nəzərdə tutulan nəticə barədə aydın təsəvvürə sahib olun; Üçüncüsü, diqqətli olun və nəticəyə doğru irəlilədiyinizi hiss etmək üçün hisslərinizi nəzarətdə saxlayın;

Dördüncüsü, istədiyinizi əldə edənə qədər hərəkətlərinizi israrla dəyişdirmək üçün kifayət qədər elastikliyə sahib olun.

İnsan qabiliyyətlərini təhlil edərkən NLP qəsdən psixikanın strukturunun və zehni proseslərin dinamikasının nəzəri təhlilindən imtina edir, bunun əvəzinə analogiyaya üstünlük verir.

NLP baxımından insan şüuru (onun şüuraltı və şüurlu komponentlərinin vəhdəti) tamamilə fantastik gücə malik unikal biokompüterə bənzədilə bilər, lakin o, bu qədər effektiv işləmir.

NLP mütəxəssisləri insanların beyninin imkanlarından nə dərəcədə istifadə etdiyinə dair fikir ayrılığına malikdirlər. Lakin hətta ən optimistləri belə 10%-dən çox olmadığını iddia edirlər. Lakin, ehtimal ki, yalnız bir dahinin beyni 10% "səmərəliliklə" işləyir. Orta hesabla insan öz potensialının 3%-dən belə istifadə etmir.

KAYNAKLAR

1.Həsənova A., Həyat dərsləri, ADPU nəşr. Bakı, 2019, s.128-163.

2. Kuzovkin I, Vicente R, Petton M, Lachaux JP, Baciu M, Kahane P, et al. Activations of deep convolutional neural networks are aligned with gamma band activity of human visual cortex. Communications Biology 2018. 2018;1(1):1–12. doi: 10.1038/s42003-018-0110-y [DOI] [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar]

3. Searle JR. Minds, brains, and programs. Behavioral and Brain Sciences. 1980;3(3):417–424. doi: 10.1017/S0140525X00005756 [DOI] [Google Scholar]

4.Beltagy I, Peters ME, Cohan A. Longformer: The long-document transformer. arXiv preprint arXiv:200405150. 2020;.

5.Fu DY, Dao T, Saab KK, Thomas AW, Rudra A, Re C. Hungry Hungry Hippos: Towards Language Modeling with State Space Models. In: The Eleventh International Conference on Learning Representations; 2022.

TEMEL SANAT EĞİTİMİNDE MAİL ART UYGULAMALARI: YARATICILIK, GÖRSEL İLETİŞİM VE ANALOG-DİJİTAL ÜRETİM BAĞLAMINDA BİR DEĞERLENDİRME

Doç.Dr. Özlem USLU (Birinci yazar)1/ Sabia HAYAT (İkinci yazar)2

1Çukurova Üniversitesi, Güzel Sanatlar, ouslu@cu.edu.tr, 0000-0002-2645-9616

2Çukurova Üniversitesi, Güzel Sanatlar, sabiahayat12@gmail.com, 0009-0001-3422-8682

Özet

Bu çalışma, mail art uygulamalarının temel sanat eğitimi içerisindeki yaratıcı üretim, görsel iletişim ve analog-dijital etkileşim açısından taşıdığı eğitimsel olanakları incelemeyi amaçlamaktadır. Çalışmanın çıkış noktasını, Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri kapsamında gerçekleştirilen "Dijital Göçebe – Uluslararası Mail Art Sergisi" projesi oluşturmaktadır. Mail art, sanat üretimini geleneksel sergileme ve sanat nesnesinin kurumsal dolaşım biçimlerinin dışına taşıyarak posta ağı üzerinden iletişim, paylaşım ve etkileşime dayalı bir üretim pratiği olarak ortaya çıkmıştır. Günümüzde dijital iletişim teknolojilerinin yaygınlaşmasıyla birlikte fiziksel posta yoluyla gerçekleştirilen bu sanat pratiği, analog üretim ile dijital iletişim olanaklarının bir arada kullanıldığı hibrit bir yapıya dönüşebilmektedir.

Araştırmada nitel araştırma yaklaşımından yararlanılmış ve gerçekleştirilen mail art projesi durum çalışması olarak ele alınmıştır. Proje kapsamında üretilen ve uluslararası katılımcılar aracılığıyla dolaşıma giren sanat çalışmaları; üretim biçimi, görsel iletişim, kişisel ifade, malzeme kullanımı, fiziksel/dijital etkileşim ve ağ temelli paylaşım açısından değerlendirilmiştir. Proje sürecinde kartpostal formatının kullanılması, sanatçı bilgilerinin ve dijital bağlantıların QR kodlar aracılığıyla çalışmalara dâhil edilmesi ve fiziksel işlerin uluslararası posta ağı üzerinden dolaşıma girmesi, analog ve dijital iletişim biçimlerinin aynı sanatsal üretim içerisinde bir araya gelmesini sağlamıştır.

Elde edilen değerlendirmeler, mail artın temel sanat eğitimi açısından öğrencilerin özgün görsel ifade geliştirmelerine, sanat üretimini iletişim ve paylaşım bağlamında düşünmelerine, sınırlı bir yüzey üzerinde görsel kararlar almalarına ve fiziksel üretim ile dijital teknolojiler arasında ilişki kurmalarına olanak sağlayabileceğini göstermektedir. Bunun yanında mail artın düşük eşikli, paylaşımcı ve ağ temelli yapısı, sanat eğitiminin yalnızca sınıf ve atölye ortamıyla sınırlı olmayan bir üretim ve iletişim alanına dönüşmesine katkı sunmaktadır. Çalışma sonucunda mail artın temel sanat eğitimi içerisinde yaratıcı düşünme, görsel iletişim, malzeme farkındalığı, dijital okuryazarlık ve disiplinlerarası üretim açısından kullanılabilecek alternatif bir uygulama modeli sunduğu sonucuna ulaşılmıştır

Anahtar Kelimeler: Sanat eğitimi, mail art, yaratıcılık, görsel iletişim, analog-dijital üretim

MAIL ART PRACTICES IN BASIC ART EDUCATION: AN EVALUATION IN THE CONTEXT OF CREATIVITY, VISUAL COMMUNICATION, AND ANALOG-DIGITAL PRODUCTION

Assoc. Prof. Özlem USLU (First author)1/ Sabia HAYAT (Second author)2

1Cukurova University, Art Education, ouslu@cu.edu.tr, ORCID 0000-0002-2645-9616

1Cukurova University, Art Education, sabiahayat12@gmail.com, ORCID 0009-0001-3422-8682

Abstract

This study aims to examine the educational potential of mail art practices in basic art education with regard to creative production, visual communication, and analog-digital interaction. The study is grounded in the "Digital Nomad – International Mail Art Exhibition" project conducted within the framework of Scientific Research Projects at Çukurova University. Mail art emerged as an artistic practice based on communication, exchange, and interaction through postal networks, extending artistic production beyond conventional forms of exhibition and institutional circulation of art objects. With the widespread use of digital communication technologies, this practice, traditionally realized through physical mail, can evolve into a hybrid form that combines analog production with digital communication opportunities.

A qualitative research approach was adopted, and the mail art project was examined as a case study. The artworks produced within the project and circulated among international participants were evaluated in terms of modes of production, visual communication, personal expression, material use, physical-digital interaction, and network-based exchange. The use of the postcard format, the incorporation of artist information and digital links through QR codes, and the circulation of physical artworks through international postal networks enabled analog and digital forms of communication to converge within the same artistic production process.

The findings suggest that mail art can support students in developing original forms of visual expression, considering artistic production in terms of communication and exchange, making visual decisions within a limited surface, and establishing relationships between physical production and digital technologies. Moreover, the accessible, participatory, and network-based nature of mail art can contribute to expanding art education beyond the confines of the classroom and studio. The study concludes that mail art offers an alternative educational practice that can support creative thinking, visual communication, material awareness, digital literacy, and interdisciplinary production within basic art education.

Keywords: Art Education, Mail Art, Creativity, Visual Communication, Analog-Digital Production, Art Education

GİRİŞ

Sanat eğitimi, bireyin yalnızca sanatsal teknik ve beceriler kazanmasını değil, aynı zamanda görsel çevresini anlamlandırmasını, düşüncelerini görsel yollarla ifade etmesini, farklı malzeme ve teknikleri deneyimlemesini ve ürettiği görsel mesajların başkalarıyla kurduğu ilişkiyi fark etmesini sağlayan çok boyutlu bir öğrenme alanıdır. Bu bağlamda temel sanat eğitimi, öğrencilerin görsel düşünme ve ifade becerilerinin geliştirilmesinde önemli bir başlangıç alanı oluşturmaktadır. Çizgi, biçim, renk, doku, leke, boşluk gibi tasarım öğeleri ile denge, ritim, vurgu, oran-orantı ve bütünlük gibi tasarım ilkelerinin deneyimlenmesi, öğrencilerin görsel anlatım olanaklarını keşfetmelerine katkı sağlamaktadır.

Günümüzde sanat eğitiminin gerçekleştiği görsel çevre ise dijital teknolojilerin etkisiyle önemli ölçüde dönüşmüştür. Görsel üretim, paylaşım ve iletişim süreçleri artık yalnızca fiziksel ortamlarla sınırlı değildir. Dijital görüntüler, sosyal medya, çevrimiçi platformlar, QR kodlar ve farklı dijital iletişim araçları, bireylerin görsel üretim ve paylaşım biçimlerinin bir parçası hâline gelmiştir. Bu durum sanat eğitimi içerisinde geleneksel ve analog üretim biçimleri ile dijital teknolojiler arasında yeni ilişkiler kurulmasını gerekli kılmaktadır.

Mail art, bu ilişkinin kurulabileceği özgün sanat pratiklerinden biridir. Genel olarak sanatçıların posta sistemi aracılığıyla birbirleriyle sanat temelli iletişim kurmasına dayanan mail art, 1960'lı yıllardan itibaren Fluxus, Nouveau Réalisme ve kavramsal sanat gibi deneysel sanat çevreleriyle ilişkili olarak gelişmiş ve zaman içerisinde merkezi olmayan uluslararası bir sanatçı ağına dönüşmüştür (Museum of Modern Art [MoMA], 2014). Mail artın ayırt edici özelliklerinden biri, sanat nesnesinin yalnızca sergilenmek üzere üretilen bir nesne olmaktan çıkarak iletişim, dolaşım, paylaşım ve etkileşim sürecinin parçası hâline gelmesidir.

Mail artın bu özellikleri, sanat eğitimindeki kullanımını da önemli hâle getirmektedir. Genç (2019), görsel sanatlar dersinde gerçekleştirdiği mail art uygulamasını durum çalışması olarak ele almış ve 43 öğrencinin katıldığı uygulama sonucunda öğrencilerin farklı malzeme ve tekniklerle özgün çalışmalar ortaya koyduklarını belirtmiştir. Araştırmacı, alışılmış ders formatından farklı bir etkinliğin öğrencilerde ilgi, heyecan ve katılım oluşturduğunu vurgulamaktadır. Ayrıca Genç'in (2019) temel tasarım dersi kapsamında posta sanatı uygulamalarını ele alan çalışması, mail artın temel tasarım ve sanat eğitimi bağlamında değerlendirilebileceğini göstermektedir.

Benzer biçimde Sanz-Hernández ve Covaleda (2021), üniversite düzeyindeki genç sanatçıların mail art çalışmalarını yaratıcılık ve iletişim bağlamında incelemiş ve mail artın bireysel yaratıcılık ile iletişimsel üretim açısından eğitimsel olanaklar taşıdığını ortaya koymuştur. Araştırmacılar, mail artın öğrencilerin belirli bir konuya ilişkin düşüncelerini sınırlı bir görsel yüzey üzerinde ifade etmelerini gerektirmesinin, kavramsal düşünme ve görsel iletişim açısından önemli bir üretim alanı oluşturduğunu belirtmektedir.

Bu çalışmanın çıkış noktasını ise Çukurova Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Temel Sanat Eğitimi alanında gerçekleştirilen "Dijital Göçebe Uluslararası Mail-Art Sergisi" (Türkiye Cumhuriyeti İletişim Başkanlığı. (2026, 7 Nisan) kapsamında yürütülen öğrenci çalışmaları oluşturmaktadır. Sergi temasına yönelik olarak öğrencilerle önce mail art konusunda bilgilendirici bir seminer gerçekleştirilmiş, ardından yedi saatlik bir mail art çalıştayı düzenlenmiştir. Çalıştaya 41 öğrenci katılmıştır. Çalıştay sürecinde üretilen çalışmalar arasından öğrencilerin kendi istekleri doğrultusunda, gönüllülük esasına dayalı olarak sergiye gönderilen çalışmalar uluslararası jüri tarafından değerlendirilmiş ve seçilen eserler Adana Arkeoloji Müzesi'nde yaklaşık bir ay süreyle sergilenmiştir.

Bu süreç, temel sanat eğitimi içerisinde gerçekleştirilen bir sınıf/atölye etkinliğinin uluslararası bir sanat ağına ve müze sergisine uzanabilmesi bakımından dikkate değerdir. Öğrencinin üretim sürecinden sergileme sürecine kadar uzanan bu deneyimi, sanat eğitiminin yalnızca derslik içerisinde gerçekleşen bir uygulama olmaktan çıkarak gerçek bir iletişim ve sanat dolaşımı deneyimine dönüşmesine olanak sağlamaktadır.

Bu çalışmanın amacı, temel sanat eğitimi kapsamında gerçekleştirilen mail art uygulamasını; yaratıcılık, görsel iletişim ve analog-dijital üretim ilişkisi açısından değerlendirmek ve "Dijital Göçebe Uluslararası Mail-Art

Sergisi" kapsamında gerçekleştirilen öğrenci çalıştayını bir uygulama örneği olarak ortaya koymaktır. Bu doğrultuda çalışmada aşağıdaki sorulara yanıt aranmıştır:

Mail art uygulaması temel sanat eğitimi içerisinde hangi yaratıcı üretim olanaklarını sunmaktadır?

Kartpostal formatı öğrencilerin görsel iletişim ve kompozisyon kararlarını nasıl şekillendirmektedir?

Mail art uygulamasında analog üretim ile dijital iletişim araçları nasıl ilişkilendirilebilmektedir?

Öğrencilerin gönüllü olarak uluslararası bir sergiye katılmaları, temel sanat eğitiminin sınıf dışına taşınması açısından nasıl değerlendirilebilir?

1. KURAMSAL ÇERÇEVE

1.1. Mail Artın Sanatsal ve İletişimsel Yapısı

Mail art, Türkçede posta sanatı ya da posta yoluyla sanat olarak ifade edilen ve sanat üretimini posta sisteminin iletişim olanaklarıyla birleştiren bir sanat pratiğidir. Mail artın modern anlamdaki gelişimi özellikle 1960'lı yıllarla ilişkilendirilmektedir. MoMA'nın mail art üzerine gerçekleştirdiği "Analog Network: Mail Art, 1960–1999" sergisinin açıklamasında mail artın 1960'ların başlarında Fluxus, Nouveau Réalisme ve kavramsal sanat pratikleri içerisinden geliştiği ve zaman içerisinde merkezi olmayan küresel bir ağa dönüştüğü belirtilmektedir (MoMA, 2014).

Mail artın gelişiminde Ray Johnson ve New York Correspondence School önemli bir yere sahiptir. Sanatçılar, posta sistemini yalnızca eserlerin bir yerden başka bir yere taşınmasını sağlayan teknik bir araç olarak değil, doğrudan sanatsal iletişimin gerçekleştiği bir ortam olarak kullanmışlardır (MoMA, 2014).

Bu nedenle mail artın temelinde yalnızca bir sanat nesnesinin üretimi bulunmamaktadır. Üretme, gönderme, alma, yanıt verme, paylaşma ve yeniden üretme süreçleri sanat pratiğinin parçaları hâline gelmektedir. Aktaş-Kuruçay (2022) da posta sanatını iletişim boyutuyla ele almakta ve posta aracılığıyla dolaşıma giren sanatsal üretimlerin iletişim ve etkileşim niteliğine dikkat çekmektedir.

Mail artın iletişimsel özelliği, onu sanat eğitimi açısından da önemli kılmaktadır. Öğrenci bir çalışma üretirken yalnızca öğretmene veya sınıf arkadaşlarına gösterilecek bir nesne hazırlamamaktadır. Ürettiği çalışma başka bir kişiye gönderilmek, görülmek ve yorumlanmak üzere tasarlanmaktadır. Böylece üretim süreci doğrudan bir iletişim amacı kazanmaktadır.

1.2. Mail Art ve Temel Sanat Eğitimi

Temel sanat eğitimi içerisinde öğrencilerin görsel ifade olanaklarını keşfetmeleri, farklı malzeme ve tekniklerle deneyim kazanmaları ve temel tasarım öğe ve ilkelerini uygulama yoluyla öğrenmeleri amaçlanmaktadır. Bu süreçte öğrencinin yalnızca biçimsel bir ürün ortaya koyması değil, görsel kararlarının arkasındaki düşünceyi de geliştirmesi önemlidir.

Mail art, bu amaçlarla örtüşen özelliklere sahiptir. Kartpostal gibi sınırlı bir yüzey üzerinde çalışmak, öğrenciyi görsel unsurları seçmeye, düzenlemeye ve bir kompozisyon içerisinde ilişkilendirmeye yönlendirmektedir. Çalışmanın bir iletişim nesnesi olması ise biçimsel kararların yanında mesajın nasıl aktarılacağı sorusunu da gündeme getirmektedir.

Genç'in (2019) 43 öğrenciyle gerçekleştirdiği mail art uygulaması, posta sanatının görsel sanatlar eğitimi içerisinde uygulanabilirliğine ilişkin doğrudan bir örnek sunmaktadır. Araştırmada öğrencilerin farklı nesne ve tekniklerden yararlanarak çalışmalar ürettikleri ve alışılmış ders biçimlerinden farklı bir uygulamanın öğrencilerin ilgi ve katılımını desteklediği belirtilmiştir.

Mail artın temel tasarım eğitimi içerisindeki kullanımını doğrudan ele alan Genç (2019), posta sanatının temel tasarım öğeleri ve uygulama süreçleriyle ilişkilendirilebileceğini ortaya koymaktadır. Bu bağlamda mail art; çizgi, biçim, renk, doku, leke, boşluk, denge, ritim, vurgu ve bütünlük gibi temel tasarım kavramlarının iletişim amacıyla kullanılabileceği bir uygulama alanı oluşturmaktadır.

1.3. Yaratıcılık ve Görsel İletişim

Sanatsal yaratıcılık, farklı düşünce, deneyim, imge ve malzemeler arasında yeni ilişkiler kurma süreçlerini içermektedir. Temel sanat eğitimi öğrencinin bu ilişkileri deneyimleyebileceği uygulama alanlarından biridir.

Mail art uygulamasında yaratıcılık yalnızca özgün bir görüntü oluşturmakla sınırlı değildir. Öğrencinin belirli bir temayı yorumlaması, bu yorumu görsel bir dile dönüştürmesi ve sınırlı bir yüzey üzerinde etkili biçimde aktarması gerekmektedir. Dolayısıyla mail art uygulaması kavramsal düşünme, görsel araştırma ve biçimsel çözümleme süreçlerinin birlikte yürütülmesini gerektirmektedir.

Sanz-Hernández ve Covaleda (2021), üniversite öğrencilerinin mail art çalışmalarını inceledikleri araştırmalarında, mail artın bireysel yaratıcılığı ve iletişimsel yeterlikleri destekleyen bir üretim alanı oluşturabileceğini belirtmektedir. Araştırmada öğrencilerin belirli bir konuya ilişkin düşüncelerini görsel bir iletiye dönüştürmeleri, yaratıcı üretim sürecinin önemli bir parçası olarak ele alınmıştır.

Bu açıdan mail art, temel sanat eğitimi içerisinde "bir konu hakkında resim yapma" etkinliğinin ötesine geçmektedir. Öğrencinin "ne söylemek istediği", "bunu nasıl görselleştireceği" ve "görsel mesajının nasıl okunabileceği" sorularını birlikte düşünmesini gerektirmektedir.

1.4. Analog-Dijital Üretim İlişkisi

Mail artın tarihsel olarak fiziksel posta sistemine dayanması, onu analog bir üretim ve iletişim pratiği hâline getirmektedir. Ancak dijital iletişim teknolojilerinin gelişmesi, mail artın iletişim biçimlerinin de dönüşmesine olanak sağlamıştır.

MoMA'nın mail art tarihine ilişkin dijital arşivinde de mail art ağlarının zaman içerisinde internet ve yeni iletişim teknolojileriyle ilişki kurduğu belirtilmektedir (MoMA, 2014). Böylece fiziksel posta ile başlayan iletişim ağları dijital iletişim olanaklarıyla yeni biçimler kazanmıştır.

Günümüzde fiziksel bir kartpostalın dijital bir içeriğe QR kod aracılığıyla bağlanması, bu dönüşümün eğitim ortamında uygulanabilecek örneklerinden biridir. Kartpostal fiziksel ve dokunsal bir sanat nesnesi olarak varlığını sürdürürken QR kod, çalışmanın dijital bir içeriğe ulaşmasını sağlayabilir.

Bu durum analog ve dijital üretimin birbirinin alternatifi olmadığı, aksine aynı üretim içerisinde birbirini tamamlayabildiği bir yaklaşım ortaya koymaktadır. Temel sanat eğitimi açısından bu tür hibrit uygulamalar, öğrencilerin fiziksel malzeme deneyimi ile dijital görsel kültür arasında ilişki kurmalarına olanak sağlayabilir.

2. YÖNTEM

Bu araştırmada nitel araştırma yaklaşımı benimsenmiş ve çalışma durum çalışması olarak tasarlanmıştır. Araştırmanın durumunu, Çukurova Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Temel Sanat Eğitimi kapsamında gerçekleştirilen "Dijital Göçebe Uluslararası Mail-Art Sergisi"ne yönelik öğrenci çalıştayı oluşturmaktadır.

Çalışmanın uygulama süreci üç temel aşamadan oluşmuştur.

İlk aşamada öğrencilere mail artın tarihsel gelişimi, temel özellikleri, sanat ve iletişim ilişkisi ile uygulama biçimleri hakkında bilgilendirici bir seminer düzenlenmiştir. Seminere katılım sağlayan öğrencilerin mail-art çalışmaları hakkında daha öncesinden bilgi sahibi olmadıkları gözlenmiştir. Bu seminer aracılığıyla öğrencilerin çalıştay öncesinde posta sanatı konusunda temel bir kavramsal çerçeve edinmeleri amaçlanmıştır.

İkinci aşamada yedi saatlik mail art çalıştayı gerçekleştirilmiştir. Çalıştaya toplam 41 öğrenci katılmıştır. Çalıştay süreci yedi saatlik bir uygulamayı kapsamaktadır. Çalıştay sürecinde öğrenciler, "Dijital Göçebe" sergisinin teması doğrultusunda kartpostal formatında özgün çalışmalar üretmişlerdir. Üretim sürecinde öğrencilerin farklı görsel anlatım biçimleri, malzemeler ve tekniklerden yararlanmalarına olanak sağlanmıştır.

Üçüncü aşamada ise çalıştayda üretilen çalışmalar arasından öğrencilerin kendi istekleri doğrultusunda ve gönüllülük esasına dayalı olarak sergiye gönderilmek üzere seçtikleri çalışmalar uluslararası jüri değerlendirmesine sunulmuştur. Jüri değerlendirmesi sonucunda seçilen çalışmalar, Adana Arkeoloji Müzesi'nde yaklaşık bir ay süreyle sergilenmiştir.

Araştırmanın verilerini; uygulama sürecine ilişkin gözlemler, çalıştayda üretilen öğrenci çalışmaları, sergiye gönderilen çalışmalar ve sergileme süreci oluşturmaktadır.

Öğrenciler tarafından gerçekleştirilen 41 mail art çalışması, alan uzmanı üç bağımsız değerlendirici tarafından ön ve arka yüzleri birlikte dikkate alınarak nitel açıdan değerlendirilmiştir. Değerlendiricilerin bireysel değerlendirmeleri karşılaştırılmış ve ortaklaşan değerlendirmeler birleştirilerek her çalışma için bütüncül bir nitel değerlendirme oluşturulmuştur. Bu değerlendirmeler daha sonra tematik analiz kapsamında incelenmiş; çalışmalarda öne çıkan dijitalleşme ve teknoloji, hareketlilik ve göçebelik, iletişim ve bağlantı, analog-dijital ilişki, çalışma ve mekândan bağımsızlık, kimlik/kültürel bellek/aidiyet, insan-teknoloji ilişkisi ve doğa/çevre temaları üzerinden kodlama yapılmıştır. Çalışmalar; yaratıcı ifade, görsel iletişim, temel tasarım öğe ve ilkelerinin kullanımı, malzeme/teknik çeşitliliği ve analog-dijital ilişki açısından betimsel olarak değerlendirilmiştir.

Araştırmada öğrencilerin kişisel bilgilerinin değerlendirmeye dâhil edilmemesi ve çalışmanın temel amacının öğrenci başarısını ölçmekten ziyade bir sanat eğitimi uygulamasının olanaklarını ortaya koymak esas alınmıştır. Bu nedenle bulgular, nicel bir başarı ölçümü veya deneysel bir etki değerlendirmesi olarak değil, uygulama sürecinden elde edilen nitel gözlemler ve ürün incelemeleri olarak ele alınmıştır.

3. BULGULAR

3.1. Seminer ve Çalıştay Sürecine İlişkin Bulgular

Uygulamanın ilk aşamasında gerçekleştirilen seminer, öğrencilerin mail artın tarihsel ve kavramsal özellikleri hakkında bilgi edinmelerine yönelik olarak gerçekleştirilmiştir. Seminerin ardından gerçekleştirilen yedi saatlik çalıştayda öğrenciler, edindikleri bilgiler doğrultusunda kendi görsel yorumlarını üretme fırsatı bulmuştur.

Çalıştaya 41 öğrencinin katılması, uygulamanın temel sanat eğitimi kapsamında grup çalışmasına dayalı olarak yürütülmesine olanak sağlamıştır. Çalıştay sürecinde öğrencilerin aynı konu etrafında birbirinden farklı görsel yorumlar geliştirmeleri, ortak bir temanın bireysel görsel ifade açısından farklılaşabileceğini göstermiştir.

Bu durum temel sanat eğitimi açısından önemlidir. Çünkü aynı temanın bütün öğrenciler tarafından aynı biçimde yorumlanması yerine, öğrencilerin kendi görsel deneyimleri, ilgi alanları ve ifade biçimleri doğrultusunda farklı sonuçlara ulaşmaları, yaratıcılığın bireysel boyutunu görünür hâle getirmektedir.

Genç'in (2019) görsel sanatlar eğitimi içerisinde gerçekleştirdiği mail art uygulamasında da öğrencilerin farklı teknik ve nesneler kullanarak özgün çalışmalar oluşturdukları belirtilmektedir. Bu çalışmanın bulguları, söz konusu araştırmadaki uygulama deneyimiyle benzer biçimde, mail artın alışılmış uygulamalardan farklı bir üretim ortamı oluşturabileceğine işaret etmektedir.

3.2. Kartpostal Formatı ve Görsel Kompozisyon

Çalıştayda kartpostal formatının kullanılması, öğrencilerin belirli ölçülerle sınırlandırılmış bir yüzey üzerinde görsel kararlar vermelerini gerektirmiştir.

Sınırlı yüzey, öğrencinin kompozisyon içerisindeki öğelerin büyüklüğü, konumu, ilişkisi ve görsel ağırlığı üzerine düşünmesini gerekli kılmaktadır. Bu durum temel sanat eğitiminin temel konuları arasında yer alan kompozisyon, denge, vurgu, ritim ve görsel hiyerarşi kavramlarının uygulama içerisinde kullanılmasına olanak sağlamaktadır.

Kartpostalın geleneksel olarak bir iletişim nesnesi olması da görsel üretime farklı bir boyut kazandırmaktadır. Öğrencinin ürettiği çalışma yalnızca atölyede görülecek bir çalışma değil, başka bir kişiye ulaşabilecek fiziksel bir mesaj niteliğindedir.

Bu nedenle kartpostal yüzeyi, hem sanatsal üretim alanı hem de görsel iletişim alanı olarak işlev görmektedir.

3.3. Yaratıcı İfade ve Temanın Bireysel Yorumlanması

"Dijital Göçebe" teması, öğrenciler açısından doğrudan betimlenmesi zor olan kavramsal bir üretim alanı oluşturmuştur. Dijitalleşme, hareketlilik, mekân, kimlik ve aidiyet gibi kavramların görsel biçimlere dönüştürülmesi, öğrencinin soyut bir düşünceyi görsel bir dile aktarmasını gerektirmiştir.

Çalıştay sürecinde ortaya çıkan farklı öğrenci çalışmalarının aynı temaya ilişkin farklı görsel yaklaşımlar içermesi, tematik bir sanat uygulamasında bireysel yorumun önemini ortaya koymuştur.

Bu bağlamda mail art uygulaması, öğrencinin yalnızca görsel bir nesne üretmesini değil, belirli bir kavrama ilişkin kişisel bir yorum geliştirmesini de teşvik eden bir yapı sunmuştur.

Sanz-Hernández ve Covaleda (2021) tarafından üniversite öğrencileriyle gerçekleştirilen çalışmada da mail art üretiminin belirli bir tema üzerinden bireysel yaratıcılığı ve iletişimsel üretimi harekete geçiren bir süreç olduğu belirtilmektedir. Bu açıdan mevcut çalışmanın uygulama süreci, mail artın üniversite düzeyindeki sanat eğitimi içerisinde kavramsal üretim açısından kullanılabilirliğini destekleyen bir örnek oluşturmaktadır.

3.4. Analog ve Dijital Üretimin Birlikte Kullanılması

"Dijital Göçebe" projesinin önemli özelliklerinden biri, fiziksel posta sanatını dijital iletişim olanaklarıyla ilişkilendirmesidir.

Kartpostalın fiziksel olarak üretilmesi ve posta yoluyla dolaşıma girmesi analog üretim ve iletişim sürecini oluştururken, dijital bağlantıların kullanılabilmesi fiziksel çalışma ile dijital ortam arasında geçiş kurulmasını sağlamaktadır.

Bu durum öğrencilerin geleneksel sanat malzemeleri ile güncel dijital iletişim araçlarını aynı üretim süreci içerisinde düşünmelerine olanak sağlamaktadır.

Analog-dijital ilişki açısından değerlendirildiğinde kartpostal, yalnızca üzerinde görsel üretim yapılan bir yüzey olmaktan çıkarak dijital içeriğe açılan bir iletişim nesnesine dönüşebilmektedir. Böylece temel sanat eğitimi içerisinde fiziksel üretim ile dijital okuryazarlığın birlikte ele alınabileceği bir uygulama modeli ortaya çıkmaktadır.

3.5. Gönüllü Katılım ve Sanat Üretiminin Sınıf Dışına Taşınması

Çalıştayın ardından öğrencilerin ürettikleri çalışmaların tamamının doğrudan sergiye gönderilmesi yerine, gönüllülük esasının benimsenmesi, öğrencinin kendi üretimi hakkında karar vermesine olanak sağlamıştır.

Öğrenci, çalıştay sürecinde bir çalışma üretmiş; ardından bu çalışmanın uluslararası bir sergi ortamında yer alıp almaması konusunda kendi kararını vermiştir. Bu durum öğrencinin sanat üretim sürecindeki özne konumunu güçlendiren bir uygulama olarak değerlendirilebilir.

Gönüllülük esasına dayalı gönderim aynı zamanda sınıf içindeki üretim ile gerçek sanat ortamı arasındaki geçişi görünür hâle getirmiştir. Öğrencinin çalışması artık yalnızca ders kapsamında tamamlanan bir ödev değil, uluslararası bir serginin değerlendirme sürecine gönderilen bir sanat çalışması niteliği kazanmıştır.

3.6. Uluslararası Jüri ve Müze Sergisi Deneyimi

Çalıştay sonucunda öğrencilerin gönüllü olarak gönderdiği çalışmaların uluslararası jüri tarafından değerlendirilmesi, öğrencilerin üretimlerinin gerçek bir sanat etkinliği içerisinde değerlendirilmesine olanak sağlamıştır.

Jüri değerlendirmesi sonucunda seçilen çalışmaların Adana Arkeoloji Müzesi'nde yaklaşık bir ay süreyle sergilenmesi, sınıf içerisinde başlayan üretim sürecinin kurumsal bir sanat mekânına taşınması açısından önemli bir aşama oluşturmuştur.

Serginin farklı ülkelerden gelen çalışmalarla birlikte gerçekleştirilmesi, öğrencilerin üretimlerini uluslararası mail art ağı içerisinde konumlandırmalarına olanak sağlamıştır. "Dijital Göçebe" sergisinin 14 farklı ülkeden gönderilen yüzlerce posta kartı arasından seçilen çalışmalarla oluşturulduğu kurumsal kaynaklarda da belirtilmektedir (Türkiye Cumhuriyeti İletişim Başkanlığı, 2026).

Bu yönüyle uygulama, temel sanat eğitiminin sınıf, atölye ve üniversite sınırlarını aşarak müze ve uluslararası sanat iletişimi bağlamına taşınabileceğini göstermektedir.

3.7. Uygulamanın Temel Sanat Eğitimi Açısından Değerlendirilmesi

Çalıştay ve sergi süreci bir bütün olarak değerlendirildiğinde mail art uygulamasının temel sanat eğitimi içerisinde birden fazla öğrenme alanını bir araya getirdiği görülmektedir.

Tablo 1. Mail art uygulamasının temel sanat eğitimi açısından değerlendirilmesi

Uygulama boyutu	**Temel sanat eğitimiyle ilişkisi**
Kavramsal tema	Kavramsal düşünme ve görsel yorum
Kartpostal yüzeyi Farklı malzemeler Görsel mesaj Fiziksel posta QR/dijital bağlantı Gönüllü gönderim Uluslararası jüri Müze sergisi Uluslararası katılım	Kompozisyon, oran, denge ve görsel hiyerarşi Malzeme bilgisi ve deneysel üretim Görsel iletişim ve görsel dil Sanat eserinin dolaşımı ve paylaşımı Analog-dijital etkileşim ve dijital okuryazarlık Öğrencinin üretim sürecine ilişkin karar vermesi Gerçek sanat ortamıyla karşılaşma Sergileme ve sanat kurumuyla ilişki Kültürlerarası iletişim ve sanat ağı

Tabloda görüldüğü üzere mail art, temel sanat eğitiminin farklı boyutlarını tek bir uygulama içerisinde ilişkilendirebilecek bir yapıya sahiptir. Bu nedenle uygulamanın yalnızca teknik bir kartpostal üretimi olarak değil, kavramdan sergilemeye kadar uzanan bütünsel bir sanat eğitimi süreci olarak değerlendirilmesi mümkündür.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu araştırmada, mail art uygulamalarının temel sanat eğitimi içerisindeki olanakları; yaratıcılık, görsel iletişim, kavramsal üretim ve analog-dijital etkileşim bağlamında incelenmiştir. Çalışma kapsamında Çukurova Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Temel Eğitimi Bölümünce gerçekleştirilen "Dijital Göçebe Uluslararası Mail-Art Sergisi"ne yönelik öğrenci çalıştayı, nitel araştırma yaklaşımı ve durum çalışması çerçevesinde ele alınmıştır. Seminer, yedi saatlik çalıştay, öğrenci çalışmalarının uluslararası jüri değerlendirmesine sunulması ve

seçilen çalışmaların müzede sergilenmesi aşamalarından oluşan uygulama süreci, sanat eğitiminin üretim, iletişim ve sergileme boyutlarını bir arada değerlendirmeye olanak sağlamıştır.

Araştırma kapsamında incelenen 41 öğrenci çalışmasının nitel analizi, mail art uygulamasının temel sanat eğitimi içerisinde farklı öğrenme alanlarını aynı üretim sürecinde bir araya getirebildiğini ortaya koymuştur. Çalışmalarda ortak bir tema etrafında farklı görsel yorumların geliştirilmesi, öğrencilerin aynı kavramsal çerçeveyi farklı biçim, renk, malzeme, teknik ve görsel anlatım olanaklarıyla ele alabildiklerini göstermiştir. Bu durum, mail artın öğrencinin hazır bir görsel çözümü tekrar etmesinden ziyade, belirli bir kavramı kişisel bir görsel dile dönüştürmesine imkân veren bir uygulama alanı oluşturabileceğine işaret etmektedir.

Kartpostal formatının kullanılması, temel sanat eğitiminin temel tasarım öğe ve ilkeleri açısından da işlevsel bir üretim alanı oluşturmuştur. Sınırlı yüzey, öğrencileri görsel öğelerin seçimi, yerleştirilmesi, oranı, dengesi ve görsel hiyerarşisi üzerine düşünmeye yöneltirken; kartpostalın aynı zamanda bir iletişim nesnesi olması, biçimsel kararların görsel mesajla ilişkilendirilmesini gerekli kılmıştır. Bu bağlamda mail art uygulaması, kompozisyon ve tasarım ilkelerinin yalnızca biçimsel bir problem olarak değil, iletişim amacıyla birlikte ele alınmasına olanak sağlayan bir yaklaşım sunmaktadır.

“Dijital Göçebe” teması çerçevesinde gerçekleştirilen üretimlerde hareketlilik, dijitalleşme, iletişim, kimlik, mekân, aidiyet ve teknoloji gibi kavramların farklı görsel yaklaşımlarla yorumlandığı görülmüştür. Bu durum, kavramsal bir temanın temel sanat eğitimi içerisinde görsel araştırma ve kişisel ifade için bir çıkış noktası olarak kullanılabileceğini göstermektedir. Dolayısıyla mail art uygulaması, öğrencinin yalnızca “ne üreteceği” sorusuna değil, aynı zamanda “ne söylemek istediği” ve “bu düşünceyi nasıl görselleştireceği” sorularına yönelmesini sağlayan bir üretim süreci olarak değerlendirilebilir.

Araştırmanın bir diğer önemli sonucu, analog ve dijital iletişim biçimlerinin aynı sanatsal üretim içerisinde ilişkilendirilebilmesidir. Fiziksel kartpostalın posta yoluyla dolaşımı, mail artın tarihsel ve analog niteliğini korurken, QR kod ve dijital bağlantılar gibi unsurlar fiziksel sanat nesnesini dijital içeriklere açılan bir iletişim aracına dönüştürmektedir. Bu hibrit yapı, temel sanat eğitimi içerisinde geleneksel malzeme ve üretim süreçleri ile güncel dijital iletişim kültürünün birlikte ele alınmasına olanak sağlamaktadır. Böylece analog üretim ile dijital teknolojinin birbirinin alternatifi olarak değil, birbirini tamamlayan üretim ve iletişim biçimleri olarak değerlendirilebileceği görülmektedir.

Uygulamanın dikkat çeken bir diğer yönü, sanat üretiminin sınıf ve atölye ortamının dışına taşınmasıdır. Öğrencilerin çalışmalarını gönüllü olarak uluslararası sergiye göndermeleri, ürettikleri çalışmanın ders kapsamında tamamlanan bir uygulama olmaktan çıkarak gerçek bir sanat etkinliğinin parçası hâline gelmesini sağlamıştır. Uluslararası jüri değerlendirmesi ve seçilen çalışmaların müze ortamında sergilenmesi ise öğrencilerin üretimlerini farklı kültürel ve sanatsal üretimlerle birlikte görmelerine olanak sağlayan bir sergileme ve iletişim bağlamı oluşturmuştur. Bu yönüyle mail art uygulaması, temel sanat eğitimi ile gerçek sanat ortamı arasında bağlantı kurabilecek uygulama temelli bir model olarak değerlendirilebilir.

Araştırma bulguları, önceki çalışmalarla birlikte değerlendirildiğinde de mail artın sanat eğitimi içerisinde kullanılabilirliğine ilişkin benzer bir çerçeve ortaya koymaktadır. Genç'in (2019) çalışmasında farklı malzeme ve tekniklerle özgün üretimlerin gerçekleştirilmesi ve alışılmış ders biçimlerinden farklı bir uygulama ortamının oluşması, mevcut araştırmada gözlenen farklı görsel çözüm ve malzeme kullanımlarıyla örtüşmektedir. Bununla birlikte, iki çalışma arasındaki önemli farklılıklardan biri katılımcıların eğitim düzeyidir. Genç'in (2019) araştırması ilköğretim düzeyindeki Görsel Sanatlar dersi öğrencileriyle gerçekleştirilirken, mevcut araştırma Güzel Sanatlar Fakültesi düzeyinde, sanat eğitimi alan üniversite öğrencileriyle yürütülmüştür. Bu farklılık, mail art uygulamasının yalnızca görsel üretim ve farklı teknikleri deneyimleme olanağı sunmasının ötesinde, yükseköğretim düzeyindeki öğrencilerin kavramsal düşünme, seçtikleri konuya ilişkin kişisel ve sanatsal söylemler geliştirme ve ürettikleri yapıtları gerçek bir sanat ortamında dolaşıma sokma deneyimlerini de içeren

daha kapsamlı bir üretim ve iletişim sürecine dönüşmesini mümkün kılmıştır. Bu bağlamda öğrencilerin uluslararası bir mail art sergisine yapıt göndermeleri, sınıf içindeki üretim sürecinden sanat alanının kamusal ve profesyonel dolaşımına doğru bir geçiş deneyimi oluşturarak, öğrencinin sanatçı kimliğine yaklaşan bir üretici olarak konumlanmasını destekleyen bir ortam yaratmıştır. Benzer şekilde Sanz-Hernández ve Covaleda'nın (2021) mail artın yaratıcılık ve iletişimsel üretim açısından taşıdığı olanaklara ilişkin değerlendirmeleri, bu araştırmada mail artın tematik düşüncenin görsel iletişime dönüştürülmesini destekleyen bir uygulama alanı olarak ele alınmasıyla paralellik göstermektedir.

Bununla birlikte, bu araştırmanın bulguları öğrencilerin mail art uygulamasına ilişkin görüşlerinin ölçülmesine veya uygulamanın öğrencilerin yaratıcılık düzeyleri üzerindeki etkisinin nicel olarak belirlenmesine dayanmamaktadır. Bulgular, uygulama sürecine ilişkin nitel gözlemler ile 41 öğrenci çalışmasının uzman değerlendirmeleri ve tematik analizi üzerinden oluşturulmuştur. Bu nedenle araştırmada ulaşılan sonuçlar, mail art uygulamasının öğrencilerde belirli bir beceri artışına neden olduğunu kesin olarak ortaya koyan deneysel sonuçlar olarak değil, mail artın temel sanat eğitimi içerisinde hangi üretim ve öğrenme olanaklarını sunabileceğini gösteren nitel bulgular olarak değerlendirilmelidir.

Sonuç olarak mail artın; kavramsal düşünme, yaratıcı görsel ifade, kompozisyon, görsel iletişim, malzeme ve teknik deneyimi, analog-dijital etkileşim ve sanat eserinin dolaşımı gibi farklı boyutları aynı uygulama içerisinde ilişkilendirebilen bir yapı sunduğu görülmektedir. Özellikle kartpostalın sınırlı yüzeyinin tasarım problemi oluşturması, çalışmanın iletişim amacı taşıması, fiziksel posta aracılığıyla dolaşıma girmesi ve dijital bağlantılarla desteklenebilmesi, mail artı temel sanat eğitimi açısından çok boyutlu bir uygulama alanına dönüştürmektedir.

Bu doğrultuda mail artın temel sanat eğitimi içerisinde yalnızca alternatif bir teknik veya kısa süreli bir etkinlik olarak değil, kavramdan görsel üretime, fiziksel üretimden iletişime, sınıf içi uygulamadan sergilemeye ve analog üretimden dijital bağlantıya uzanan bütünsel bir öğrenme deneyimi olarak ele alınabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Öneriler

Araştırma kapsamında elde edilen bulgular doğrultusunda, mail art uygulamalarının temel sanat eğitimi içerisinde farklı konu ve temalarla ilişkilendirilerek kullanılması önerilmektedir. Özellikle sınırlı yüzey üzerinde kompozisyon oluşturma, görsel mesaj geliştirme, farklı malzeme ve teknikleri bir arada kullanma ve belirli bir kavramı görsel dile dönüştürme gibi çalışmalar temel sanat eğitimi uygulamalarına dahil edilebilir.

Bunun yanı sıra analog ve dijital üretim biçimlerinin birlikte ele alındığı hibrit mail art uygulamalarının geliştirilmesi, öğrencilerin fiziksel sanat üretimi ile güncel dijital iletişim kültürü arasında bağlantı kurmalarına olanak sağlayabilir. QR kod, dijital arşiv, çevrimiçi sergi ve dijital sanatçı bilgileri gibi unsurlar bu tür uygulamalara entegre edilebilir.

Mail artın doğası gereği iletişim, paylaşım ve dolaşıma dayalı olması nedeniyle, temel sanat eğitimi uygulamalarının farklı üniversiteler, sanat kurumları ve uluslararası öğrenci grupları arasında gerçekleştirilecek ortak projelerle genişletilmesi de önerilebilir. Böylece öğrencilerin yalnızca kendi üretimlerini gerçekleştirmeleri değil, farklı kültürel çevrelerden gelen üretimlerle karşılaşmaları ve sanatın iletişimsel boyutunu deneyimlemeleri sağlanabilir.

Gelecek araştırmalarda ise farklı öğrenci grupları ve farklı eğitim düzeyleriyle gerçekleştirilecek uzun süreli uygulamaların incelenmesi; öğrenci görüşmeleri, gözlem, süreç günlükleri veya uygun etik izinler çerçevesinde gerçekleştirilecek diğer nitel veri toplama yöntemleriyle öğrencilerin üretim süreçlerinin daha ayrıntılı biçimde ele alınması önerilmektedir. Ayrıca mail art uygulamalarının farklı temel sanat eğitimi konuları ve disiplinlerarası sanat uygulamalarıyla ilişkilendirildiği karşılaştırmalı çalışmalar gerçekleştirilebilir.

KAYNAKLAR

Aktaş-Kuruçay, K. (2022). Bir iletişim aracı olarak posta sanatı (mail art). The Turkish Online Journal of Design Art and Communication, 12(3), 764–780. https://doi.org/10.7456/11203100/014

Genç, S. (2019a). Practicing mail art in visual arts course, and evaluation of the artworks of students. World Journal of Education, 9(1), 255–265. https://doi.org/10.5430/wje.v9n1p255

Genç, S. (2019b). Temel tasarım dersinde posta sanatı uygulamaları. İçinde M. H. Bulut (Ed.), Eğitim bilimleri alanında araştırma ve değerlendirmeler (ss. 149–161). Gece Kitaplığı.

Museum of Modern Art. (2014). Analog network: Mail art, 1960–1999. https://www.moma.org/calendar/exhibitions/1482

Sanz-Hernández, A., & Covaleda, I. (2021). Sustainability and creativity through mail art: A case study with young artists in universities. Journal of Cleaner Production, 318, 128525. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128525

Türkiye Cumhuriyeti İletişim Başkanlığı. (2026, 7 Nisan). “Dijital Göçebe” sanat sergisi açıldı (Adana). https://www.iletisim.gov.tr/turkce/yerel_basin/detay/dijital-gocebe-sanat-sergisi-acildi-adana

MATRIX (1999) FİLMİNİN İKONOGRAFİK ÇÖZÜMLEMESİ

Dr. Öğr. Üyesi, Bedirhan KARAKURLUK

Karabük Üniversitesi, Safranbolu Türker İnanoğlu İletişim Fakültesi, Güzel Sanatlar - Sinema,

bedirhankarakurluk@karabuk.edu.tr, orcid.org/0000-0003-2745-0952

Özet

Matrix (1999) cyberpunk alt türündeki bir bilim kurgu ve aksiyon filmi olsa da mistik ve batıni karakterli pek çok farklı meseleye değinmektedir. Bu çalışma, Erwin Panofsky'nin ikonografik ve ikonolojik yaklaşımını benimseyerek filmdeki sembollerin ve üstü kapalı anlatımların mistik, dinî ve felsefi yönlerden çözümlenmesini amaçlamaktadır. Filmin hakikat ve illüzyon üzerine kurulu anlatısı, Eflatun'un *Devlet* isimli eserindeki mağara alegorisi ve Jean Baudrillard'ın *Simülakrlar ve Simülasyon* eserinde ele aldığı simülasyon kavramıyla önemli paralellikler taşımaktadır. Hinduizm'in kutsal metinlerinden *Bhagavad Gita* ve bu metinle ilişkilendirilen Maya (yanılsama) kavramı da filmin mistik anlatısının yorumlanabileceği kaynaklar arasındadır. Çalışmada, filmin karakterleri, karakter isimleri ve anlatı içerisindeki sembolik unsurlar; Antik Yunan mitolojisi, Yahudi-Hristiyan geleneği, Hinduizm ve İslam tasavvufuyla ilişkileri üzerinden ele alınmaktadır. Filmin anlatısında doğrudan yer aldığı iddia edilemeyecek olsa dahi mistik yapısının İslam tasavvufu bağlamında yorumlanabilmesine olanak tanıyan sembolik benzerlikler de bu çerçevede tartışılmaktadır. Film, farklı bir gerçekliğe ve hakikate ulaşarak kendini gerçekleştirmeyi konu alan bir manevi yolculuk öyküsü olarak ele alındığında, bu yolculuk yoga/sadhana, inisiyasyon ve seyr-i sülûk gibi farklı geleneklerdeki manevi gelişim ve insan-ı kâmil olma süreçleriyle ilişkilendirilebilir. Bu bağlamda başkahraman Neo'nun öyküdeki rolü ilk etapta şişya, inisiye veya mürit; Morpheus'un rolü ise guru, inisiyatör (üstat) veya mürşit (şeyh) olarak yorumlanabilir. Trinity, Hristiyan anlatısındaki Kutsal Ruh'u temsil ettiği düşünülebilecek bir karakterken Zion, Yahudi-Hristiyan geleneğine gönderme yapan ve özgür kalan son insanlar için vadedilmiş toprakları ve güvenli bir limanı temsil eden bir mekândır. Çözümleme, *Matrix* filminin farklı dinî, mitolojik ve felsefi geleneklerden beslenen sembolik anlatısının hakikat, illüzyon ve kendini gerçekleştirme kavramları etrafında şekillendiğini ve bu geleneklere ait sembollerin başkahraman Neo'nun manevi yolculuğunda bir araya geldiğini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Sinema, İkonografi, Matrix, Mistisizm, Sembolizm

AN ICONOGRAPHIC ANALYSIS OF THE MATRIX (1999)

Assist. Prof. Dr. Bedirhan KARAKURLUK

Karabük University, Safranbolu Türker İnanoğlu Faculty of Communication, Fine Arts – Cinema, bedirhankarakurluk@karabuk.edu.tr, orcid.org/0000-0003-2745-0952

Abstract

Although The *Matrix* (1999) is an action and science fiction film belonging to the cyberpunk subgenre, it addresses a wide range of mystical and esoteric themes. Adopting Erwin Panofsky's iconographic and iconological approach, this study aims to analyze the symbols and implicit meanings in the film from mystical, religious, and philosophical perspectives. The film's narrative, centered on ultimate truth and illusion, exhibits significant parallels with Plato's allegory of the cave in *The Republic* and the concept of simulation discussed in Jean Baudrillard's *Simulacra and Simulation*. *The Bhagavad Gita*, one of Hinduism's sacred texts, and the concept of Maya (illusion) associated with it also provide interpretive frameworks for the film's mystical narrative. The study examines the film's characters, their names, and symbolic elements within the narrative in relation to ancient Greek mythology, Judeo-Christian tradition, Hinduism, and Islamic Sufism. The symbolic similarities that allow the film's mystical structure to be interpreted within the framework of Islamic Sufism are also discussed in this context, even though they cannot be claimed to be explicitly present in the film's narrative. When the film is approached as a story of a spiritual journey involving self-realization through the attainment of an alternative reality and ultimate truth, this journey can be associated with spiritual development processes such as yoga/sadhana, initiation, and sayr-i suluk, as well as the concept of al-insan al-kamil (the Perfect Human). In this context, the protagonist Neo can initially be interpreted as a shishya, an initiate, or a murid (disciple), while Morpheus assumes the role of a guru, an initiator (master), or a murshid (spiritual guide). Trinity can be interpreted as a character representing the Holy Spirit in Christian tradition, whereas Zion is a place that alludes to Judeo-Christian tradition, symbolizing a promised land and a safe haven for the last remaining free humans. The analysis reveals that the film's symbolic narrative, drawing on diverse religious, mythological, and philosophical traditions, is structured around the concepts of truth, illusion, and self-realization, and that symbols belonging to these traditions converge in the protagonist Neo's spiritual journey.

Keywords: Cinema, Iconography, The Matrix, Mysticism, Symbolism

GİRİŞ

Wachowski kardeşlerin yazıp yönettiği *Matrix* (1999), bilim kurgu ve aksiyon sinemasında görsel dil ve anlatı bakımından çok büyük etki ürettiği ve zamanla kült statüsü kazandığı düşünülen yapımlardan biridir. 136 dakikalık film, kendisinden sonra gelecek olan iki filmle oluşacak olan *Matrix* üçlemesinin ilk halkasını oluşturur ve içerdiği temalar itibariyle milenyuma yaklaşılırken ortaya çıkan teknolojik gelişmelerin doğurduğu toplumsal kaygıların bir yansıması olarak değerlendirilmektedir (Laist, 2011). Bilgisayarların yaşamın giderek daha fazla alanına nüfuz ettiği ve 2000 yılına gelinirken bilgisayar sistemlerinin karşılaşabileceği sorunların tartışıldığı bu dönemde, gerçekliğin doğası ve teknolojinin insan yaşamı üzerindeki etkileri, sinemanın da ilgilendiği meseleler arasında yer almıştır. Özellikle *Karanlık Şehir* (Dark City) (1998), *Truman Show* (1998), *13. Kat* (The Thirteenth Floor) (1999) ve *Varoluş* (eXistenZ) (1999) gibi yapımlarda alternatif bir teknolojik gerçeklik ya da dünyanın bir simülasyon olma ihtimali gibi fikirler farklı anlatılar üzerinden ele alınırken *Matrix*, bu eğilimin en çok tanınan örneği olmuştur (Newman, 1999).

Amerikan sinemasının bir örneği olan *Matrix*, birbirinden çok farklı yapılardaki ve dönemlerdeki kaynaklarla ilişkilendirilebilen senaryosuyla da dikkat çekmektedir. Filmin bir yandan Jean Baudrillard'ın *Simülakrlar ve Simülasyon* teorisi ile Platon'un mağara alegorisi gibi felsefi, Lewis Carroll'ın *Alice Harikalar Diyarında* eseri gibi edebî, *Kabuktaki Hayalet* (Ghost in the Shell) (1995) ve *Akira* (1988) gibi Japon animeleri ile de görsel ve anlatı dünyasının geniş bir yelpazeden beslendiği söylenebilir (Salisbury, 2019).

Öykü içeriğinin yanı sıra dijital devrimin görsel diline katkı sağlayan sinematografisi, grafik kullanımı, dönemin kıyafet modasını yansıtan ya da belirleyen deri giysileri, güneş gözlükleri ve pardösüleri, kızaklı Nokia 8110 cep telefonu gibi ilgi çekici teknolojik aksesuarları, elektronik müziği ve bilgisayar destekli görsel efektleriyle *Matrix* filmi sinema tarihinde belirgin bir iz bırakmıştır. Ağır çekimde kameranın öznenin çevresinde dolaşmasına olanak tanıyan bullet time tekniği gibi pek çok öncü sinematografik teknik filmin özgün yanlarından bir diğerini oluşturmuş, özellikle aksiyon sinemasında kendisinden sonra gelen görsel anlatımı etkilemiştir (Christiansen, 2015, s. 107).

Bunların hepsinin yanında filmin önemi yalnızca teknolojik yenilikleri ve sinematografik etkisiyle sınırlı değildir. *Matrix*, cyberpunk alt türündeki bir bilim kurgu ve aksiyon filmi olsa da mistik ve batıni karakterli pek çok farklı meseleye değinmektedir. Filmin görünürdeki aksiyon anlatısının ardında yer alan hakikat, yanılsama ve kendini gerçekleştirme meseleleri, farklı dinî, mitolojik ve felsefi geleneklerle ilişkilendirilebilecek sembolik bir anlatı oluşturmaktadır. Bu anlatı bu çalışmada nitel bir araştırma yaklaşımı olan ikonografik ve ikonolojik çözümleme üzerinden incelenecektir. Filmin karakterleri, mekânları, nesneleri ve anlatı içerisindeki çeşitli sembolik unsurlar çözümleme birimleri olarak belirlenmiştir. Bu unsurların öncelikle film içerisindeki görsel ve anlatısal işlevleri betimlenecek, ardından dinî, mitolojik ve felsefi geleneklerdeki karşılıklarıyla ilişkileri değerlendirilecektir.

İKONOGRAFİK VE İKONOLOJİK YAKLAŞIM

İkonografi, sanat eserlerinin herkes tarafından algılanabilen anlamlarının ötesindeki sembollere, temalara ve kültürel referanslara yönelen bir çözümleme yaklaşımıdır. Bu yaklaşımda bir sanat eserini anlamlandırmak, sadece görünen unsurları tanımlamayı değil, bunların içinde üretildikleri kültürel ve tarihsel bağlamla kazandıkları anlamları da araştırmayı gerektirir. Cömert'in (2006: 13) bakış açısı da bu gerekliliği vurgular:

"Hangi türden olursa olsun, bir sanat ürününün tadılması, onun kavranılmasıyla doğru orantılıdır. Eseri ne kadar çok anlamışsak, elde edeceğimiz haz da o kadar yüksek olacaktır. Anlamak ise, araştırmakla, irdelemekle, aklın dışındaki güçlere elverdiğince az pay bırakmakla, sezgi ve izlenimlerimizi dile döküp başkalarına iletilir hale getirmekle gerçekleşebilir."

İkonografik ve ikonolojik yaklaşımın ortaya çıkmasını sağlayan isimlerin başında gelen Panofsky, görsel bir eserin anlamlandırılmasını üç aşamalı bir model üzerinden sistemleştirmiştir. İlk aşama olan ön-ikonografik

betimleme, eserde görülen biçimlerin, nesnelerin, kişilerin ve olayların tanımlanmasını sağlar. İkinci aşama olan ikonografik çözümleme, tanımlanan bu unsurları belirli temalar, anlatılar, kavramlar ve sembollerle ilişkilendirilir. Üçüncü aşama olan ikonolojik yorumlamada ise eserin ortaya çıktığı kültürel dünyanın ve düşünsel eğilimlerin söz konusu sembolik yapı üzerinden yorumlanması gerçekleşir (Panofsky, 1955). Bu üçlü yapı bir sanat eserindeki sembolün yalnızca ne olduğunu belirlemekle kalmayıp neden orada bulunduğunu ve eserin bütünü içerisinde nasıl bir anlam ürettiğini sorgulamaya olanak sağlar. Örneğin Genç Hans Holbein'ın Elçiler (The Ambassadors, 1533) adlı tablosunda ilk bakışta ne olduğu anlaşılmayan bir nesne dikkat çeker. Tabloya sadece belirli bir açıdan bakıldığında şeklin bir kafatası olduğu ve resme bir "anamorfoz" eklendiği görülür. İlk bakışta anlaşılmayan, sadece belirli bir açıdan bakıldığında ise şeklen fark edilen nesnenin ikonografik düzeyde ölüm sembolü olan kurukafa olduğu, yerden yüksek bir yere asıldığında resmin altından geçenlerin bir anda kurukafa ile karşılaşacağı ya da ölümle yüzleşeceği şeklinde çalıştığını ve daha geniş bir yorum düzeyinde ise memento mori, yani ölümü hatırlama geleneğiyle ilişkilendirildiği görülebilmektedir. Buna benzer biçimde bu çalışmada *Matrix* filminde görülen karakterler, isimler, nesneler ve anlatı unsurları yalnızca film içerisindeki görünür işlevleriyle değil, taşıdıkları dinî, mitolojik ve felsefi çağrışımlar üzerinden ele alınmaktadır.

GÖRÜNÜŞ VE HAKİKAT: PLATON, BAUDRILLARD VE MAYA

Filmin hakikat ve illüzyon üzerine kurulu anlatısı, Platon'un *Devlet* isimli eserindeki mağara alegorisi ve Jean Baudrillard'ın *Simülakrlar ve Simülasyon* eserinde ele aldığı simülasyon kavramıyla önemli paralellikler taşımaktadır. Devlet'in VII. kitabında yer alan mağara alegorisinde (2005, 514a–517a), yaşamları boyunca bir mağarada zincirlenmiş ve yalnızca karşılarındaki duvara yansıyan gölgeleri görebilen insanlar bulunmaktadır. Bu insanlar karşılarına yansıyan bu görüntülerden başka bir tecrübeleri olmadığı için bu gölgeleri gerçekliğin kendisi olarak kabul etmektedir. Mağaradaki insanlardan birinin zincirlerinden kurtularak dışarı çıkması, daha önce gerçek olarak kabul ettiği gölgelerin kaynağını görmesine ve gerçekliğe ilişkin algısının değişmesine sebep olur. *Matrix* filmindeki simülasyonun içinde yaşayan insanların gerçeklik algısı ile onun dışında var olan dünya arasındaki ayrım, mağara alegorisiyle belirgin bir paralellik göstermektedir. Başkahraman Neo'nun içinde bulunduğu dünyanın gerçekliğini sorgulaması, bu gerçekliğin dışına çıkmanın yolunu araması ve daha önce hakikat olarak kabul ettiği şeylerin sahte niteliğini kavraması da mağaradan çıkan insanın deneyimiyle ilişkilendirilebilir.

Bununla birlikte Platon'un mağara alegorisi ile Baudrillard'ın simülasyon yaklaşımını aynı gerçeklik anlayışının farklı dönemlerdeki ifadeleri olarak değerlendirmek yanıltıcı olacaktır. Platon'da görünüşün ötesinde ulaşılması gereken bir hakikat fikri bulunurken Baudrillard'ın *Simülakrlar ve Simülasyon* (1981) eserinde tartıştığı simülasyon, yalnızca var olan bir gerçekliğin taklit edilmesinden ibaret değildir. Burada simülakrlar gerçek ile temsil arasındaki ayrımın ortadan kalktığı bir hipergerçeklik üretirler. *Matrix*'te insanların gündelik hayat olarak deneyimledikleri gerçekliğin makineler tarafından üretilmiş bir simülasyon olduğunun ortaya çıkması, Baudrillard'ın kavramlarıyla film arasında güçlü bir paralellik kurulmasına imkân verir. Bununla birlikte simülasyonun ardında erişilebilecek fiziksel bir "gerçek dünya" bulunduğunu kabul etmesi bakımından Baudrillard'ın yaklaşımından farklıdır. Dolayısıyla Platon ve Baudrillard filmin hakikat ve yanılsama meselesinin farklı yönlerini tartışmaya imkân veren iki ayrı felsefi mesele olarak ele alınmalıdır.

Hinduizm'in kutsal metinlerinden *Bhagavad Gita* ve bu metinle de ilişkilendirilen Maya yani yanılsama/illüzyon kavramı da filmin mistik anlatısının yorumlanabileceği kaynaklar arasındadır (7.13, 7.14, 7.25). Maya, Hinduizm'de ve Hint felsefesinde sabit bir anlama sahip olmamakla birlikte, genel olarak insanın tecrübe ettiğini düşündüğü dış dünya ile nihai gerçeklik arasındaki ilişkinin sorgulanmasına imkân veren kavramlardan biridir. Bu nedenle Maya'yı doğrudan *Matrix*'in Hindu düşüncesindeki karşılığı olarak değerlendirmek yerine, filmin gerçeklik ve yanılsama arasında oluşturmaya çalıştığı ayrımı yorumlamaya imkân veren farklı bir düşünsel alan olarak ele almak daha uygun olacaktır. Bu bağlamda film, Platoncu hakikat arayışı ve Baudrillard'ın simülasyon tartışması üzerinden Batı felsefesiyle ilişki kurarken, tecrübe edilen dünyanın niteliğinin sorgulanması üzerinden

de Doğu felsefesi ile ilişki kurmaktadır. Filmde Neo'nun kendisine gerçek olarak sunulan dünyanın niteliğini sorgulamaya başlaması, görünen gerçekliğin ötesine geçme çabası ve hakikate ulaşmasının beraberinde getirdiği dönüşüm, Maya kavramıyla tematik düzeyde ilişkili görülebilir.

MANEVİ YOLCULUK

Çalışmada, filmin karakterleri, karakter isimleri ve anlatı içerisindeki sembolik unsurların kimileri, Hinduizm, Antik Yunan mitolojisi, Ezoterizm, Yahudi-Hristiyan geleneği ve İslam tasavvufuyla ilişkileri üzerinden ele alınmaktadır. Filmin anlatısında doğrudan yer aldığı iddia edilemeyecek olsa da filmin içerdiği mistik özellikler tasavvufi bir yoruma da olanak tanımaktadır. Buradaki amaç *Matrix*'in tasavvufi bir anlatımı olduğunu veya Wachowski'lerin doğrudan tasavvuftan yararlandığını ileri sürmek değil; filmdeki hakikati arama, görünürdeki gerçekliğin ötesine geçme, bir rehber, önder eşliğinde dönüşerek kendini gerçekleştirme gibi unsurların tasavvufi kavramlarla hangi ölçüde karşılaştırılabileceğini araştırmaktır.

Film, farklı bir gerçekliğe ve hakikate ulaşarak kendini gerçekleştirmeyi konu alan bir manevi yolculuk öyküsü olarak ele alındığında, bu yolculuk yoga/sadhana, inisiyasyon ve seyr-i sülûk gibi farklı geleneklerdeki manevi gelişim ve insan-ı kâmil olma süreçleriyle ilişkilendirilebilir. Tasavvuf geleneğinde seyr-i sülûk, kişinin belirli manevi mertebelerden geçişini ifade ederken bu süreçte mürşit, yol gösteren ve manevi gelişime rehberlik eden, mürit ise bu rehberlik altında yolu takip eden kişidir. İnsan-ı kâmil kavramı ise insanın manevi olgunlaşmasının gelebileceği son noktayı simgelemektedir. Bu kavramlar çerçevesinde düşünüldüğünde Matrix'in başkahramanı Neo'nun başlangıçta içinde yaşadığı gerçekliği sorgulayan, ardından bir rehberin yardımıyla tecrübe ettiği dünyanın sınırlarının dışına çıkan ve yolculuğu boyunca değişip dönüşen bir karakter olması, bu süreçte hep yanında olan Morpheus'un ise ona hakikatin varlığını gösteren fakat bu hakikati kendisinin keşfetmesini bekleyen bir rehber konumunda bulunması, guru-şişya, üstat-inisiye ve mürşit-mürit ilişkileriyle paralellik kurulmasına olanak sağlamaktadır.

Tasavvufun düşünsel oluşumunda Yeni Platonculuk ve Hint geleneklerinin etkisinin bulunup bulunmadığı meselesi tartışılan bir konudur. Örneğin tasavvuftaki kişinin benliğinin yaratıcıda yok olması anlamına gelen fenâ kavramı ile Hint inanışlarındaki Nirvana arasında kurulan benzerlikler ve Buda ile İbrahim bin Edhem hakkındaki anlatılar arasındaki paralellikler, Hint kültürünün tasavvuf üzerinde etkisi olabileceği yönündeki görüşlere dayanak oluşturmuştur (Güngör, 2004, s. 42). Bu etkileri tasavvufun doğrudan "kaynakları" olarak kabul eden yaklaşımların yanı sıra, tasavvufun öncelikle İslami kaynaklar içerisinden çıktığını ve diğer geleneklerle benzerliklerin doğrudan bir köken ilişkisini kanıtlamadığını savunan yaklaşımlar da bulunmaktadır. Dolayısıyla Horasan, İran ve Hindistan üzerinden gerçekleşen tarihsel ve kültürel etkileşimler bu çalışma açısından farklı mistik gelenekler arasındaki benzerlikleri düşünmeye imkân veren bir arka plan oluşturmakla birlikte, bunlardan doğrudan bir aktarım ilişkisi çıkarılmamaktadır. Aynı şekilde Yeni Platonculuğun İslam felsefesi ve tasavvuf üzerindeki etkileri üzerine yürütülen tartışmalar, Platon'un mağara alegorisinden tasavvufa veya oradan *Matrix*'e uzanan doğrusal bir bağ olduğunun kanıtı olarak değil, farklı düşünce geleneklerinde dış görünüş yani zahir ile hakikat ilişkisinin çeşitli biçimlerde ele alındığını gösteren tarihsel bir bağlam olarak değerlendirilmektedir. Bu nedenle bu çalışmada yoga/sadhana, inisiyasyon ve seyr-i sülûk gibi farklı geleneklerden gelen kavramlar birbirlerinin doğrudan karşılıkları olarak kullanılmamakta, farklı dinî ve felsefi geleneklerde kişinin içinde bulunduğu durumundan farklı bir bilinç, bilgi veya manevi yetkinlik düzeyine yöneldiği dönüşüm süreçlerini ifade etmeleri bakımından birlikte kullanılmaktadır. Böylelikle çalışmanın kuramsal çerçevesi, *Matrix*'teki sembollerin tek bir dinî veya felsefi kaynağa indirgenmesi yerine, farklı geleneklerden gelen anlamların Neo'nun hakikate ulaşma ve kendini gerçekleştirme yolculuğu sırasında nasıl bir araya getirilebildiğini incelemeye dayanmaktadır.

BULGULAR

Filmde karşılaşılan ilk karakter olan Trinity'nin ismi üçleme anlamına gelir ve doğrudan Hristiyanlığın Baba, Oğul ve Kutsal Ruh'tan oluşan Teslis kavramını çağrıştırır. Filmde Trinity'nin Kutsal Ruh'u temsil ettiği düşünülebilir çünkü Neo'nun ölümden sonraki dirilişi kendisinin sayesinde gerçekleşecektir (Flannery-Dailey ve Wagner, 2001).

Şekil 1 Öykünün Başında ve Sonunda Görülen 303 Numaralı Oda, *Matrix* (1999)

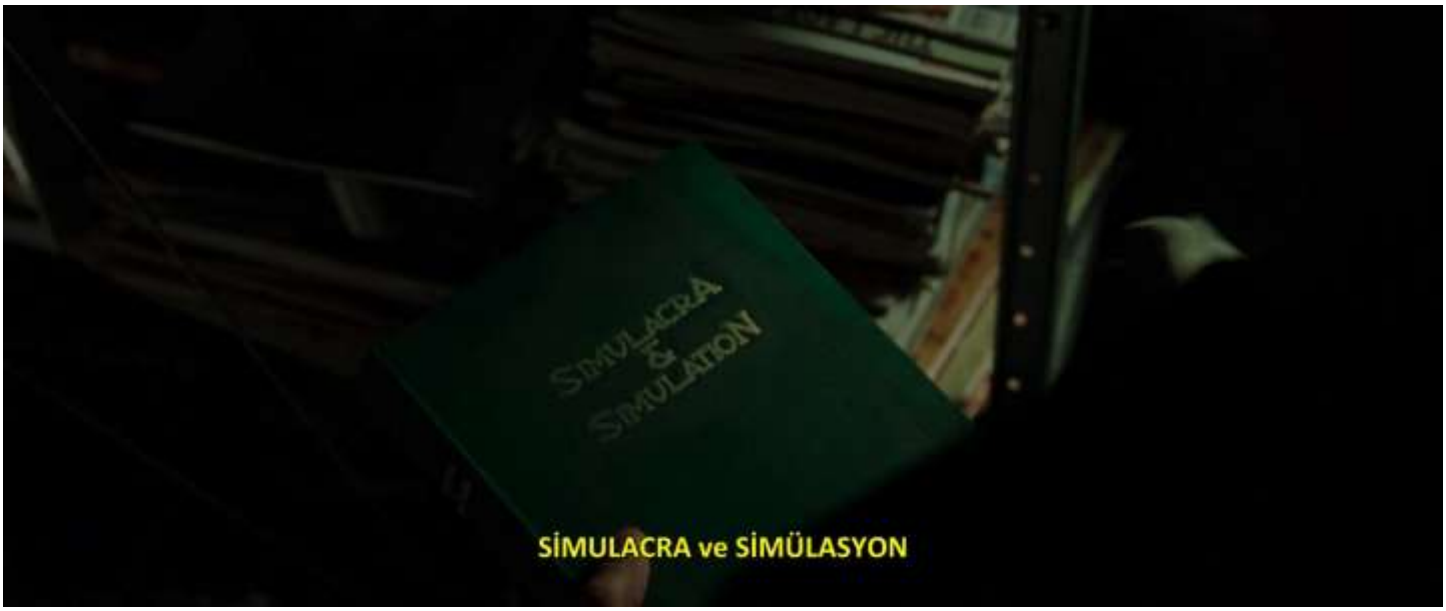
Öyküde 3 rakamına sürekli bir vurgu olduğu görülür. Morpheus, Neo ve Trinity arasında bir üçleme olduğu gibi onların öyküdeki başdüşmanları olan ajanlar da bir üçleme şeklinde var olurlar. Öykü 303 numaralı odada başlar. Trinity'nin filmin başlangıcında bulunduğu 303 numaralı oda, filmin sonunda Neo'nun vurularak öldüğü ve ardından dirildiği yerdir. Hristiyan anlatısına göre İsa Mesih'in 33 yaşında çarmıha gerildiği yönündeki geleneksel kabul de filmde tekrarlanan üçlü sayısal yapı içerisinde düşünülebilir.

Neo (Thomas Anderson), yeni gelen, beklenen ve seçilmiş kişidir. "Neo" adı "yeni" anlamının yanı sıra "One" sözcüğünün harflerinin yeniden düzenlenmesiyle oluşmuştur (Stucky, 2005). Bunun bir manevi yolculuk, yoga/sadhana, inisiyasyon ya da seyr-i sülûk, yani farklı bir gerçekliğe ve hakikate ulaşarak bir kendini gerçekleştirme ve insan-ı kâmil olma öyküsü olduğu düşünüldüğünde kendisinin öyküdeki rolü ilk başta şişya, inisiye veya mürittir. Thomas Anderson (Neo) öykünün başında bir rehbere ihtiyaç duyan kişiyken, anlatının ilerleyen bölümlerinde bir dönüşüm yaşayarak kendini gerçekleştirecek, eşyanın tabiatını kavrayacak, onun ötesine geçerek hakikate ve vahdete erecek, yaratılışın her zerresine ve şifresine, gizemine (Matrix'in yazılım kodlarına vb.) vakıf olacak olan mesihvari bir kurtarıcı figüre dönüşecektir.

Neo'nun Matrix ismi olan Thomas Anderson'ın Hristiyanlıktaki İsa Mesih'in havarilerinden olan Kuşkucu Thomas'tan geldiği düşünülebilir (Stucky, 2005). İsa Mesih'in dirildiğine onu görmeden ve yaralarına dokunmadan inanmayan Havari "Kuşkucu" Thomas ile benzer biçimde, Thomas Anderson da her ne kadar kendisine söylense de tecrübe etmedikçe şüphe eden, tam olarak iman etmeyen bir yapıdadır.

Şekil 2 Bilgisayarda yazan yazı, Matrix (1999)

Thomas Anderson'un bilgisayar başında uyuya kaldığı ve bilgisayarına gelen mesajlarla uyandığı sahnede kendisine yazılan "beyaz tavşanı izle" ifadesi doğrudan Lewis Caroll'un Viktorya dönemi edebiyatı *Alice Harikalar Diyarında* (1865) eserine bir referanstır. Bu öyküde 7 yaşındaki masum bir kız çocuğu olan Alice beyaz bir tavşanı takip eder ve başka bir gerçekliğe açılan tavşan deliğinden içeri girer. Buna benzer şekilde Thomas Anderson da filmde bilgisayarda kendisine söyleneni yaparak omzunda beyaz tavşan dövmesi olan kadını takip ederek Trinity ile buluşma şansını elde eder. Bununla birlikte Jean Baudrillard'ın *Simülakrlar ve Simülasyon* (1981) isimli kitabının başkahraman Thomas Anderson (Neo) tarafından içi oyularak içerisine özel eşyalarını gizlemiş olması filmin anlatısının kitabın içeriği ile paralel olduğu ihtimalini düşündürebilecek bir plandır.



Şekil 3 Filmde Simülakrlar ve Simülasyon (1981) kitabı, Matrix (1999)

Morpheus, Yunan mitolojisinde düş ve rüyalarla ilgili tanrıdır ve uyku tanrısı olan Hypnos'un (Roma: Somnus) oğludur. İsmi Yunanca *morphē* yani şekil, biçim anlamına gelen kelimeden türemiştir (örn: metamorfoz: şekil

değiştirmek, dönüşmek). Morpheus isminin rüyaları oluşturan, şekillendiren şeklinde bir anlamı bulunur ve karakterinin insanları yapay rüyalarla eğiten bir yönü olduğu için film içindeki rolüyle doğrudan örtüşen bir ismi olduğu söylenebilir. Bunun bir manevi yolculuk öyküsü olduğu düşünüldüğünde Morpheus'un öyküdeki rolünün guru, inisiyatör (üstat) veya mürşit (şeyh) olduğu söylenebilir. Morpheus, Thomas Anderson'u bulur, ona inanır ve hakikat yolcusu olmayı teklif ederek ona yol gösterir. Thomas Anderson'ın yolda yürürken geçirdiği dönüşüme, önce Neo sonra da "the One" oluşuna rehberlik edecektir.

Hristiyan anlatısı üzerinden bakıldığında insanların arınmasına ve doğru yolu bulmasına vesile olan ve İsa Mesih'i de arındıran Vaftizci Yahya pozisyonunda görülebileceği ya da Baba, Oğul ve Kutsal Ruh teslis inancındaki üçlemenin Baba figürü olabileceği şeklinde ikonolojik çıkarımlar yapılabilir. Kaptanı olduğu gemisinin ismi de Kudüs'ü ele geçirip Süleyman Mabedini yıkan ve Yahudileri Babil'e süren Yeni Babil imparatoru II. Nebukadnezar'dan gelmektedir.

Şekil 4 Thomas Anderson'un (Neo) büyük ikilemi, Matrix (1999)

Anadolu tasavvuf geleneğinde Yunus Emre ile Hacı Bektaş-ı Veli arasında geçtiği anlatılan bir hikâyede Yunus Emre kendisini ve yakınlarını açlıktan kurtarabilmek için Hacı Bektaş-ı Veli'nin dergahına gelip ondan buğday ister. Hacı Bektaş ise kendisine buğday yani maddiyat yerine nefes vermeyi yani manevi manada yol göstermeyi teklif eder. Yunus Emre'nin düştüğü ikilemde buğday karın doyuracak, maddi ihtiyacı karşılayacaktır, nefes ise belki fiziki bir rahatlık vermeyecektir ancak zorlu bir yolculuktan sonra farklı bir gerçekliğe ulaşmayı sağlayacak ve manevi bir üstünlük sağlayacaktır. Filmin ilerleyen bölümünde Neo'nun içine düştüğü ikilemde de benzer şekilde mavi hap konforlu bir illüzyon içinde hayatta kalıp buğdayla doymayı, kırmızı hap ise zorlu gerçeğin üzerine yürümeyi ve hakikati derin bir nefes gibi içine çekerek bedeli ne olursa olsun uyanmayı temsil edecektir.

Şekil 5 Kâhin'in kapısının üzerindeki "temet nosce" levhası, Matrix (1999)

Oracle (Kâhin), Delfili Pythia ile ilişkilendirilerek anlamlandırılabilecek bir karakterdir. Antik Yunan dünyasında Delphi, Apollon'un en önemli kehanet merkezlerinden biri; Pythia ise burada Apollon adına cezbe ile (bir anlamda vahiy alarak) kehanette bulunan rahibenin unvanıdır. Piton yılanını öldürmesi ile meşhur Apollo tapınağı kadın kahininin kendisinden sonra başka kadınlara görevi devrettiği ve Delfi'nin yaklaşık bin yıl kadar Antik Yunan'daki en önemli kahinlik merkezi olduğu düşünülmektedir. *Temet nosce / Know thyself*, kendini bil (ya da bul), filmin Kâhin ile görüşme sahnesinde Neo'nun karşısına çıkan ve antik Delphi geleneğinin en bilinen özdeyişlerinden birine gönderme yapan ifadedir (Irwin, 2002). Bu ifade Neo'nun kendini gerçekleştirmesinin dışarıdan duyacağı kehanetlerle ya da Matrix'in yapısını kavrayarak olmayacağı, levhada yazdığı gibi kendisini bilebilirse, içine, tabiatına dönebilirse ortaya çıkacağı şeklinde anlaşılabilir.

Şekil 6 Neo kendini gerçekleştirdiğinde evrenin (Matrix'in) sırlarına ermiş olur, Matrix (1999)

Filmin finalinde Neo Matrix'in yüzeydeki görünüşünün ardındaki yapıyı kavramaya başlar ve bu kavrayış ona Matrix'in kurallarını eğip bükebilme gücünü kazandırır. Neo artık yolculuğunu tamamlayarak kendini gerçekleştirmiş, eşyanın sırrına ulaşmış, görünenin ardındaki işleyişi fark etmiştir. Film boyunca seçilmiş kişi olarak beklenen bir kurtarıcı olması, ölmesi, yeniden dirilmesi ve bir kurtarıcıya dönüşmesi gibi unsurlar Hristiyan Mesih anlatısıyla belirgin paralellikler gösterir ve bu alanda yapılan daha önceki analizler de bu sonucu tasdik etmektedir (Ford, 2000; Flannery-Dailey & Wagner, 2001; Stucky, 2005).

SONUÇ

Matrix, farklı dinî, mitolojik ve felsefi geleneklerden beslenen sembolik anlatısını, Neo'nun illüzyondan hakikate ve kendini gerçekleştirmeye uzanan yolculuğu etrafında kurmaktadır. Platon'un mağara alegorisi, Baudrillard'ın simülasyon teorisi ve Hinduizm'deki Maya, görünüş ile hakikat arasındaki ilişkinin farklı yönlerden ele alınmasına imkân verirken; Yahudi-Hristiyan geleneği, Antik Yunan mitolojisi ve tasavvufla ilişkilendirilebilecek semboller de Neo'nun manevi dönüşümünün farklı aşamalarında anlam kazanmaktadır.

Neo'nun Thomas Anderson'dan "The One"a dönüşümü, sadece içinde yaşadığı dünyanın bir simülasyon olduğunu öğrenmesiyle değil, kendisine sunulan hakikati tecrübe etmesi ve kendi tabiatını kavramasıyla gerçekleşmektedir. Neo'nun kırmızı hapı seçişinden sonra başlayan süreçte Morpheus'un rehberliği, Kâhin'in "kendini bil" yönlendirmesi ve Neo'nun filmin sonunda Matrix'in görünüşünün ardındaki yapıyı görmeye başlaması, bu dönüşümün aşamaları olarak görülebilir.

Bununla birlikte filmde tespit edilen benzerlikler, Matrix'in tek bir dinî, mistik ya da felsefi geleneğin sinemasal karşılığı olduğu anlamına gelmez. Çalışmada ele alınan yoga/sadhana, inisiyasyon ve seyr-i sülûk; şişya, inisiye ve mürit ya da guru, inisiyatör ve mürşit gibi kavramlar birbirlerinin doğrudan karşılıkları olarak değil, farklı geleneklerdeki manevi ve düşünsel dönüşüm süreçleri arasında karşılaştırma yapmaya imkân veren kavramlar olarak değerlendirilmiştir. Benzer biçimde filmdeki tasavvufi çağrışımlar da Wachowski'lerin doğrudan tasavvuftan yararlandıklarının göstergesi olarak değil, filmin mistik yapısının tasavvuf bağlamında yorumlanabilmesine olanak sağlayan sembolik paralellikler olarak ele alınmıştır.

Sonuç olarak Matrix'in sembolik anlatısının farklı dönemlerdeki düşünce, kültür ve inanç geleneklerine ait unsurları tek bir anlatı içerisinde bir araya getirerek bunları Neo'nun hakikati arama, kendini bilme ve gerçekleştirme yolculuğunun parçalarına dönüştürmesinden kaynaklandığı söylenebilir. Bu açıdan film, yüzeyde teknolojik bir simülasyondan kurtuluşu anlatan bir bilim kurgu öyküsüyken, görünüşün ardındaki hakikate ulaşma arayışını çağdaş sinemanın görsel araçlarıyla yeniden üreten çok katmanlı bir metin olarak değerlendirilmelidir.

KAYNAKLAR

Baudrillard, J. (2011). *Simülakrlar ve Simülasyon* (O. Adanır, Çev.). Doğu Batı Yayınları. (Orijinal eser 1981'de yayımlanmıştır.)

Carroll, L. (2022). *Alice Harikalar Diyarında* (Ş. Etik, Çev.). Can Yayınları. (Orijinal eser 1865'te yayımlanmıştır.)

Cömert, B. (2006). *Mitoloji ve İkonografi*. De Ki Yayınları.

Cronenberg, D. (Yönetmen). (1999). *Varoluş (eXistenZ)* [Film]. Alliance Atlantis Communications; Serendipity Point Films.

Flannery-Dailey, F., & Wagner, R. L. (2001). Wake up! Gnosticism and Buddhism in *The Matrix*. *Journal of Religion & Film*, 5(2), Article 4. https://doi.org/10.32873/uno.dc.jrf.05.02.04

Ford, J. L. (2000). Buddhism, Christianity, and *The Matrix*: The dialectic of myth-making in contemporary cinema. *Journal of Religion & Film*, 4(2), Article 1. https://doi.org/10.32873/uno.dc.jrf.04.02.01

Güngör, E. (2004). *İslam Tasavvufunun Meseleleri*. Ötüken Neşriyat.

Holbein, H., Genç. (1533). Elçiler [Resim]. The National Gallery, Londra, Birleşik Krallık.

Irwin, W. (Ed.). (2002). *The Matrix and philosophy: Welcome to the desert of the real*. Open Court.

Laist, R. (2011) 'Bullet-Time in Simulation City: revisiting Baudrillard and The Matrix by way of the 'real 1999", *Alphaville: Journal of Film and Screen Media*, 2, pp. 19–33. https://doi.org/10.33178/alpha.2.02.

Oshii, M. (Yönetmen). (1995). *Kabuktaki Hayalet (Ghost in the Shell)* [Film]. Production I.G; Bandai Visual; Manga Entertainment.

Ōtomo, K. (Yönetmen). (1988). *Akira* [Film]. Tokyo Movie Shinsha.

Panofsky, E. (1955). *Meaning in the visual arts: Papers in and on art history*. Doubleday.

Platon. (2005). *Devlet* (C. Saraçoğlu & V. Atayman, Çev.). Bordo Siyah Klasik Yayınlar.

Proyas, A. (Yönetmen). (1998). *Karanlık Şehir (Dark City)* [Film]. New Line Cinema; Mystery Clock Cinema.

Rusnak, J. (Yönetmen). (1999). *13. Kat (The Thirteenth Floor)* [Film]. Columbia Pictures; Centropolis Entertainment.

Salisbury, M. (2019, March 26). The Matrix: How the Wachowskis changed sci-fi. *British Film Institute*. https://www.bfi.org.uk/features/matrix-wachowskis-keanu-reeves

Stucky, M. D. (2005). He is the One: *The Matrix* trilogy's postmodern movie Messiah. *Journal of Religion & Film*, 9(2), Article 7. https://doi.org/10.32873/uno.dc.jrf.09.02.07

Vyasa, K.-D. (2019). *Bhagavad-Gita: Tanrı'nın şarkısı* (M. A. Işım, Çev.). Verka Yayınları.

Weir, P. (Yönetmen). (1998). *The Truman Show* [Film]. Paramount Pictures; Scott Rudin Productions.

Wachowski, L., & Wachowski, L. (Yönetmenler). (1999). *The Matrix* [Film]. Warner Bros.; Village Roadshow Pictures; Groucho II Film Partnership.

ÖZ-SOĞURMA ETKİLERİ DİKKATE ALINARAK BİRLEŞİK CeF_3 KRİSTAL-FOTODETEKTÖR SİSTEMİNİN ELEKTROMANYETİK ENERJİ ÇÖZÜNÜRLÜĞÜNÜN BİR SİMÜLASYON ÇALIŞMASIYLA BELİRLENMESİ

Doç. Dr., Güral AYDIN[1]

[1]Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Fizik Bölümü, Antakya, Hatay/Türkiye

gaydin@mku.edu.tr, **0000-0002-4996-1174**

Özet

Bu çalışmada, Geant4 benzetim programı kullanılarak uzun sintilatörlerin enerji çözünürlüğü üzerinde öz-soğurmanın etkileri CeF_3 sintilatörü özelinde incelenmiştir. Programda, aktif malzeme olarak CeF_3 içeren detektör modülü formunda homojen bir kalorimetre oluşturulmuştur. Daha sonra bu model, sintilatöre bağlanmış foto-detektörlerden oluşan bir detektör sisteminin enerji çözünürlüğünün, üretilen foto-elektron sayısındaki dalgalanmalar ve foto-elektron istatistikleri sonucunda nasıl değiştiğini belirlemek amacıyla kullanılmıştır. 50 MeV ile 1 GeV arasında enerjiye sahip gama ışınları, kristal modülünün merkezine dik olarak yönlendirilmiştir. Çözünürlükler iki farklı sintilasyon fotonu iletim durumu için belirlenmiştir: soğurmanın kendini gösterdiği ölçülen iletim spektrumu durumu ve soğurmanın olmadığı durumu temsil edecek şekilde ölçülen spektrumdan uyarlanan iletim spektrumu. Foton yansımasının enerji çözünürlüğü üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla, sintilatör yüzeylerindeki optik foton yansımasının benzetimi; hem dalga boyuna bağlı Teflon filmin yansıma parametreleri kullanılarak hem de bu değerlerin %5 oranında artırıldığı ayarlar esas alınarak gerçekleştirildi. CeF_3'ün sintilasyon ışık verimi, NaI(Tl) sintilatörünün veriminin (39000 foton/MeV olarak kabul edilerek) yaklaşık %7.3'üne karşılık gelen 2850 foton/MeV olarak alınmıştır. Malzeme, 6.16 g/cm³'lük nispeten yüksek bir yoğunluğa ve 30 ns'lik hızlı bir bozunum süresine sahip olup, ışık veriminin sıcaklığa bağlılığı oldukça düşüktür. Benzetimde kalınlığı 27 cm olarak alınmış; bu değer, kristalin 1.70 cm'lik radyasyon uzunluğu (X0) ile toplamda 15.9 X0'a karşılık gelmektedir. Işık toplama verimliliği ve enerji çözünürlüğü açısından, nispeten düşük demet enerjilerinde durumlar arasında belirgin farklılıklar gözlenmiştir. Ayrıca, uzun sintilatörlerin ışık çıkışında düzensizliğe yol açan ışık soğurulmasının, özel bir kristal yüzey hazırlama ve sarma stratejisiyle belirli ölçüde telafi edilebileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Öz-soğurma, Geant4, Homojen Kalorimetre, Uzun Sintilatör, Enerji Çözünürlüğü.

DETERMINING ELECTROMAGNETIC ENERGY RESOLUTION OF A COMBINED CeF_3-CRYSTAL PHOTODETECTOR SYSTEM WITH A SIMULATION STUDY CONSIDERING SELF-ABSORPTION EFFECTS

Assoc. Prof. Dr., Güral AYDIN[1]

[1]Hatay Mustafa Kemal University, Department of Physics, Antakya, Hatay/Türkiye

gaydin@mku.edu.tr, 0000-0002-4996-1174

Abstract

In this study, the effects of self-absorption upon the energy resolution of long scintillators were examined using the Geant4 simulation program in the specific case of a CeF_3 scintillator. A homogenous calorimeter in the form of a detector module with CeF_3 as an active material was constructed in the program. This model was then used to determine how the energy resolution of a detector system consisting of photodetectors coupled to the scintillator varies as a result of fluctuation in the number of photoelectrons produced and photoelectron statistics. Gamma rays with energies between 50 MeV and 1 GeV were directed to the center of the crystal module with perpendicular incidence. The resolutions were determined in two different scintillation photon transmission cases: that of the measured transmission spectrum where self-absorption manifests itself and that of the transmission spectrum adapted from the measured spectrum to represent the non-absorption state. Optical-photon reflection at the scintillator's surfaces was simulated according to the wavelength-dependent reflection parameters of a Teflon film, as well as with the settings increased by 5% over their original values, so as to determine the effect of photon reflection upon energy resolution. CeF_3's scintillation-light yield was taken as 2850 photon/MeV, which is about 7.3% of that of NaI(Tl) (taken to be 39000 photon/MeV). It has a relatively high density of 6.16 g/cm^3, a fast decay time of 30 ns, and its light yield temperature dependence is quite small. In the simulation, its thickness was taken as 27 cm, corresponding to 15.9 X0 with a radiation length of 1.70 cm of the crystal. Significant differences were seen between the states at relatively low beam energies in terms of light collection efficiency and energy resolution. It was also concluded that light absorption, which causes non-uniformity in the light output of long scintillators, could be compensated with a special crystal-surface-preparation and wrapping strategy for a certain extent.

Keywords: Self-absorption, Geant4, Homogenous Calorimeter, Long Scintillator, Energy Resolution.

13 MART 2026 NİKSAR DEPREMİ ARTÇI ŞOK DİZİSİNİN ZAMANSAL VE MEKANSAL ANALİZİ

Dr. Burçin Didem Tamtaş [1]

[1]Istanbul University-Cerrahpasa, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, burcin.tamtas@iuc.edu.tr, ORCID ID:0000-0001-7713-5067

Özet

13 Mart 2026 Niksar depremi, Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun yapısal olarak karmaşık bir kesiminde meydana gelmiştir. Haritalanmış doğrultu atımlı fay kolları, havza sınırlayıcı yapılar ve ikincil faylar, kaynak geometrisi açısından birden fazla olası yönelim sunmaktadır. Artçı şok dizisi, katalog tamlığı ile sismolojik yorumun birbirinden ayrıldığı bir yaklaşım çerçevesinde incelenmiştir. Ana şok sonrasında 30 km yarıçapında seçilen veri seti, 79,87 günlük sürede 247 deprem içermektedir. 2026 dizisi için korunumlu katalog tamlık eşiği Mc = 1,8 olarak belirlenmiş ve maksimum olabilirlik yöntemiyle Gutenberg–Richter b-değeri 0,875 ± 0,066 olarak hesaplanmıştır. Zamana bağlı b-değerleri, 20 olaylık adımlarla ilerleyen 60 olaylık örtüşen pencerelerde ve yalnızca ML ≥ 2,0 olan depremler kullanılarak hesaplanmış; istatistiksel olarak güvenilir bir zamansal değişim ortaya konulamamıştır. Değiştirilmiş Omori–Utsu yasasının maksimum olabilirlik uyumu, t ≥ 0,05 gün için p = 1,400 ve c = 0,269 gün değerlerini vermiştir; p için bootstrap ile kalibre edilmiş olabilirlik oranı aralığı 1,134–1,786 olarak belirlenmiştir. Önceden tanımlanan medyan–MAD ölçütü 227 olayı (%91,9) merkezi çekirdek içerisinde tutmuştur. Çekirdeğin yatay PCA azimutu 21,6° (%95 bootstrap aralığı: 11,1–30,5°) olup yatay varyansın %71,0'ını açıklamaktadır; radyal uzaklıkları koruyan izotropik sıfır model altında yapılan test $p < 10^{-4}$ sonucunu vermiştir. Çekirdek doğrultusu ile odak mekanizmasının düğüm düzlemlerinden biri arasındaki nominal eksenel azimut farkı 3,4°'dir. Sabit 5 km yarıçapında tanımlanan MTA haritalanmış fay kümesinin uzunluk ağırlıklı eksenel ortalaması yaklaşık 110° olup diğer düğüm düzlemiyle arasındaki nominal fark 5,0°'dir. Bu farklar betimleyici nitelikte olup odak mekanizması ve fay haritalama belirsizliklerinin yayılımını içermemektedir. Yaklaşık dik artçı şok ve haritalanmış fay yönelimleri, birbirini tamamlayan ancak kaynak geometrisini tekil olarak belirlemeyen geometrik kısıtlar sağlamaktadır. Bu sonuçlar, yapısal olarak bölümlenmiş doğrultu atımlı havzalarda artçı şok uzanımının haritalanmış fay doğrultusuyla otomatik olarak özdeşleştirilmemesi gerektiğine işaret etmektedir.

Anahtar Kelimeler: 13 Mart 2026 Niksar depremi, Kuzey Anadolu Fay Zonu, Artçı şok.

TEMPORAL AND SPATIAL ANALYSIS OF THE AFTERSHOCK SEQUENCE OF THE 13 MARCH 2026 NIKSAR EARTHQUAKE

Dr. Burçin Didem Tamtaş [1]

[1]Istanbul University-Cerrahpasa, Faculty of Engineering, Department of Geophysical Engineering,

burcin.tamtas@iuc.edu.tr, ORCID ID:0000-0001-7713-5067

Abstract

The 13 March 2026 Niksar earthquake occurred within a structurally complex part of the North Anatolian Fault Zone, where mapped strike-slip fault strands, basin-bounding structures, and secondary faults provide several plausible source orientations. We analyse the aftershock sequence that explicitly separates catalogue completeness from seismological interpretation. The 30-km post-mainshock parent set contains 247 earthquakes over 79.87 days. For the 2026 sequence, a conservative catalogue completeness threshold of Mc = 1.8 was adopted, and the maximum-likelihood Gutenberg–Richter b-value was estimated as 0.875 ± 0.066. Temporal b-values were estimated using overlapping 60-event windows advanced by 20 events, considering only earthquakes with ML ≥ 2.0; no statistically robust systematic temporal change was resolved. Maximum-likelihood fitting of the modified Omori–Utsu law gives p = 1.400 and c = 0.269 d for t ≥ 0.05 d, with a bootstrap-calibrated likelihood-ratio interval for p of 1.134–1.786. A predefined median–MAD criterion retains 227 events (91.9%) within a central core. The horizontal PCA azimuth of the core is 21.6° (95% bootstrap interval: 11.1–30.5°), explaining 71.0% of the horizontal variance; a radial-distance-preserving isotropic null-model test gives $p < 10^{-4}$. The nominal axial azimuthal difference between the core orientation and one nodal plane of the focal mechanism is 3.4°. The fixed 5-km MTA mapped-fault set has a length-weighted axial mean of approximately 110°, with a nominal 5.0° difference from the other nodal plane. These differences are descriptive and do not incorporate propagated uncertainties in the focal mechanism or fault mapping. The approximately orthogonal aftershock and mapped-fault orientations therefore provide complementary, but not uniquely resolving, geometric constraints on the source geometry. These results indicate that, in structurally partitioned strike-slip basins, aftershock elongation should not be automatically equated with the strike of a mapped fault.

Keywords: The 13 March 2026 Niksar earthquake, North Anatolian Fault Zone, aftershock.

EXPLICIT FEKETE POINTS ON POLYNOMIAL LEMNISCATES

Dr. Öğretim Üyesi, Gökalp ALPAN

Sabancı Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Matematik,

gokalp.alpan@sabanciuniv.edu, ORCID ID: 0000-0002-8141-1690

Abstract

We investigate Fekete points on polynomial lemniscates in the complex plane, with an emphasis on explicit configurations and their connection with polynomial interpolation. A Fekete set maximizes the product of all pairwise distances among a prescribed number of points in a compact set. We recall two classical examples: a real interval, where the nodes consist of the endpoints and the zeros of a Legendre polynomial's derivative, and the unit circle, where they form a regular polygon. The circle configurations are unique only up to rotation.

We then consider the compact region defined by $|z^d - c| \leq 1$, where d is an integer at least two and c is positive. For each fixed choice of these parameters, we investigate the placement of exactly 2d points. All configurations in the region are allowed, without an assumption of symmetry or boundary placement.

We describe an explicit formula for the unique maximizing configuration. The nodes lie on the boundary and are the roots of a polynomial of degree 2d whose coefficients are determined by a quadratic equation. For $d = 2$, they form a rectangle. We discuss this example and give the corresponding maximal product of distances.

We use polynomial interpolation to study these configurations and to establish their maximizing property. We also discuss the role of the resulting points in interpolation and compare the lemniscate examples with the classical interval and circle cases. These examples illustrate how the shape of a set can affect its Fekete points.

Anahtar Kelimeler: Fekete Points, Polynomial Lemniscates, Polynomial Interpolation, Reproducing Kernels

DARPA SUBOFF DENİZALTI GÖVDESİ ETRAFINDAKİ YÜKSEK REYNOLDS SAYILI AKIŞIN HESAPLAMALI AKIŞKANLAR DİNAMİĞİ YÖNTEMİYLE İNCELENMESİ

Öğr. Gör., Melik Buğra YEŞİL 1/ Dr. Öğr. Üyesi, Mustafa SÖYLER 2/ Prof. Dr., Bülent YANIKTEPE 3

1Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Düziçi MYO, Raylı Sistemler Mak. Tek. Programı, melikbugrayesil@osmaniye.edu.tr, 0000-0002-4668-6787

2Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği, mustafasoyler@osmaniye.edu.tr, 0000-0003-4767-5825

3Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği, byaniktepe@osmaniye.edu.tr, 0000-0001-8958-4687

Özet

Bu çalışmada, eklentisiz DARPA SUBOFF (AFF-1) çıplak gövdesi etrafındaki akış, gövde uzunluğuna dayalı $Re = 1.33 \times 10^7$ Reynolds sayısı ve $\alpha = 0°$ hücum açısı koşullarında hesaplamalı akışkanlar dinamiği (HAD) yöntemiyle incelenmiştir. Çözümler ANSYS Fluent ortamında, kararlı RANS denklemleri ve SST k–ω türbülans modeli kullanılarak gerçekleştirilmiş olup sayısal ağ çokyüzlü hacim hücreleri ve gövde çevresinde $y^+ < 5$ koşulunu sağlayan prizmatik sınır tabaka katmanlarından oluşturulmuştur. Sayısal yöntemin doğruluğu, hesaplanan direnç kuvvetinin (86.2 N) deneysel değerle (87.4 N) karşılaştırılmasıyla değerlendirilmiş ve bağıl hata %1.37 olarak bulunmuştur. Simetri düzlemindeki hız konturları, burunda bir durma bölgesi, burundan paralel orta gövdeye geçiş bölgesinde serbest akım hızının yaklaşık %10 üzerine çıkan yerel bir hızlanma, paralel orta gövde boyunca serbest akıma yakın bir dış akım ve kuyruk konisinde ters basınç gradyenine bağlı belirgin bir yavaşlama ile kuyruk gerisinde hızın kademeli olarak toparlandığı bir iz bölgesi olduğunu göstermiştir. Gövde boyunca kapalı bir geri akış bölgesi gözlenmemiştir. x/L = 0.15, 0.30, 0.50, 0.70 ve 0.85 kesitlerinde çıkarılan boyutsuz eksenel hız profillerinden, $U_x/U_\infty = 0.99$ ölçütüne göre sınır tabaka kalınlıkları sırasıyla 6.5, 14.7, 25.1, 30.0 ve 73 mm olarak belirlenmiştir. Orta gövdede sınır tabaka yaklaşık doğrusal olarak (≈0.9 mm/100 mm) kalınlaşırken, kuyruk bölgesinde ise bu oranın yaklaşık yedi kat arttığı belirlenmiştir (≈6.6 mm/100 mm). x/L = 0.85 kesitinde negatif eksenel hızın görülmemesi, bu kesitte ters akış bölgesinin oluşmadığını göstermektedir. Yüksek Reynolds sayılarında deneysel çalışmaların zaman alıcı ve maliyetli olması nedeniyle, elde edilen sonuçlar SUBOFF gövdesi üzerindeki sınır tabaka gelişimini nicel olarak tanımlayan referans niteliğinde bir sayısal veri seti sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: DARPA SUBOFF, HAD, RANS, SST k–ω, Sınır Tabaka Kalınlığı

INVESTIGATION OF HIGH REYNOLDS NUMBER FLOW AROUND THE DARPA SUBOFF SUBMARINE HULL USING COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS METHOD

Lecturer, Melik Buğra YEŞİL 1/ Assist. Prof., Mustafa SÖYLER 2/ Prof. Dr., Bülent YANIKTEPE 3

1Osmaniye Korkut Ata University Düziçi Vocational School, Rail Systems Technology. Tech. Program, melikbugrayesil@osmaniye.edu.tr, 0000-0002-4668-6787

2Osmaniye Korkut Ata University Faculty of Engineering and Natural Sciences, Energy Systems Engineering, mustafasoyler@osmaniye.edu.tr, 0000-0003-4767-5825

3Osmaniye Korkut Ata University Faculty of Engineering and Natural Sciences, Energy Systems Engineering, byaniktepe@osmaniye.edu.tr, 0000-0001-8958-4687

Abstract

In this study, the flow around the appendage-free DARPA SUBOFF (AFF-1) bare hull was investigated using computational fluid dynamics (CFD) at a hull-length-based Reynolds number of $Re = 1.33 \times 10^7$ and an angle of attack of $\alpha = 0°$. The simulations were performed in ANSYS Fluent using the steady Reynolds-averaged Navier–Stokes (RANS) equations together with the SST k–ω turbulence model. The computational mesh consisted of polyhedral volume cells and prismatic boundary-layer cells near the hull, with y^+ maintained below 5. The accuracy of the numerical method was evaluated by comparing the calculated drag force (86.2 N) with the experimental value (87.4 N), and the relative error was found to be 1.37%. The velocity contours in the symmetry plane revealed a stagnation region at the nose, a local acceleration to approximately 10% above the free-stream velocity while progressing toward the parallel mid-body in the nose region, an external flow close to the free stream along the parallel mid-body, and a wake region forming behind the tail due to a significant deceleration caused by the adverse pressure gradient at the tail cone. No closed recirculation region was observed along the body. From the dimensionless axial velocity profiles extracted at the sections x/L = 0.15, 0.30, 0.50, 0.70, and 0.85, the boundary layer thicknesses were determined to be 6.5, 14.7, 25.1, 30.0, and 73 mm, respectively, according to the criterion $U_x/U_\infty = 0.99$. In the mid-body, the boundary layer thickens approximately linearly (≈0.9 mm/100 mm), while in the tail region, this rate increases by about seven times (≈6.6 mm/100 mm). The absence of negative axial velocity at the x/L = 0.85 section indicates that there is no reverse flow region at this section. Due to the time-consuming and costly nature of experimental studies at high Reynolds numbers, the obtained results provide a reference numerical dataset that quantitatively describes the boundary layer development on the SUBOFF hull.

Keywords: DARPA SUBOFF, CFD, RANS, SST k–ω, Boundary Layer Thickness

GİRİŞ

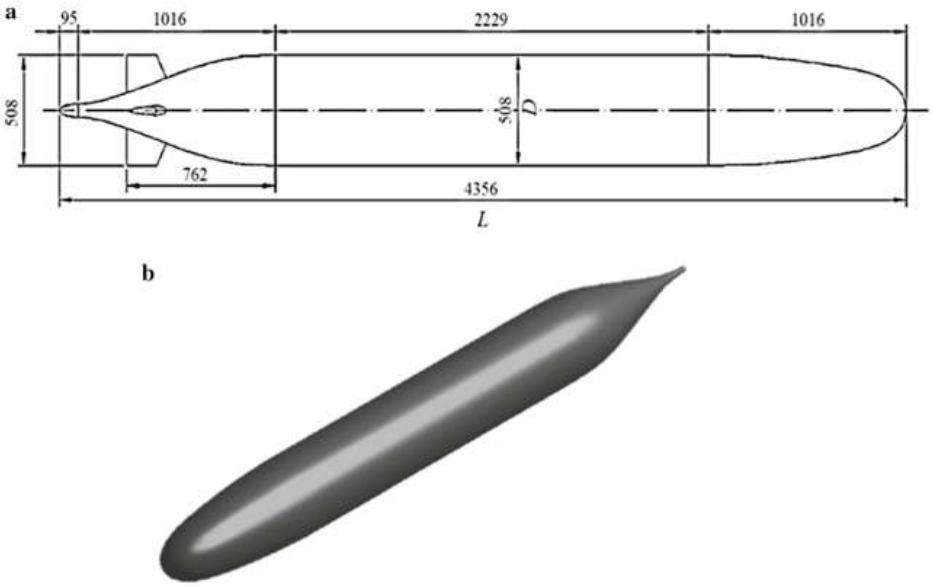
Hava araçlarında olduğu gibi, su altı araçlarının tasarımında da araç çevresindeki akış yapısı performansı doğrudan etkiler. Su altı araçlarına ait hidrodinamik katsayıların doğru şekilde belirlenmesi, manevra yeteneğini artırmak, enerji tüketimini azaltmak ve acil durumlarda güvenli kontrol sağlamak için gereklidir. Hidrodinamik katsayılar hem deneysel hem de sayısal yöntemlerle elde edilebilir. Ancak deneylerde, ölçekli modeller kullanıldığından gerçek Re (Reynolds) sayısına ulaşılamaması, modeli sabitlemek için kullanılan aparatlar ve ölçüm belirsizlikleri gibi nedenlerle deneysel hatalardan doğruluk sınırlı olmaktadır. Deneysel çalışmalar maliyetli ve zaman alıcıdır, bu da onları tasarımın erken aşamalarında tercih edilmemektedir. Bu yüzden HAD (Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği) yöntemleri öne çıkmaktadır. Mühendislikte, deneyler genelde HAD sonuçlarını doğrulamak için kullanılırken, HAD yöntemleri deneylerin tasarımına da katkı sağlar. İki yöntem birlikte kullanıldığında birbirlerini tamamlamaktadır. SUBOFF geometrisi, su altı araçlarına yönelik HAD çalışmalarında yaygın bir referans modeldir. Divsalar (2020), çıplak gövdenin burun, orta gövde ve kuyruk biçimlerinin hidrodinamik performansa etkisini; Atik (2021) ise farklı kayma açıları ve türbülans modellerinin moment katsayılarına etkisini incelemiştir. Wang vd. (2019) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, SUBOFF AFF-8 modeli üzerinde yer alan eklentilerin boyut ve konumlarının sürükleme kuvveti üzerindeki etkileri HAD yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Çalışma kapsamında, sürükleme kuvvetini azaltmaya yönelik bir optimizasyon süreci yürütülmüş ve optimizasyon sonucunda HAD tabanlı simülasyonlarla sürükleme kuvvetinde %6 oranında bir azalma elde edildiği belirlenmiştir. Kılavuz vd. (2022) ve Sarigiguzel vd. (2022) tarafından serbest yüzeye yakın torpedo benzeri sualtı araç geometrisinde HAD, PIV ve boya görselleştirme sonuçlarını karşılaştırarak dalma oranının akış simetrisi ve kuvvetler üzerindeki etkisi gösterilmiştir.

Bu çalışmada, eklentisiz DARPA SUBOFF çıplak gövde etrafındaki akış, $Re = 1.33 \times 10^7$ ve $\alpha = 0°$ koşullarında kararlı RANS yaklaşımı kullanılarak incelenmiştir. Hız dağılımları ve gövde çevresindeki akış yapısı değerlendirilmiş; seçili x/L kesitlerinde boyutsuz eksenel hız profilleri üzerinden sınır tabaka kalınlıkları (δ) belirlenmiştir. Deneysel çalışmaların yüksek Reynolds sayılarında maliyetli ve zaman alıcı olması nedeniyle, SUBOFF gövdesinin eksenel akış koşullarındaki sınır tabaka gelişimine ilişkin temel bir sayısal veri seti oluşturulmuştur.

2. MATERYAL ve METOT

2.1. Model Tanımı

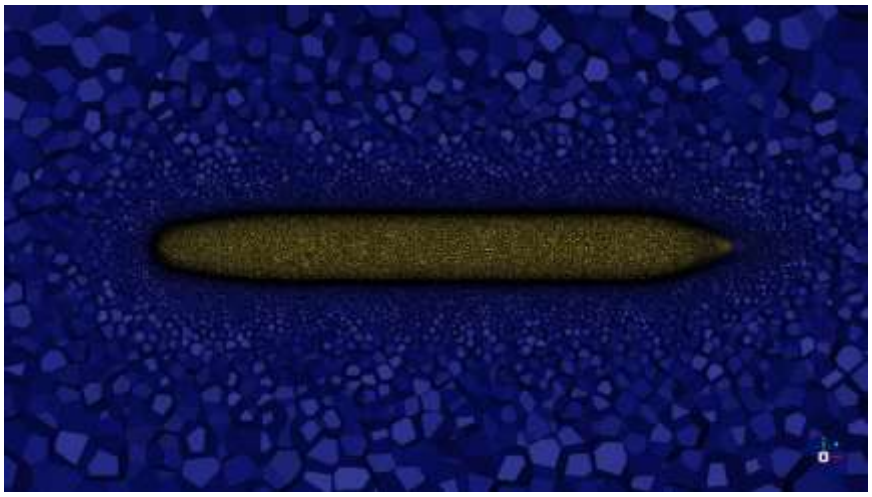
DARPA SUBOFF AFF-1 çıplak gövdesi CAD ortamında modellenmiştir. Modelin toplam uzunluğu L = 4356 mm, en büyük çapı D = 508 mm'dir. Temel boyutlar ve üç boyutlu geometri Şekil 1'de verilmiştir (Divsalar, 2020).



Şekil 1: a) DARPA SUBOFF modelinin temel boyutları (mm) **b)** SUBOFF çıplak gövde modelinin üç boyutlu görünümü. (Divsalar, 2020).

2.2. Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği Analizi

Geometri ANSYS ortamına aktarılmış, sayısal ağ ANSYS Fluent Meshing ile oluşturulmuş ve çözümler ANSYS Fluent'te gerçekleştirilmiştir. Akış, basınca dayalı çözücü ve kararlı RANS denklemleri kullanılarak; türbülans modeli olarak ise SST k–ω modeliyle modellenmiştir. Sayısal ağ; yapısal olmayan üçgen yüzey elemanları, çokyüzlü hacim hücreleri ve gövde çevresindeki prizmatik sınır tabaka katmanlarından oluşturulmuştur. Duvar yakınındaki çözünürlük $y^+ < 5$ olacak şekilde düzenlenmiş ve minimum orthogonal quality değeri 0.15'in üzerinde tutulmuştur. Ağ bağımsızlığı analizi sonucunda, yaklaşık 5.5 milyon hücreden oluşan ağ yapısı nihai hesaplamalar için seçilmiş ve Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2: Sayısal Ağ Yapısı

Sınır koşulları

Hesaplama bölgesinde giriş yüzeyi ve dış duvarlar gövde yüzeyinden 2L, çıkış yüzeyi ise 4L uzaklıkta konumlandırılmıştır. Girişte U_∞ = 3.05 m/s sabit hız, çıkışta 0 Pa bağıl basınç tanımlanmıştır. SUBOFF yüzeyine kaymaz duvar, dış sınırlara ise serbest kayma koşulu uygulanmıştır. Sınır koşulları Tablo 1'de özetlenmiştir.

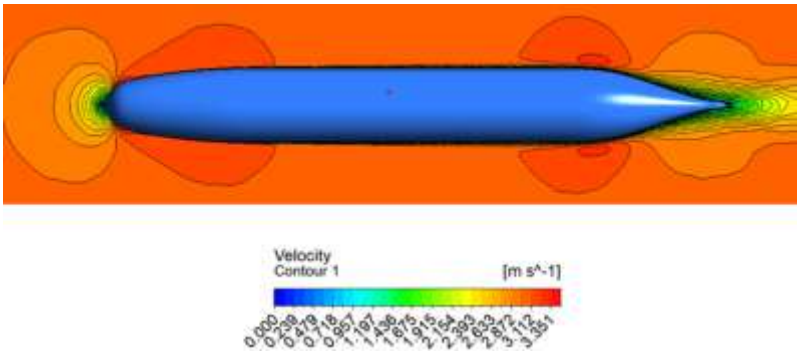
Tablo 1: Sınır koşulları ayrıntıları

Yüzey	**Sınır Şartı**	**Parametre**	**Değer**
Inlet	Velocity Inlet	Velocity (m/s)	3.05
Outlet	Pressure Outlet	Relative Pressure (Pa)	0
SUBOFF	Wall	No-Slip Wall	-
Walls	Wall	Free-Slip Wall	-

Türbülanslı akışın modellenmesinde, duvar yakınındaki akış ve ters basınç gradyenleri altındaki performansı nedeniyle SST k–ω modeli tercih edilmiştir (Menter, 1994). Bu modelin SUBOFF geometrisine yönelik önceki sayısal çalışmalarda da kullanılmış ve değerlendirilmiş olması model seçimini desteklemektedir (Divsalar, 2020; Atik, 2021; Kim vd., 2024). Çalışma akışkanı olarak su kullanılmış; yoğunluk ve dinamik viskozite değerleri ANSYS Fluent malzeme veri tabanındaki *water-liquid* özelliklerine uygun olarak sırasıyla ρ = 998.2 kg/m^3 ve μ=1.003×10^{-3} Pas olarak tanımlanmıştır. Sayısal çözümde basınca dayalı çözücü ve basınç-hız bağlaşımı için COUPLED algoritması kullanılmış; gradyanlar Least-Squares Cell-Based yöntemiyle hesaplanmıştır. İteratif yakınsama ölçütü olarak artık değerlerin 10^{-6} mertebesinde bir yakınsama kriteri tanımlanmıştır. Sayısal yöntemin doğruluğunu değerlendirmek amacıyla hesaplanan direnç kuvveti, Liu ve Huang'ın (1998) deneysel verisiyle karşılaştırılmıştır. İlgili akış koşulunda deneysel direnç kuvveti 87.4 N, mevcut HAD analizinden elde edilen değer ise 86.2 N olarak belirlenmiştir. Deneysel ve sayısal sonuçlar arasındaki bağıl hata %1.37 olarak bulunmuştur. Bu sonuç, uygulanan sayısal yöntemin incelenen akış koşulundaki direnç kuvvetini deneysel veriyle uyumlu biçimde tahmin ettiğini göstermektedir.

3. BULGULAR

SUBOFF çıplak gövdesi çevresindeki akış yapısı, Re = 1.33 × 10^7 ve α = 0° koşullarında öncelikle simetri düzlemindeki hız büyüklüğü konturları üzerinden nitel olarak değerlendirilmiş; ardından x/L = 0.15–0.85 aralığındaki beş kesitte çıkarılan boyutsuz eksenel hız profillerinden sınır tabaka kalınlıkları nicel olarak belirlenmiştir.

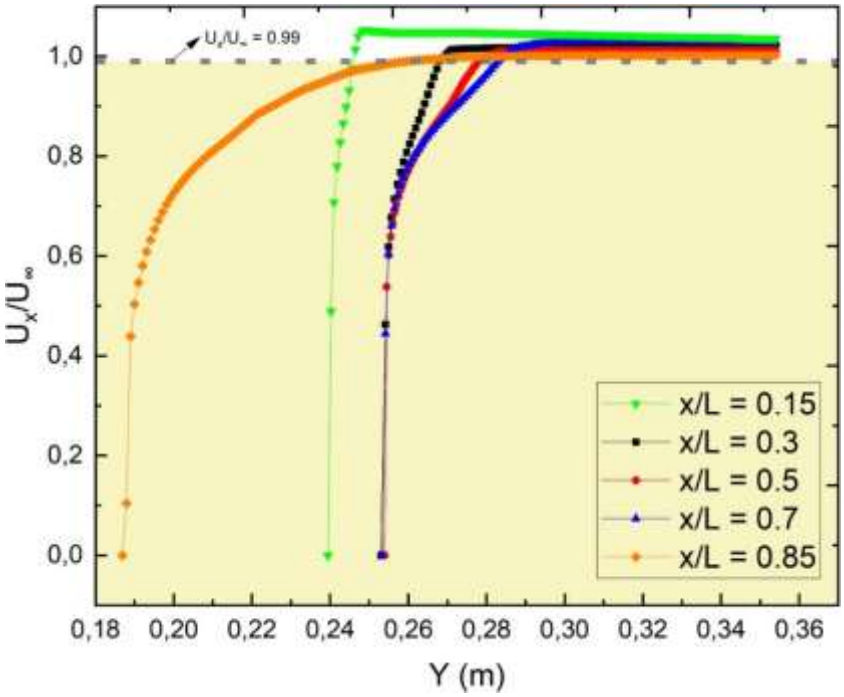


Şekil 3: Re = 1.33 × 10^7 ve α = 0° akım koşullarında SUBOFF çıplak gövde modeli etrafındaki hız büyüklüğü kontur dağılımı (simetri düzlemi).

Şekil 3'te $Re = 1.33 \times 10^7$ ve $\alpha = 0°$ akım koşullarında SUBOFF çıplak gövde modeli etrafındaki hız büyüklüğü dağılımı gösterilmektedir. Burun ucunda serbest akımın gövde yüzeyiyle dik olarak karşılaşması sonucu hız büyüklüğünün sıfıra yaklaştığı bir durma (stagnasyon) bölgesi oluşmaktadır; bu bölgede akışkanın kinetik enerjisi basınç enerjisine dönüşmekte ve gövde üzerindeki en yüksek statik basınç burada ortaya çıkmaktadır. Durma noktasından itibaren akış, burun eğriliği boyunca elverişli (negatif) basınç gradyeninin etkisiyle hızlanmakta ve burundan paralel orta gövdeye doğru ilerledikçe serbest akım hızının üzerine çıkmaktadır; kontur ölçeğindeki en yüksek hız değeri (≈ 3.35 m/s) U_∞ değerinin yaklaşık %10 üzerindedir. Bu yerel hızlanma, Şekil 4'teki $x/L = 0.15$ profilinde sınır tabaka dışındaki hızın $U_x/U_\infty \approx 1.05$ seviyesine ulaşmasıyla da tutarlıdır. Paralel orta gövde boyunca ($x/L \approx 0.25$–0.75) dış akım hızı serbest akım değerine yakın seyretmekte, gövde boyunca basınç gradyeni yaklaşık sıfır olmakta ve gövdeye bitişik düşük hızlı tabaka akış yönünde kademeli olarak kalınlaşmaktadır. Kuyruk bölgesinde gövde çapının daralmasıyla birlikte dış akım yavaşlamakta ve gövde yüzeyi ters (pozitif) basınç gradyenine maruz kalmaktadır. Bunun sonucunda yüzeye yakın düşük hızlı bölge belirgin biçimde kalınlaşmakta ve kuyruk ucunun gerisinde, akım yönünde giderek toparlanan bir hız açığı (iz bölgesi) oluşmaktadır. Kontur dağılımında kuyruk ucuna kadar kapalı bir geri akış bölgesinin görülmemesi, incelenen Reynolds sayısında akışın gövde boyunca büyük ölçüde yüzeye tutunmuş kaldığını göstermektedir. Bu davranış, $\alpha = 0°$ koşulunda SUBOFF çıplak gövdesi için literatürde bildirilen bulgularla uyumludur (Liu ve Huang, 1998; Divsalar, 2020). Seçili kesitlerdeki eksenel hız (U_x) profilleri, gövde yüzeyinden dış akıma doğru yüzeye dik (radyal) doğrultular boyunca çıkarılmıştır. Sınır tabaka kalınlığı δ, $U_x/U_\infty = 0.99$ koşulunun yüzeyden itibaren ilk sağlandığı noktanın yüzeye olan uzaklığı olarak tanımlanmıştır. Elde edilen δ değerleri ve bunların gövde uzunluğuna oranı Tablo 2'de, boyutsuz hız profilleri ise Şekil 4'te verilmiştir. Şekil 4'te yatay eksen (Y) gövde eksenine olan radyal uzaklığı göstermekte olup her profilin başlangıç noktası ilgili kesitteki yerel gövde yarıçapına karşılık gelmektedir.

Tablo 2: Seçili boyuna kesitlerde δ sınır tabaka kalınlığı

x/L	0.15	0.30	0.50	0.70	0.85
***δ* (mm)**	6.5	14.7	25.1	30.0	73
***δ/L* (%)**	0.15	0.33	0.57	0.69	1.68



Şekil 4: Seçili x/L kesitlerinde boyutsuz eksenel hız profilleri ve $U_x/U_\infty = 0.99$ sınırı.

Tablo 2 ve Şekil 4 birlikte değerlendirildiğinde, δ değerinin $x/L = 0.15$'te 6.5 mm iken $x/L = 0.30$, 0.50 ve 0.70 kesitlerinde sırasıyla 14.7, 25.1 ve 30.0 mm'ye yükseldiği görülmektedir. Orta gövde boyunca sınır tabaka, sıfıra yakın basınç gradyeni altında gelişen türbülanslı düz levha sınır tabakasına benzer biçimde, akış yönünde yaklaşık doğrusal bir oranla ($x/L = 0.30$–0.70 aralığında) kalınlaşmaktadır. Bu üç kesite ait profillerin birbirine yakın ve dolgun şekilli olması, sınır tabakanın tam gelişmiş türbülanslı karakterde olduğunu ve ters basınç gradyeninin bu bölgede henüz etkili olmadığını göstermektedir. $x/L = 0.85$'te sınır tabaka kalınlığı 73 mm'ye ulaşarak L'nin %1.68'ine karşılık gelmekte ve $x/L = 0.70$ kesitine göre yaklaşık 2.4 kat artmaktadır. Bu ani artış, kuyruk konisinde gövde çapının azalmasıyla oluşan ters basınç gradyeninin duvar yakınındaki akışkanı yavaşlatması ve enine eğrilik etkisiyle sınır tabakanın daralan yarıçap etrafında radyal yönde yayılmasıyla açıklanmaktadır. Bununla birlikte profilde negatif eksenel hız değerinin görülmemesi, bu kesitte ters akış bölgesinin oluşmadığını akışın kalınlaşmış bir sınır tabaka ile yüzeye tutunmuş olarak kuyruğa doğru ilerlediğini göstermektedir. Şekil 4'te ayrıca tüm kesitlerde sınır tabaka dışındaki hızın $U_x/U_\infty = 1$'in bir miktar üzerinde (≈ 1.01–1.05) seyrettiği dikkat çekmektedir. Bu durum gövdenin etkisiyle dış akımın yerel olarak hızlanmasından kaynaklanmakta olup, sınır tabaka kalınlığının serbest akım hızı yerine yerel dış akım hızı (U_e) esas alınarak tanımlanması durumunda δ değerlerinin bir miktar daha büyük bulunacağına işaret etmektedir.

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada DARPA SUBOFF AFF-1 çıplak gövdesi çevresindeki akış, $Re = 1.33 \times 10^7$ ve $\alpha = 0°$ koşullarında kararlı RANS/SST k–ω yaklaşımıyla sayısal olarak incelenmiştir. Hesaplanan direnç kuvveti (86.2 N), Liu ve Huang (1998) tarafından raporlanan deneysel değerle (87.4 N) %1.37 bağıl hata ile uyum göstermiş; bu uyum, kullanılan ağ yapısının ve çözüm ayarlarının incelenen koşul için yeterli doğrulukta olduğunu ortaya koymuştur. Hız konturları burunda bir durma bölgesi, burun bölgesinden paralel gövdeye doğru ilerlerken serbest akım hızının yaklaşık %10 üzerine çıkan yerel bir hızlanma, paralel orta gövde boyunca serbest akım hızına yakın bir dış akım ve kuyruk konisinde ters basınç gradyenine bağlı belirgin bir yavaşlama ile kuyruk gerisinde aşağı akım yönünde toparlanan bir iz bölgesi ortaya koymuştur. Gövde boyunca kapalı bir geri akış bölgesi gözlenmemiştir.Sınır tabaka kalınlığı $x/L = 0.15$–0.85 aralığında 6.5 mm'den 73 mm'ye (L'nin %0.15'inden

%1.68'ine) yükselmiştir. Orta gövdede kalınlaşma yaklaşık doğrusal iken (≈ 0.9 mm / 100 mm), kuyruk bölgesinde kalınlaşma oranı yaklaşık yedi kat artmıştır (≈ 6.6 mm / 100 mm). x/L = 0.85 kesitinde eksenel hızın negatif değer almaması, bu kesitte ters akış oluşmadığını göstermektedir. Elde edilen sonuçlar, yüksek Reynolds sayısında SUBOFF gövdesi üzerindeki sınır tabaka gelişiminin nicel olarak belirlenmesine olanak sağlamaktadır. Gelecek çalışmalarda sınır tabaka kalınlığının yerel dış akım hızına göre tanımlanması; yer değiştirme ve momentum kalınlıkları ile şekil faktörünün hesaplanması; $x/L > 0.85$ kesitlerinde duvar kayma gerilmesi dağılımı üzerinden olası ayrılma eğiliminin değerlendirilmesi planlanmaktadır. Ayrıca çalışmanın farklı hücum açıları ve eklentili (AFF-8) konfigürasyonlar için genişletilmesi, hidrodinamik katsayıların belirlenmesine yönelik kapsamlı bir veri tabanı oluşturulmasına katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

Atik, H. (2021). Türbülans modellerinin DARPA SUBOFF statik sürükleme testi üzerinden incelenmesi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, *37*(3), 1509-1522. DOI: https://doi.org/10.17341/gazimmfd.748378.

Divsalar, K. (2020). Improving the hydrodynamic performance of the SUBOFF bare hull model: a CFD approach. *Acta Mechanica Sinica*, *36*(1), 44-56. DOI: https://doi.org/10.1007/s10409-019-00913-7.

Huang, T. T., Liu, H. L., Groves, N. C., Forlini, T. J., Blanton, J. N., & Gowing, S. (1992). Measurements of flows over an axisymmetric body with various appendages in a wind tunnel: the DARPA SUBOFF experimental program. *Proceedings of the 19th Symposium on Naval Hydrodynamics*, Seoul, Korea.

Kilavuz, A., Ozgoren, M., Kavurmacioglu, L. A., Durhasan, T., Sarigiguzel, F., Sahin, B., ... & Yaniktepe, B. (2022). Flow characteristics comparison of PIV and numerical prediction results for an unmanned underwater vehicle positioned close to the free surface. *Applied Ocean Research*, *129*, 103399. DOI: 10.1016/j.apor.2022.103399.

Kim, S., Chang, K., Lee, S. W., Kim, M., Yoon, J., & Ryu, J. (2024). Numerical study of hydrodynamic drag effects of streamwise riblet structures on SUBOFF bare hull model. *Ocean Engineering*, *310*, 118783. DOI: 10.1016/j.oceaneng.2024.118783.

Liu, H. L., & Huang, T. T. (1998). *Summary of DARPA SUBOFF Experimental Program Data*. Naval Surface Warfare Center, Carderock Division, Report No. CRDKNSWC/HD-1298-11.

Menter, F. R. (1994). Two-equation eddy-viscosity turbulence models for engineering applications. *AIAA Journal*, *32*(8), 1598–1605.

Sarigiguzel, F., Kilavuz, A., Ozgoren, M., Durhasan, T., Sahin, B., Kavurmacioglu, L. A., ... & Yaniktepe, B. J. O. E. (2022). Experimental investigation of free-surface effects on flow characteristics of a torpedo-like geometry having a cambered nose. *Ocean Engineering*, *253*, 111174. DOI: 10.1016/j.oceaneng.2022.111174.

Wang, Y., Gao, T., Pang, Y., & Tang, Y. (2019). Investigation and optimization of appendage influence on the hydrodynamic performance of AUVs. *Journal of Marine Science and Technology*, *24*, 297-305. DOI: https://doi.org/10.1007/s00773-018-0558-y

OTOİMMÜN BÜLLÖZ VE BAĞ DOKUSU HASTALIKLARININ TANISINDA DİREKT İMMÜNOFLORESAN: PATERN TEMELLİ BİR YAKLAŞIM VE GÜNCEL LİTERATÜRÜN GÖZDEN GEÇİRİLMESİ

Arş. Gör. Dr. , İbrahim Erkut GÜNEY[1] / Uzm. Dr. , Meltem TÜRK ALKAN[2]

[1]Ordu Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Tıbbi Patoloji, guneyerkut@gmail.com , 0009-0000-6358-1955

[2]Ordu Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Tıbbi Patoloji, meltemturk93@gmail.com, 0000-0003-3975-331X

Özet

Direkt immünofloresan inceleme, otoimmün büllöz hastalıkların, kutanöz lupus eritematozus alt tiplerinin ve vaskülitlerin tanısında halen altın standart yardımcı yöntemdir. Bu derlemenin amacı, deri ve mukoza biyopsilerinde direkt ve indirekt immünofloresan incelemenin patern temelli yorumunu, tanısal doğruluğu belirleyen preanalitik değişkenlerle birlikte patoloji pratiği açısından bütünleştirmektir. Yapılan çalışmalarda elde edilmiş veriler, tanısal doğruluğun büyük ölçüde biyopsi yeri seçimi, transport ortamı ve lezyon yaşı gibi preanalitik değişkenlere bağlı olduğunu göstermektedir. Büllöz hastalıklarda perilezyonel, lupusta lezyonel, vaskülitte yirmi dört saatten genç lezyondan örnekleme önerilmektedir. Pemfigoid hastalıklarında direkt immünofloresan duyarlılığı yüzde seksen sekiz olup, tuzla ayrılmış deride yapılan indirekt immünofloresan yüzde doksan dokuz özgüllükle tamamlayıcı rol üstlenmektedir. Bazal membran zonundaki lineer birikimin n-serrated ya da u-serrated tırtıklı paterninin çözümlenmesi, büllöz pemfigoid ile epidermolizis bülloza acquisita ayrımını tek bir kesitte mümkün kılmakta; bu yöntem öğretilebilir olup gözlemciler arası uyumu yüzde doksan altının üzerindedir ve tip VII kollajen enzim bağlı immünosorbent testinden daha duyarlıdır. Hücreler arası, bazal membran zonu, papiller dermal, damar duvarı ve keratinosit çekirdeği olmak üzere beş temel birikim yerinin; immünoglobulin sınıfı, birikim sayısı ve floresan yoğunluğu ile birlikte değerlendirilmesi, olguların çoğunda doğru tanıya ulaştırmaktadır. Sonuç olarak immünofloresan bulguları, hematoksilen-eozin morfolojisi ve klinik ayırıcı tanı bağlamından bağımsız yorumlanmamalı; patoloji laboratuvarlarında standart bir istek formu ve yapılandırılmış rapor şablonu ile klinikopatolojik korelasyon güvence altına alınmalıdır.

Anahtar Kelimeler: direkt immünofloresan, otoimmün büllöz hastalıklar, büllöz pemfigoid, tuzla ayrılmış deri, tırtıklı patern analizi

DIRECT IMMUNOFLUORESCENCE IN THE DIAGNOSIS OF AUTOIMMUNE BULLOUS AND CONNECTIVE TISSUE DISEASES: A PATTERN-BASED APPROACH AND A REVIEW OF THE CURRENT LITERATURE

Arş. Gör. Dr. , İbrahim Erkut GÜNEY[1] / Uzm. Dr. , Meltem TÜRK ALKAN[2]

[1]Ordu Training and Research Hospital, guneyerkut@gmail.com , 0009-0000-6358-1955

[2]Ordu Training and Research Hospital, Pathology Department, meltemturk93@gmail.com, 0000-0003-3975-331X

Abstract

Direct immunofluorescence remains the gold standard ancillary method in the diagnosis of autoimmune bullous diseases, cutaneous lupus erythematosus subsets and vasculitis. The aim of this review is to integrate, from the perspective of routine pathology practice, the pattern-based interpretation of direct and indirect immunofluorescence on skin and mucosal biopsies together with the preanalytical variables that determine diagnostic accuracy. Data obtained from published studies indicate that diagnostic accuracy depends largely on preanalytical variables such as biopsy site selection, transport medium and lesion age. Perilesional sampling is recommended for bullous diseases, lesional sampling for lupus erythematosus, and sampling of lesions younger than twenty-four hours for vasculitis. In pemphigoid diseases the sensitivity of direct immunofluorescence is eighty-eight per cent, while indirect immunofluorescence on salt-split skin plays a complementary role with a specificity of ninety-nine per cent. Analysis of the n-serrated versus u-serrated pattern of the linear deposits along the basement membrane zone makes it possible to distinguish bullous pemphigoid from epidermolysis bullosa acquisita on a single section; this technique is learnable, shows interobserver agreement above ninety-six per cent and is more sensitive than the type VII collagen enzyme-linked immunosorbent assay. Evaluating the five principal deposition sites, namely intercellular, basement membrane zone, papillary dermal, vessel wall and keratinocyte nuclear, together with immunoglobulin class, number of reactants and fluorescence intensity, leads to the correct diagnosis in most cases. In conclusion, immunofluorescence findings should not be interpreted independently of haematoxylin-eosin morphology and the clinical differential diagnosis; clinicopathological correlation should be safeguarded in pathology laboratories by a standard requisition form and a structured reporting template.

Keywords: direct immunofluorescence, autoimmune bullous diseases, pemphigoid, salt-split skin, serration pattern analysis

GİRİŞ

Otoimmün büllöz hastalıklar, epidermisin ve dermoepidermal bileşkenin adezyon moleküllerine karşı gelişen otoantikorlarla karakterize, klinik ve histopatolojik özellikleri geniş ölçüde örtüşen bir hastalık grubudur. Lineer immünoglobulin A hastalığı büllöz pemfigoidi ve dermatitis herpetiformisi, paraneoplastik pemfigus pemfigus vulgarisi, inflamatuvar tipte epidermolizis bülloza acquisita ise büllöz pemfigoidi taklit edebilmektedir. Bu nedenle tanı yalnız klinik görünüme veya hematoksilen-eozin kesitine dayandırıldığında yanlış olma riski taşımaktadır (Mutasim ve Adams, 2001).

Hedef antijenlerin moleküler düzeyde tanımlanması bu tabloyu değiştirmiştir. Pemfigus vulgarisin hedefinin desmoglein 3 (Amagai vd., 1991), epidermolizis bülloza acquisitanın hedefinin ise lamina densa altındaki tip VII kollajen olduğunun gösterilmesi (Woodley vd., 1984), sınıflamayı morfolojik olmaktan çıkarıp immünolojik bir zemine oturtmuştur. Bugün tanı, hedef antijenin dokudaki yerine karşılık gelen floresan paterninin tanınmasına dayanmaktadır. Buna karşılık testin verimi, örnek laboratuvara ulaşmadan önce alınan kararlardan güçlü biçimde etkilenmektedir (Mahmood, 2024; Tyler, 2022). Bu derlemenin amacı, patern temelli yorumu preanalitik belirleyicilerle ve güncel tanısal doğruluk verileriyle birlikte tıbbi patoloji pratiği açısından bütünleştirmektir.

1. KURAMSAL ÇERÇEVE

1.1. Hedef Antijenlerin Anatomik Haritası

İmmünofloresan yorumu tek bir ilkeye dayanmaktadır: floresan, hedef antijenin dokudaki yerinde görülmektedir. Desmozomal proteinlere karşı antikorlar keratinositleri çevreleyen hücreler arası paterni, bazal membran zonu bileşenlerine karşı antikorlar ise bileşke boyunca lineer bandı oluşturmaktadır. Bazal membran zonundaki hedefler derinlik sırasına göre dizilmektedir: BPAg1 (230 kDa) ve BPAg2 (180 kDa) hemidesmozom ve lamina lusida düzeyinde, laminin 332 ile p200 lamina densa düzeyinde, tip VII kollajen ise lamina densanın altındaki ankoring fibrillerde bulunmaktadır (Goletz vd., 2014; Tyler, 2022). Bu derinlik farkı, aşağıdaki iki ayırt edici tekniğin anatomik temelini oluşturmaktadır.

1.2. Tuzla Ayrılmış Deri ve Tırtıklı Patern Analizi

Derinin bir molarlık sodyum klorür içinde inkübasyonu lamina lusida düzeyinde bir ayrılma düzlemi oluşturmaktadır. Pemfigoid grubunda immün birikim ayrılmanın epidermal tarafında, epidermolizis bülloza acquisita ve büllöz sistemik lupusta ise dermal tarafında yer almaktadır (Gammon vd., 1984; Gammon vd., 1990; Woodley, 1990). Dermal tarafta boyanma anti-laminin 332 mukozal pemfigoid ve anti-p200 pemfigoid gibi alışılmadık formlarda da görülmekte; ayrım serumda immünoblot ya da enzim bağlı immünosorbent testiyle yapılmaktadır (Meijer vd., 2016).

Bazal membran zonundaki lineer bandın yüksek büyütmede gösterdiği tırtıklı yapı ise birikimin lamina densaya göre konumunu doğrudan ele vermektedir; lamina densanın üstündeki birikim n-serrated, altındaki birikim u-serrated patern oluşturmaktadır (Vodegel, Jonkman vd., 2004). Bu ayrımın öğretilebilir olduğu (Terra, Meijer vd., 2013), kesit kalınlığı ve transport ortamından bağımsız biçimde uygulanabildiği ve gözlemciler arası uyumun yüzde 95,7 düzeyinde olduğu gösterilmiştir (Meijer vd., 2018). Yöntemin rutine alınması, epidermolizis bülloza acquisita tanısı konan olgu sayısını yaklaşık üç katına çıkarmıştır (Buijsrogge vd., 2011).

2. YÖNTEM

Bu çalışma, tanımlayıcı nitelikte bir literatür taramasına dayanmaktadır. Kuramsal çerçeve, otoimmün büllöz hastalıkların ve bağ dokusu hastalıklarının tanısında immünofloresan incelemeyi ele alan ve birikim yerine dayalı sistematik patern sınıflamasını ortaya koyan kapsamlı derlemeler ile deri ve mukoza biyopsilerinde direkt immünofloresan uygulamasını laboratuvar basamakları düzeyinde ele alan başvuru kitabı bölümleri üzerine kurulmuştur.

Bu kaynakların kaynakçalarında yer alan birincil çalışmalar geriye dönük olarak izlenmiş; ayrıca uluslararası veri tabanlarında "direct immunofluorescence", "autoimmune bullous disease", "serration pattern", "salt-split skin", "lupus band test" ve "mucous membrane pemphigoid" anahtar sözcükleriyle tarama yapılmıştır. Ulaşılan yayınlar arasından tanısal doğruluk verisi bildiren kohort çalışmaları, uluslararası uzlaşı kılavuzları ve yöntem geçerliliğini değerlendiren çalışmalar öncelikli olarak seçilmiş; değerlendirme erişilebilen tam metinler üzerinden yapılmıştır.

Bulgular, direkt immünofloresanın birincil birikim yerine göre gruplandırılarak sunulmuştur. Tanısal doğruluk verileri, ilgili çalışmalarda bildirilen duyarlılık ve özgüllük değerleri korunarak aktarılmıştır. Çalışma derleme niteliğinde olduğundan ve insan ya da hayvan materyali üzerinde herhangi bir girişim içermediğinden etik kurul onayı gerektirmemektedir.

3. BULGULAR

Direkt immünofloresanın ayırıcı tanısı dört özelliğe dayanmaktadır: birincil birikim yeri, biriken immünoreaktanın sınıfı, birikim sayısı ve en yoğun immünoreaktan, ana yer dışındaki birikimler (Mutasim ve Adams, 2001). Bu dört parametreye iki ek soru eklendiğinde -tırtıklı patern n-serrated mi u-serrated mi, tuzla ayrılmış deride boyanma çatıda mı tabanda mı- olguların çoğunda tanısal karara ulaşılabilmektedir (Tyler, 2022).

3.1. Hücreler Arası Alanda Birikim

Hücreler arası alanda immünoglobulin G birikimi, immünoglobulin A pemfigusu dışındaki tüm pemfigus tiplerinin karakteristiğidir ve uygun biyopsi alınmışsa aktif hastalıkta olguların yüzde 90-100'ünde pozitiftir (Mutasim ve Adams, 2001). Hücreler arası birikime bazal membran zonu birikiminin eşlik etmesi pemfigus eritematozus ve paraneoplastik pemfiguste görülmektedir. Paraneoplastik pemfiguste antikorlar basit ve geçiş epitellerinin desmozomlarına da bağlandığından rat mesanesi epitelinde yapılan indirekt immünofloresan doğrulayıcı testtir; duyarlılığı yüzde 75, özgüllüğü yüzde 83'tür (Helou vd., 1995). Bu olguların tamamında altta yatan neoplazi araştırılmalıdır (Anhalt vd., 1990). Hücreler arası alanda yalnız immünoglobulin A birikimi immünoglobulin A pemfigusunun karakteristiğidir; rutin panelde immünoglobulin A antiserumunun bulunmaması bu olgularda yanlış negatifliğin önemli bir nedenidir.

3.2. Bazal Membran Zonunda Birikim

Bazal membran zonunda immünoglobulin G ve kompleman C3'ün lineer birikimi pemfigoid grubunun tanısal ölçütüdür. Bin yüz yirmi beş hastalık prospektif bir kohortta direkt immünofloresan en duyarlı tek test olup duyarlılığı yüzde 88,3; tuzla ayrılmış deride yapılan indirekt immünofloresan ise daha az duyarlı (yüzde 77,0) ancak yüzde 99,9 özgüllüğe sahip bulunmuş, BP180 NC16A enzim bağlı immünosorbent testinin ilk tanı aşamasında ek değer sağlamadığı gösterilmiştir (Meijer vd., 2019). Kompleman C3'ün immünoglobulin G'den belirgin biçimde daha yoğun olması pemfigoid grubunu, tersi ise epidermolizis bülloza acquisita ve büllöz sistemik lupusu desteklemektedir (Mutasim ve Adams, 2001).

Ayrımı kesinleştiren bulgu tırtıklı paterndir. Tip VII kollajen enzim bağlı immünosorbent testinin duyarlılığı seronegatif grupta yüzde 23'e düşerken u-serrated patern analizinin duyarlılığı yüzde 89 bulunmuş; seronegatif olguların yarıdan fazlası yalnız serum incelemesine dayanıldığında gözden kaçmıştır (Terra, Jonkman vd., 2013). Mukozal pemfigoidde mukoza biyopsisinde duyarlılık perilezyonel örnekte yüzde 89,3, sağlam bukkal mukozada yüzde 76,7'dir; mukoza biyopsisi negatif olan hastalarda deri biyopsisi tanıyı doğrulayabilmektedir (Rashid vd., 2021). Anti-laminin 332 formunda n-serrated patern ile taban boyanmasının birlikteliği tanıyı düşündürmekte (Terra, Pas vd., 2011) ve bu hastaların yaklaşık dörtte birinde eşlik eden malignite bulunmaktadır (Schmidt vd., 2021).

Tablo 1. Otoimmün büllöz hastalıklarda direkt immünofloresan paternleri ve doğrulayıcı incelemeler

Hastalık	**Birincil patern**	**Tırtıklı patern ve tuzla ayrılmış deri**	**Doğrulayıcı inceleme**
Pemfigus vulgaris	Hücreler arası immünoglobulin G	İlgili değil	Maymun özofagusunda indirekt immünofloresan
Paraneoplastik pemfigus	Hücreler arası ve bazal membran zonunda immünoglobulin G	İlgili değil	Rat mesanesinde indirekt immünofloresan; malignite taraması
İmmünoglobulin A pemfigusu	Hücreler arası immünoglobulin A	İlgili değil	İndirekt immünofloresan
Büllöz pemfigoid	Bazal membran zonunda lineer kompleman C3 ve immünoglobulin G	n-serrated; çatı	Tuzla ayrılmış deride indirekt immünofloresan
Mukozal pemfigoid	Bazal membran zonunda lineer kompleman C3 ve immünoglobulin G	n-serrated; çatı veya taban	Laminin 332 immünoblotu; malignite taraması
Epidermolizis bülloza acquisita	Bazal membran zonunda yoğun immünoglobulin G, çoklu immünoreaktan	u-serrated; taban	Tip VII kollajen testi
Büllöz sistemik lupus	Bazal membran zonunda lineer immünoglobulin G	u-serrated; taban	Lupus serolojisi
Lineer immünoglobulin A hastalığı	Bazal membran zonunda lineer immünoglobulin A	Çoğunlukla n-serrated	İndirekt immünofloresan
Dermatitis herpetiformis	Papiller dermiste granüler immünoglobulin A	İlgili değil	Antiendomisyal antikor

3.3. Papiller Dermal ve Damar Duvarı Birikimi

Papiller dermal uçlarda granüler immünoglobulin A birikimi dermatitis herpetiformis için tanısaldır ve normal görünümlü perilezyonel deriden alınan örneklerde olguların tamamında saptanmaktadır (Leonard vd., 1987). Aynı histolojik görünüm, yani papiller dermal mikroapse, lineer immünoglobulin A hastalığında ve büllöz sistemik lupusta da görüldüğünden ayrım yalnız immünofloresan ile yapılabilmektedir. Yüzeyel dermal damar duvarlarında granüler immünoglobulin A birikimi immünoglobulin A vasküliti ile uyumludur; ancak patognomonik değildir ve diğer lökositoklastik vaskülit olgularında da görülebilmektedir (Van Hale vd., 1986). Testin duyarlılığı lezyon yaşından güçlü biçimde etkilenmekte, yirmi dört saatten eski lezyonlarda immün birikimler parçalandığından sonuç negatife dönebilmektedir. Bazal membran zonuna ek olarak damar duvarlarında homojen ve kalın birikim ise porfiria kutanea tarda ve psödoporfiriyi düşündürmektedir.

3.4. Dermoepidermal Bileşke Birikimi

Dermoepidermal bileşkede granüler immünoglobulin ve kompleman birikimi, yani lupus bant testi, lupus eritematozus için karakteristik olmakla birlikte patognomonik değildir (Harrist ve Mihm, 1980). Diskoid lupusta lezyonel deride pozitiflik yüzde 60-94 arasında değişmekte, non-lezyonel deride ise pratik olarak bulunmamaktadır; pozitiflik lezyon yaşıyla artmakta, bir aydan genç lezyonların yalnız üçte biri pozitifken bir yıldan eski lezyonlarda oran yüzde 82'ye çıkmaktadır (Dahl, 1983). Lezyonel incelemenin sistemik lupus tanısı için pozitif prediktif değeri yüzde 64, negatif prediktif değeri yüzde 98'dir (George vd., 1995). Liken planusta

bazal membran zonu boyunca kalın ve saçaklı fibrinojen bandı ile kümeleşmiş sitoid cisimcikler karakteristiktir; ancak sitoid cisimcikler tek başına özgül değildir (Bergfeld vd., 1987). Öte yandan iki bin elli biyopsilik bir seride, hematoksilen-eozin ile doğrulanmış lupus olgularının yalnız yüzde 49'unda direkt immünofloresan pozitif bulunmuştur; bu bulgu istek endikasyonunun klinik ön tanıya göre daraltılması gerektiğine işaret etmektedir (Reimann vd., 2021).

3.5. Preanalitik Değişkenlerin Tanısal Verime Etkisi

Tanısal verimi belirleyen ilk değişken biyopsi yeri seçimidir. Büllöz hastalıklarda örnek lezyona komşu normal görünümlü deriden alınmalıdır; inflamasyonlu ya da bül oluşmuş deride immün birikimler parçalandığından sonuç yanlış negatif çıkabilmektedir. Lupusta lezyonel, vaskülitte ise yirmi dört ila kırk sekiz saatten genç lezyon tercih edilmektedir (Mahmood, 2024; Tyler, 2022). İkinci değişken transport ortamıdır. Michel solüsyonu uzun yıllardır standart olarak kullanılmakta (Michel vd., 1972), yirmi dört saat içinde ulaşacak örneklerde ise serum fizyolojik nonspesifik zemin floresansını azaltarak özgül boyanmanın saptanabilirliğini artırmaktadır (Vodegel, de Jong vd., 2004). Antiserum panelinin kapsamı ve her seride pozitif kontrol çalışılması diğer belirleyicilerdir (Tyler, 2022).

Tablo 2. İmmünofloresan incelemelerin bildirilen tanısal doğruluk değerleri

İnceleme ve durum	Duyarlılık	Özgüllük	Kaynak
Direkt immünofloresan, pemfigoid	%88,3	Bildirilmemiş	Meijer vd. (2019)
Tuzla ayrılmış deride indirekt immünofloresan, pemfigoid	%77,0	%99,9	Meijer vd. (2019)
Direkt immünofloresan, mukozal pemfigoid, perilezyonel	%89,3	Bildirilmemiş	Rashid vd. (2021)
Tuzla ayrılmış deride indirekt immünofloresan, mukozal pemfigoid	%44,6	%98,9	Rashid vd. (2021)
u-serrated patern analizi, epidermolizis bülloza acquisita	%89	Bildirilmemiş	Terra, Jonkman vd. (2013)
Tip VII kollajen testi, seronegatif olgular	%23	%97,8	Terra, Jonkman vd. (2013)
Rat mesanesinde indirekt immünofloresan, paraneoplastik pemfigus	%75	%83	Helou vd. (1995)
Lezyonel direkt immünofloresan, sistemik lupus	Pozitif prediktif değer %64	Negatif prediktif değer %98	George vd. (1995)

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu derlemenin ortaya koyduğu temel sonuç, direkt immünofloresanın tanısal gücünün yöntemin kendisinden çok onu çevreleyen kararlar zincirinden kaynaklandığıdır. Birikim yerine dayalı dört parametreli patern yaklaşımı geçerliliğini korumakta; ancak buna günümüzde tırtıklı patern analizi ve tuzla ayrılmış deri incelemesi eklenmiştir.

Uygulamaya yönelik öneriler dört başlıkta toplanabilir. Direkt immünofloresan istek formu yapılandırılmalı; klinik ön tanı, lezyon yaşı, biyopsi bölgesi ve örneğin perilezyonel mi lezyonel mi olduğu zorunlu alanlar hâline getirilmelidir. Her antikor için her seride pozitif kontrol çalışılmalıdır. Bazal membran zonunda lineer birikim saptanan her olguda tırtıklı patern değerlendirilmeli ve rapora yazılmalıdır. Raporlar yapılandırılmış şablonla düzenlenmeli; birikim yeri, immünoreaktan sınıfı, yoğunluk derecesi, tırtıklı patern ve varsa tuzla ayrılmış deri sonucu ayrı başlıklar altında belirtilmelidir. Çalışmanın sınırlılığı, sistematik derleme ölçütlerine göre değil

tanımlayıcı derleme yöntemiyle yürütülmüş olmasıdır; bundan sonraki adım olarak ülkemizde direkt immünofloresan yapan merkezlerin preanalitik değişkenler açısından çok merkezli bir kesitsel çalışmayla değerlendirilmesi önerilmektedir.

KAYNAKLAR

Amagai, M., Klaus-Kovtun, V. ve Stanley, J. R. (1991). Autoantibodies against a novel epithelial cadherin in pemphigus vulgaris, a disease of cell adhesion. *Cell, 67*(5), 869-877.

Anhalt, G. J., Kim, S., Stanley, J. R., Korman, N. J., Jabs, D. A., Kory, M., Izumi, H., Ratrie, H., Mutasim, D., Ariss-Abdo, L. ve Labib, R. S. (1990). Paraneoplastic pemphigus: An autoimmune mucocutaneous disease associated with neoplasia. *New England Journal of Medicine, 323*(25), 1729-1735.

Bergfeld, W. F., Valenzuela, R. ve Beutner, E. H. (1987). Lichen planus. E. H. Beutner, T. P. Chorzelski ve V. Kumar (Ed.), *Immunopathology of the skin* (3. baskı, s. 647-658) içinde. John Wiley & Sons.

Buijsrogge, J. J. A., Diercks, G. F. H., Pas, H. H. ve Jonkman, M. F. (2011). The many faces of epidermolysis bullosa acquisita after serration pattern analysis by direct immunofluorescence microscopy. *British Journal of Dermatology, 165*(1), 92-98.

Dahl, M. V. (1983). Usefulness of direct immunofluorescence in patients with lupus erythematosus. *Archives of Dermatology, 119*(12), 1010-1017.

Gammon, W. R., Briggaman, R. A., Inman, A. O., Queen, L. L. ve Wheeler, C. E. (1984). Differentiating anti-lamina lucida and anti-sublamina densa anti-BMZ antibodies by indirect immunofluorescence on 1.0 M sodium chloride separated skin. *Journal of Investigative Dermatology, 82*(2), 139-144.

Gammon, W. R., Kowalewski, C., Chorzelski, T. P., Kumar, V., Briggaman, R. A. ve Beutner, E. H. (1990). Direct immunofluorescence studies of sodium chloride-separated skin in the differential diagnosis of bullous pemphigoid and epidermolysis bullosa acquisita. *Journal of the American Academy of Dermatology, 22*(4), 664-670.

George, R., Kurian, S., Jacob, M. ve Thomas, K. (1995). Diagnostic evaluation of the lupus band test in discoid and systemic lupus erythematosus. *International Journal of Dermatology, 34*(3), 170-173.

Goletz, S., Hashimoto, T., Zillikens, D. ve Schmidt, E. (2014). Anti-p200 pemphigoid. *Journal of the American Academy of Dermatology, 71*(1), 185-191.

Harrist, T. J. ve Mihm, M. C. (1980). The specificity and clinical usefulness of the lupus band test. *Arthritis and Rheumatism, 23*(4), 479-490.

Helou, J., Allbritton, J. ve Anhalt, G. J. (1995). Accuracy of indirect immunofluorescence testing in the diagnosis of paraneoplastic pemphigus. *Journal of the American Academy of Dermatology, 32*(3), 441-447.

Leonard, J. N., Haffenden, G. P. ve Fry, L. (1987). Dermatitis herpetiformis. E. H. Beutner, T. P. Chorzelski ve V. Kumar (Ed.), *Immunopathology of the skin* (3. baskı, s. 433-453) içinde. John Wiley & Sons.

Mahmood, M. N. (2024). Direct immunofluorescence of skin and oral mucosa: Guidelines for selecting the optimum biopsy site. *Dermatopathology, 11*(1), 52-61.

Meijer, J. M., Atefi, I., Diercks, G. F. H., Vorobyev, A., Zuiderveen, J., Meijer, H. J., Pas, H. H., Zillikens, D., Schmidt, E. ve Jonkman, M. F. (2018). Serration pattern analysis for differentiating epidermolysis bullosa acquisita from other pemphigoid diseases. *Journal of the American Academy of Dermatology, 78*(4), 754-759.

Meijer, J. M., Diercks, G. F. H., de Lang, E. W. G., Pas, H. H. ve Jonkman, M. F. (2019). Assessment of diagnostic strategy for early recognition of bullous and nonbullous variants of pemphigoid. *JAMA Dermatology, 155*(2), 158-165.

Meijer, J. M., Diercks, G. F. H., Schmidt, E., Pas, H. H. ve Jonkman, M. F. (2016). Laboratory diagnosis and clinical profile of anti-p200 pemphigoid. *JAMA Dermatology, 152*(8), 897-904.

Michel, B., Milner, Y. ve David, K. (1972). Preservation of tissue-fixed immunoglobulins in skin biopsies of patients with lupus erythematosus and bullous diseases: Preliminary report. *Journal of Investigative Dermatology, 59*(6), 449-452.

Mutasim, D. F. ve Adams, B. B. (2001). Immunofluorescence in dermatology. *Journal of the American Academy of Dermatology, 45*(6), 803-822.

Rashid, H., Meijer, J. M., Diercks, G. F. H., Sieben, N. E., Bolling, M. C., Pas, H. H. ve Horvath, B. (2021). Assessment of diagnostic strategy for mucous membrane pemphigoid. *JAMA Dermatology, 157*(7), 780-787.

Reimann, J. D. R., Moynihan, S. P. ve Horn, T. D. (2021). Assessment of clinical and laboratory use of the cutaneous direct immunofluorescence assay. *JAMA Dermatology, 157*(11), 1343-1348.

Schmidt, E., Rashid, H., Marzano, A. V., Lamberts, A., Di Zenzo, G., Diercks, G. F. H., Alberti-Violetti, S., Barry, R. J., Caproni, M., Carey, B., Carrozzo, M., Caux, F., Cianchini, G., Corra, A., Dikkers, F. G., Feliciani, C., Geerling, G., Genovese, G., Hertl, M. ... Horvath, B. (2021). European guidelines (S3) on diagnosis and management of mucous membrane pemphigoid, initiated by the European Academy of Dermatology and Venereology: Part II. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology, 35*(10), 1926-1948.

Terra, J. B., Jonkman, M. F., Diercks, G. F. H. ve Pas, H. H. (2013). Low sensitivity of type VII collagen enzyme-linked immunosorbent assay in epidermolysis bullosa acquisita: Serration pattern analysis on skin biopsy is required for diagnosis. *British Journal of Dermatology, 169*(1), 164-167.

Terra, J. B., Meijer, J. M., Jonkman, M. F. ve Diercks, G. F. H. (2013). The n- vs. u-serration is a learnable criterion to differentiate pemphigoid from epidermolysis bullosa acquisita in direct immunofluorescence serration pattern analysis. *British Journal of Dermatology, 169*(1), 100-105.

Terra, J. B., Pas, H. H., Hertl, M., Dikkers, F. G., Kamminga, N. ve Jonkman, M. F. (2011). Immunofluorescence serration pattern analysis as a diagnostic criterion in antilaminin-332 mucous membrane pemphigoid: Immunopathological findings and clinical experience in 10 Dutch patients. *British Journal of Dermatology, 165*(4), 815-822.

Tyler, W. B. (2022). Application of direct immunofluorescence for skin and mucosal biopsies: A practical review. F. Lin, J. W. Prichard, H. Liu ve M. L. Wilkerson (Ed.), *Handbook of practical immunohistochemistry: Frequently asked questions* (3. baskı, s. 955-974) içinde. Springer.

Van Hale, H. M., Gibson, L. E. ve Schroeter, A. L. (1986). Henoch-Schonlein vasculitis: Direct immunofluorescence study of uninvolved skin. *Journal of the American Academy of Dermatology, 15*(4), 665-670.

Vodegel, R. M., de Jong, M. C. J. M., Meijer, H. J., Weytingh, M. B., Pas, H. H. ve Jonkman, M. F. (2004). Enhanced diagnostic immunofluorescence using biopsies transported in saline. *BMC Dermatology, 4*, 10.

Vodegel, R. M., Jonkman, M. F., Pas, H. H. ve de Jong, M. C. J. M. (2004). U-serrated immunodeposition pattern differentiates type VII collagen targeting bullous diseases from other subepidermal bullous autoimmune diseases. *British Journal of Dermatology, 151*(1), 112-118.

Woodley, D. T. (1990). Immunofluorescence on salt-split skin for the diagnosis of epidermolysis bullosa acquisita. *Archives of Dermatology, 126*(2), 229-231.

Woodley, D. T., Briggaman, R. A., O'Keefe, E. J., Inman, A. O., Queen, L. L. ve Gammon, W. R. (1984). Identification of the skin basement membrane autoantigen in epidermolysis bullosa acquisita. *New England Journal of Medicine, 310*(16), 1007-1013.

Woodley, D. T., Sauder, D., Talley, M. J., Silver, M., Grotendorst, G. ve Quarnstrom, E. (1983). Localization of basement membrane components after dermal-epidermal junction separation. *Journal of Investigative Dermatology, 81*(2), 149-153.

KALP YETMEZLİĞİ OLAN HASTALARDA HASTANE KAYNAKLI UYKUSUZLUĞUN HASTALIK YÖNETİMİ ÜZERİNE ETKİSİ

Dr. Öğr. Üyesi, Mehmet Emin ATAY (Birinci yazar)1/ Doç. Dr., Bahar ÇİFTÇİ (İkinci yazar)2

1 Mardin Artuklu Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Esasları, eminatay@artuklu.edu.tr, 0000-0002-5373-9031

2 Atatürk Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi, Hemşirelik Esasları; HGF Agro, Ata Teknokent, Erzurum, TR-25240, Türkiye; bahar.ciftci@atauni.edu.tr, 0000-0001-6221-3042

Özet

Kalp yetmezliği; dispne, yorgunluk, egzersiz intoleransı ve sıvı retansiyonu gibi semptomlarla seyreden, sık hastane yatışları ve yüksek yeniden yatış oranlarıyla ilişkili kronik bir sağlık sorunudur. Hastanede yatış sürecinde hastaların uyku düzeni; çevresel gürültü, ışık, gece saatlerinde gerçekleştirilen bakım uygulamaları, vital bulgu izlemleri, ilaç uygulamaları, ağrı, dispne, ortopne ve noktüri gibi çok sayıda faktörden etkilenebilmektedir. Bu durum hastane kaynaklı uykusuzluğun gelişmesine veya mevcut uyku sorunlarının şiddetlenmesine neden olabilmektedir. Bu derlemenin amacı, kalp yetmezliği olan hastalarda hastane kaynaklı uykusuzluğun hastalık yönetimi üzerindeki olası etkilerini güncel literatür doğrultusunda değerlendirmektir. Uyku süresinin ve kalitesinin azalması; sempatik sinir sistemi aktivitesinde artış, nörohormonal ve inflamatuvar yanıtların değişmesi, yorgunluğun artması, bilişsel işlevlerin olumsuz etkilenmesi ve günlük aktivitelere katılımın azalmasıyla ilişkilendirilmektedir. Kalp yetmezliği olan bireylerde bu etkiler; semptom algısının ağırlaşmasına, öz bakım davranışlarının sürdürülmesinde güçlüğe ve tedaviye uyumun azalmasına katkıda bulunabilir. Ayrıca yetersiz uyku, hastaların ilaç kullanımı, sıvı ve sodyum kısıtlaması, günlük kilo izlemi ve semptomların erken fark edilmesi gibi hastalık yönetiminin temel bileşenlerini yerine getirme kapasitesini olumsuz etkileyebilir. Sonuç olarak hastane kaynaklı uykusuzluk, kalp yetmezliği yönetiminde göz ardı edilmemesi gereken değiştirilebilir bir bakım sorunu olarak değerlendirilmelidir. Hastanede yatan kalp yetmezliği hastalarında uyku durumunun sistematik olarak değerlendirilmesi ve uyku bozucu faktörlerin erken dönemde belirlenmesi, bütüncül hastalık yönetiminin önemli bir bileşeni olabilir.

Anahtar Kelimeler: kalp yetmezliği, hastane kaynaklı uykusuzluk, uyku, hastalık yönetimi, öz bakım.

THE IMPACT OF HOSPITAL-ACQUIRED INSOMNIA ON DISEASE MANAGEMENT IN PATIENTS WITH HEART FAILURE

Asst. Prof., Mehmet Emin ATAY (First author)1/ Assoc. Prof., Bahar ÇİFTÇİ (Second author)2

1 Mardin Artuklu University, Faculty of Health Sciences, Fundamentals of Nursing, eminatay@artuklu.edu.tr, 0000-0002-5373-9031

2 Atatürk University, Faculty of Nursing, Department of Fundamentals of Nursing; HGF Agro, Ata Teknokent, Erzurum, TR-25240, Türkiye, bahar.ciftci@atauni.edu.tr, 0000-0001-6221-3042

Abstract

Heart failure is a chronic health condition characterized by symptoms such as dyspnea, fatigue, exercise intolerance, and fluid retention, and is associated with frequent hospitalizations and high readmission rates. During hospitalization, patients' sleep patterns may be affected by several factors, including environmental noise, light exposure, nighttime nursing care, vital sign monitoring, medication administration, pain, dyspnea, orthopnea, and nocturia. These factors may contribute to the development of hospital-acquired insomnia or exacerbate pre-existing sleep problems. This review aims to evaluate the potential effects of hospital-acquired insomnia on disease management in patients with heart failure in light of the current literature. Reduced sleep duration and poor sleep quality have been associated with increased sympathetic nervous system activity, alterations in neurohormonal and inflammatory responses, increased fatigue, impaired cognitive function, and reduced participation in daily activities. In patients with heart failure, these consequences may contribute to greater symptom burden, difficulties in maintaining self-care behaviors, and reduced adherence to treatment. In addition, insufficient sleep may adversely affect patients' ability to perform key components of disease management, including medication adherence, sodium and fluid restriction, daily weight monitoring, and early recognition of worsening symptoms. In conclusion, hospital-acquired insomnia should be considered a potentially modifiable care-related problem that should not be overlooked in the management of heart failure. Systematic assessment of sleep and early identification of sleep-disrupting factors in hospitalized patients with heart failure may represent an important component of comprehensive disease management.

Keywords: heart failure, hospital-acquired insomnia, sleep, disease management, self-care.

1. Giriş

Kalp yetmezliği; dispne, yorgunluk, egzersiz intoleransı ve sıvı retansiyonu gibi semptomlarla seyreden, bireyin fonksiyonel kapasitesini ve yaşam kalitesini etkileyen kronik bir sağlık sorunudur. Hastalığın klinik seyri, semptomların dönemsel olarak kötüleşebilmesi ve tekrarlayan hastane yatışlarının görülebilmesi nedeniyle kalp yetmezliğinde etkili hastalık yönetimi büyük önem taşımaktadır. Hastalık yönetimi yalnızca farmakolojik tedavinin sürdürülmesini değil; hastanın semptomlarını izlemesini, tedavi önerilerine uyum göstermesini ve günlük yaşamında gerekli öz bakım davranışlarını sürdürebilmesini de kapsamaktadır. Kalp yetmezliğinde öz bakımın; ilaçların önerildiği şekilde kullanılması, semptomların izlenmesi, olası kötüleşme belirtilerinin fark edilmesi ve uygun yaşam biçimi davranışlarının sürdürülmesi gibi birbiriyle ilişkili uygulamaları içerdiği belirtilmektedir (Jaarsma et al., 2021; Riegel et al., 2009).

Kalp yetmezliğinde hastalık yönetiminin başarısı, bireyin bu davranışları günlük yaşamında sürdürebilecek fiziksel ve bilişsel kapasiteye sahip olmasını gerektirmektedir. Bununla birlikte hastalarda görülen yorgunluk, dispne ve uyku sorunları öz bakım sürecini güçleştirebilecek semptomlar arasında yer almaktadır. Özellikle uyku bozuklukları kalp yetmezliği olan bireylerde tek bir nedene bağlı olmayıp; hastalığın fiziksel semptomları, psikolojik yük, uykuda solunum bozuklukları ve çevresel etkenlerle ilişkili çok boyutlu bir sorun olarak değerlendirilmektedir (Zheng, 2021).

Bu sorun hastaneye yatış döneminde daha karmaşık bir hâl alabilmektedir. Hastane ortamındaki gürültü ve ışık, gece saatlerinde gerçekleştirilen bakım uygulamaları, vital bulgu izlemleri ve ilaç uygulamalarının yanı sıra ağrı, dispne, ortopne ve noktüri gibi hastaya özgü faktörler uyku düzenini bozabilmektedir. Bu etkenler hastanede ortaya çıkan uyku sorunlarına neden olabileceği gibi, daha önceden var olan uyku sorunlarının şiddetlenmesine de katkıda bulunabilir. Bu nedenle hastane kaynaklı uykusuzluğun yalnızca hasta konforunu etkileyen geçici bir durum olarak değerlendirilmesi, sorunun hastalık yönetimi açısından taşıdığı olası önemin gözden kaçırılmasına neden olabilir. Nitekim yüklediğiniz bildirinin özeti de hastane yatışı sırasında bu çevresel, bakım ve semptom ilişkili faktörleri hastane kaynaklı uykusuzluğun temel bağlamı olarak tanımlamaktadır.

Uyku ile kalp yetmezliği yönetimi arasındaki ilişkinin açıklanmasında özellikle bilişsel işlevler ve gündüz işlevselliği önem taşımaktadır. Riegel ve Weaver tarafından geliştirilen kavramsal modelde, yetersiz uykunun bilişsel süreçler üzerindeki olumsuz etkileri aracılığıyla kalp yetmezliğinde etkili öz bakım için gerekli olan üst düzey işlevleri güçleştirebileceği öne sürülmektedir (Riegel & Weaver, 2009). Kalp yetmezliği ve uykusuzluğu bulunan hastalar üzerinde gerçekleştirilen daha sonraki araştırmalarda da yetersiz öz bakım gösteren bireylerin daha fazla yorgunluk ve stres ile daha düşük bilişsel yeteneklere sahip olduğu bildirilmiştir (Conley et al., 2022). Bu bulgular nedensel bir ilişkiyi tek başına kanıtlamamakla birlikte, uyku ve öz bakımın kalp yetmezliği yönetiminde birbirinden bağımsız değerlendirilmemesi gerektiğine işaret etmektedir.

Hastane kaynaklı uykusuzluk bu açıdan özellikle önemlidir. Hastanın hastanede bulunduğu dönemde yeterli ve nitelikli uyku sağlayamaması; yorgunluk, gündüz uykululuğu, dikkat ve bilişsel işlevlerde güçlük gibi sonuçlar üzerinden hastanın tedavi sürecine aktif katılımını ve öz bakım kapasitesini etkileyebilir. İlaçların uygun biçimde kullanılması, sıvı ve sodyum alımına ilişkin önerilerin uygulanması, günlük kilo ve semptom izlemi ile kötüleşen semptomların erken fark edilmesi kalp yetmezliği öz bakımının önemli bileşenleridir (Jaarsma et al., 2021). Bu nedenle uyku durumunun hastalık yönetimi üzerindeki olası etkilerinin incelenmesi, bütüncül hemşirelik bakımı açısından önem taşımaktadır.

Bu çalışmanın amacı, kalp yetmezliği olan hastalarda hastane kaynaklı uykusuzluğa katkıda bulunan faktörleri ortaya koymak, uykusuzluğun fizyolojik, bilişsel ve işlevsel sonuçlarını incelemek ve bu sonuçların hastalık yönetimi ile öz bakım davranışları üzerindeki olası etkilerini güncel literatür doğrultusunda değerlendirmektir.

2. Kalp Yetmezliği ve Hastalık Yönetimi

Kalp yetmezliği yönetimi, farmakolojik tedavinin yanı sıra hastanın günlük yaşamına yansıyan ve aktif katılımını gerektiren çok boyutlu bir süreçtir. Bu süreçte öz bakım, hastanın fizyolojik stabilitesini korumaya yönelik davranışlarını ve ortaya çıkan semptomlara verdiği yanıtları içeren temel bir bileşendir. Amerikan Kalp Derneğinin bilimsel bildirisinde kalp yetmezliğinde öz bakım; tedaviye uyum ve semptom izlemi yoluyla fizyolojik stabilitenin korunmasını ve semptomlar ortaya çıktığında uygun kararların alınmasını kapsayan doğal bir karar verme süreci olarak tanımlanmaktadır (Riegel & Weaver, 2009). Avrupa Kardiyoloji Derneği Kalp Yetmezliği Birliğinin önerilerinde de tedaviye uyum, beslenme, fiziksel aktivite, psikolojik durum, uyku, semptom izlemi ve semptom yönetimi öz bakımın önemli alanları arasında değerlendirilmektedir (Jaarsma et al., 2021).

Bu açıdan bakıldığında kalp yetmezliğinde hastalık yönetimi hastanın yalnızca kendisine verilen bilgiyi hatırlamasını değil, günlük değişiklikleri değerlendirmesini ve gerektiğinde bu bilgiler doğrultusunda karar verebilmesini gerektirir. İlaçların doğru zamanda ve uygun şekilde kullanılması, semptomların izlenmesi ve kötüleşme belirtilerinin değerlendirilmesi bilişsel katılım gerektiren davranışlardır. Bu nedenle dikkat, bellek, karar verme ve semptomları yorumlama kapasitesini etkileyen faktörler öz bakım sürecini de etkileyebilir. Kalp yetmezliğinde bilişsel işlev ile öz bakım arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalar, bu iki alanın birbirinden bağımsız düşünülemeyeceğini göstermektedir (Vaughan Dickson et al., 2011).

Kalp yetmezliği ve uykusuzluğun birlikte bulunduğu bireylerde ise öz bakım daha da önemli bir sorun hâline gelebilmektedir. Conley ve arkadaşlarının kalp yetmezliği ve uykusuzluğu bulunan 175 yetişkini değerlendirdiği çalışmada dört farklı öz bakım örüntüsü belirlenmiş; katılımcıların %26,8'i düşük, %38,9'u orta düzey öz bakım grubunda yer almıştır. Düşük öz bakım grubundaki bireylerde başlangıçta yorgunluk, anksiyete ve algılanan stres daha yüksek, bilişsel yetenekler ise daha düşük bulunmuştur (Conley et al., 2022). Bulgular uykusuzluğun tek başına yetersiz öz bakımın nedeni olduğunu göstermese de uyku, yorgunluk, psikolojik durum, bilişsel işlev ve öz bakım arasındaki etkileşimin klinik açıdan dikkate alınması gerektiğini ortaya koymaktadır.

Dolayısıyla kalp yetmezliği yönetiminde öz bakım davranışlarının yalnızca hastanın "uyum gösterip göstermemesi" üzerinden değerlendirilmesi yeterli değildir. Hastanın bu davranışları yerine getirmesini kolaylaştıran veya güçleştiren fiziksel, bilişsel, psikolojik ve çevresel faktörlerin de değerlendirilmesi gerekir. Uyku bu faktörlerden biridir ve hastaneye yatış sırasında uyku düzeninin bozulması, hastalık yönetiminin sürdürülmesini etkileyebilecek değiştirilebilir bir bakım alanı olarak ele alınabilir.

3. Kalp Yetmezliğinde Uyku ve Uykusuzluk

Uyku, fiziksel ve psikolojik iyilik hâlinin sürdürülmesinde önemli bir fizyolojik gereksinim olmakla birlikte, kalp yetmezliği olan bireylerde uyku kalitesi çeşitli hastalık ve semptom özelliklerinden etkilenebilmektedir. Kalp yetmezliğinde uyku bozukluğu tek bir klinik durumu ifade etmemekte; uykuya başlamada veya uykuyu sürdürmede güçlük, gece boyunca tekrarlayan uyanmalar, uykusuzluk ve uykuda solunum bozuklukları gibi farklı sorunları içerebilmektedir. Zheng'in kavram analizinde kalp yetmezliğinde uyku bozukluğunun; kalp yetmezliği semptomları, uykuda solunum bozuklukları, uykusuzluk ve psikolojik yüklerle ilişkili, uykuya başlama ve uykuyu sürdürmede güçlük ve sık gece uyanmaları ile karakterize çok faktörlü bir durum olduğu belirtilmektedir (Zheng, 2021).

Kalp yetmezliğinin semptom yükü, uyku sürekliliğinin bozulmasında önemli bir role sahip olabilir. Özellikle gece ortaya çıkan veya şiddetlenen semptomlar hastaların kesintisiz uyumasını güçleştirmektedir. Kalp yetmezliği olan bireylerde uyku özelliklerini inceleyen bir çalışmada, gece idrara çıkmak amacıyla uyanma, gece yarısı veya sabah erken saatlerde uyanma, öksürük nedeniyle uyanma ve uykuya dalmada güçlük sık bildirilen uyku sorunları arasında yer almıştır (Gharaibeh et al., 2022). Benzer biçimde kalp yetmezliği olan hastaların uykusuzluk deneyimlerini inceleyen nitel bulgularda ağrı, noktüri, eşlik eden sağlık sorunları ve psikolojik faktörlerin

uykusuzluğu sürdüren etkenler olarak algılandığı bildirilmiştir (Andrews et al., 2013). Bu bulgular, kalp yetmezliğinde uyku sorunlarının yalnızca gece uykusunun süresiyle değil, hastalığın semptom yükü ve hastanın genel klinik durumu ile birlikte değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir.

Kalp yetmezliği olan hastalarda uykuda solunum bozuklukları da uyku bütünlüğünü etkileyebilecek önemli sorunlar arasındadır. Bununla birlikte uykuda solunum bozukluğu ile uykusuzluk aynı klinik durum değildir. Uykuda solunum bozuklukları gece boyunca tekrarlayan solunumsal olaylarla ilişkiliyken, uykusuzluk temel olarak uykuya başlama, uykuyu sürdürme veya uyku kalitesine ilişkin güçlüklerle karakterizedir. Kalp yetmezliği olan hastalarda bu sorunlar bir arada bulunabilse de bildirinin temel konusu hastane kaynaklı uykusuzluk olduğundan, uykuda solunum bozukluklarının ayrı bir klinik sorun olarak değerlendirilmesi kavramsal açıdan önemlidir. Kalp yetmezliği ve uykuda solunum bozukluğu bulunan hastalarla gerçekleştirilen nitel bir araştırmada da kötü uykunun günlük yaşamı etkilediği ve uyku bozukluğunun altında yatan nedenlerin belirlenmesinin hasta merkezli tedavi açısından önemli olduğu bildirilmiştir (Gullvåg et al., 2019).

Kalp yetmezliğinde uyku sorunlarının klinik önemi yalnızca gece yaşanan rahatsızlıklarla sınırlı değildir. Uykusuzluğun gündüz dönemine yansıyan sonuçları da hastaların işlevselliğini etkileyebilir. Kalp yetmezliği olan bireylerin uykusuzluk deneyimlerini değerlendiren çalışmalarda hastalar, uykusuzluğun gündüz işlevleri üzerinde olumsuz etkiler oluşturduğunu ifade etmiştir (Andrews et al., 2013). Kalp yetmezliği ve uykusuzluğu bulunan bireylerde bilişsel davranışçı terapiyi değerlendiren randomize kontrollü bir pilot çalışmada ise uykusuzluğun yorgunluk ve işlevsellik açısından önemli olduğu; uykusuzluğa yönelik bilişsel davranışçı terapinin uykusuzluk ve yorgunluk üzerinde kısa dönemli olumlu etkiler sağlayabildiği gösterilmiştir (Redeker et al., 2015). Dolayısıyla uyku sorununun değerlendirilmesi, yalnızca hastanın gece kaç saat uyuduğunun belirlenmesinden daha kapsamlı olmalıdır.

Kalp yetmezliği nedeniyle hastaneye yatırılan bireylerde mevcut uyku sorunlarına hastane ortamına özgü yeni faktörler de eklenmektedir. Bu nedenle kronik dönemde var olan uykusuzluk ile hastanede ortaya çıkan veya hastane koşullarında şiddetlenen uyku sorunlarının birbirinden ayrılması önemlidir. Hastanede yatan 240 kalp yetmezliği hastasının değerlendirildiği bir çalışmada hastaların %91,2'sinde kötü uyku kalitesi belirlenmiş; uyku kalitesi yaş, beden kütle indeksi, komorbidite sayısı, hastaneye yatış sayısı, kullanılan ilaç sayısı ve hastanede kalış süresi gibi çeşitli değişkenlerle ilişkili bulunmuştur. Aynı çalışmada hastane gürültüsü ile uyku kalitesi arasında da anlamlı ilişki saptanmıştır (Javadi et al., 2015).

Bu bulgular hastanede yatan kalp yetmezliği hastalarında uyku sorununun yalnızca hastalığın doğal bir sonucu olarak değerlendirilmemesi gerektiğini düşündürmektedir. Hastaya ait semptomların yanı sıra hastane ortamı ve bakım süreçleri de uyku üzerinde etkili olabilmektedir. Dolayısıyla hastaneye yatış, bir yandan hastalığın akut semptomlarının yönetildiği bir dönemken diğer yandan hastanın alışılmış uyku düzeninden uzaklaştığı ve yeni uyku bozucu uyaranlarla karşılaştığı bir süreçtir. Bu durum, “hastane kaynaklı uykusuzluk” kavramının ayrıca ele alınmasını gerekli kılmaktadır.

4. Hastane Kaynaklı Uykusuzluk ve Uykuyu Bozan Faktörler

Hastaneye yatış, hastaların alışılmış uyku düzenlerinden uzaklaşmasına ve uyku-uyanıklık döngüsünü etkileyebilecek çok sayıda yeni uyaranla karşılaşmasına neden olabilmektedir. Kalp yetmezliği olan hastalarda ise hastalığa bağlı semptomlar ve hastane ortamına özgü etkenler bir araya gelerek uykuya başlamayı, uykunun sürdürülmesini ve dinlendirici bir uyku deneyimini güçleştirebilir. Bu bağlamda hastane kaynaklı uykusuzluk, hastaneye yatış sırasında ortaya çıkan veya hastane koşullarıyla ilişkili olarak mevcut uyku sorunlarının kötüleştiği bir durum olarak ele alınmaktadır. Kalp yetmezliği olan hastalarda hastane kaynaklı uykusuzluğun nedenlerini ve yönetimini değerlendiren literatürde; gürültü, ışık ve tıbbi uygulamalar gibi hastane ortamına ilişkin faktörlerin yanı sıra dispne ve noktüri gibi klinik semptomların da uyku sorunlarına katkıda bulunduğu bildirilmektedir (Atay & Çiftçi, 2025).

Hastane ortamının fiziksel özellikleri, uyku bütünlüğünü etkileyebilecek önemli faktörlerden biridir. Hastane çalışanlarının faaliyetlerinden ve diğer hastalardan kaynaklanan sesler, oda içindeki hareketlilik, tıbbi cihazlardan kaynaklanan sesler ve gece boyunca devam eden aydınlatma hastaların uykuya dalmasını veya uykuyu sürdürmesini güçleştirebilir. Hastanede yatan 240 kalp yetmezliği hastasıyla gerçekleştirilen bir araştırmada hastaların %91,2'sinde kötü uyku kalitesi saptanmış ve hastane gürültüsü ile uyku kalitesi arasında anlamlı ilişki olduğu belirlenmiştir. Aynı çalışmada yaş, beden kütle indeksi, komorbidite sayısı, hastaneye yatış sayısı, kullanılan ilaç sayısı ve hastanede kalış süresi gibi bireysel ve klinik özelliklerin de uyku kalitesiyle ilişkili olduğu bildirilmiştir (Javadi et al., 2015). Bu sonuçlar, hastanede uyku sorununun yalnızca fiziksel çevreye bağlanamayacağını, bireysel ve klinik özelliklerle birlikte değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir.

Hastane ortamına ilişkin bulgular, kalp yetmezliği hastalarında hastane kaynaklı uykusuzluğu doğrudan inceleyen çalışmalarla da desteklenmektedir. Atay ve Çiftçi'nin 156 hastanın nicel, 21 hastanın ise nitel değerlendirmeye alındığı karma yöntem araştırmasında hastane kaynaklı uykusuzluğun fiziksel çevre, psikolojik, güvenlik, sosyoekonomik ve beslenmeyle ilişkili faktörlerle bağlantılı olduğu belirlenmiştir. Nitel görüşmelerde özellikle gürültü, ışık, hastalığa ilişkin kaygı ve odada bulunan diğer hastalar uykuyu bozan faktörler olarak ifade edilmiştir (Atay & Çiftçi, 2026). Bununla birlikte bu çalışmanın özgün araştırma niteliğinde olması nedeniyle, mevcut derlemede söz konusu bulgular hastane kaynaklı uykusuzluğun çok boyutlu yapısını destekleyen kanıtlardan biri olarak değerlendirilmektedir.

Hastane ortamının yanı sıra bakım ve tedavi süreçleri de gece uykusunun sürekliliğini etkileyebilmektedir. Hastanın klinik durumuna göre gece gerçekleştirilen vital bulgu izlemleri, ilaç uygulamaları ve diğer bakım girişimleri uykunun kesintiye uğramasına katkıda bulunabilir. Nitekim mevcut bildirinin temelini oluşturan özette de çevresel gürültü ve ışığın yanı sıra gece gerçekleştirilen hemşirelik bakımı, vital bulgu izlemleri ve ilaç uygulamaları hastane yatışı sırasında uykuyu etkileyebilecek faktörler arasında ele alınmaktadır. Bu noktada amaç gerekli klinik izlemin sınırlandırılması değil, hastanın güvenliği ve klinik gereksinimleri gözetilerek bakım faaliyetlerinin mümkün olduğunca uyku bütünlüğünü koruyacak şekilde planlanmasıdır.

Kalp yetmezliğine özgü semptomlar da hastane kaynaklı uykusuzluğun gelişmesinde veya mevcut uyku sorunlarının şiddetlenmesinde rol oynayabilir. Dispne ve ortopne hastanın yatış pozisyonunu ve gece konforunu etkileyebilirken; noktüri gece boyunca tekrarlayan uyanmalara neden olabilir. Ağrı, öksürük ve diğer fiziksel rahatsızlıklar da uyku sürekliliğini bozabilir. Kalp yetmezliği olan hastaların uyku deneyimlerine ilişkin çalışmalarda noktüri, ağrı, eşlik eden sağlık sorunları ve psikolojik faktörlerin uykusuzluğu sürdüren faktörler arasında olduğu bildirilmiştir (Andrews et al., 2013). Kalp yetmezliği semptomları ile uyku arasındaki ilişkinin incelendiği çalışmalarda da dispne ve gece yaşanan kardiyopulmoner semptomların uyku bozukluklarıyla ilişkili olduğu gösterilmiştir (Johansson et al., 2012).

Hastaneye yatışın oluşturduğu psikolojik yük de uyku sorunlarının değerlendirilmesinde göz önünde bulundurulmalıdır. Hastalığın kötüleşmesine ilişkin endişe, tedavi sürecindeki belirsizlik, yabancı bir ortamda bulunma ve günlük yaşam düzeninden uzaklaşma hastanın kaygı ve stres düzeyini artırabilir. Kalp yetmezliğinde uykusuzluğun anksiyete ve hastalığın yarattığı belirsizlik gibi psikolojik faktörlerle ilişkili olabileceği uzun süredir bildirilmektedir (Broström & Johansson, 2005). Hastane kaynaklı uykusuzluğa ilişkin doğrudan hasta deneyimlerinde de hastalığa yönelik kaygının uyku önündeki engellerden biri olduğu görülmektedir (Atay & Çiftçi, 2026).

Dolayısıyla kalp yetmezliği olan hastalarda hastane kaynaklı uykusuzluk; çevresel koşullar, bakım ve tedavi uygulamaları, hastalık semptomları ve psikolojik faktörlerin birbiriyle etkileşebildiği çok boyutlu bir sorun olarak değerlendirilmelidir. Uykuyu bozan faktörlerin bir kısmının hastalığın kendisiyle ilişkili olması ve doğrudan değiştirilememesi mümkünken; gürültü, ışık ve bakımın zamanlaması gibi bazı faktörler bakım sürecinde

düzenlenebilir niteliktedir. Bu özellik, hastane kaynaklı uykusuzluğu hem hasta konforu hem de hemşirelik bakımı açısından önemli ve potansiyel olarak değiştirilebilir bir bakım sorunu hâline getirmektedir.

5. Hastane Kaynaklı Uykusuzluğun Fizyolojik ve Bilişsel Etkileri

Uyku, fiziksel ve bilişsel işlevlerin sürdürülmesinde önemli bir role sahiptir. Kalp yetmezliği olan hastalarda yetersiz veya bölünmüş uyku; hastalığa bağlı yorgunluk, dispne, egzersiz intoleransı ve fonksiyonel kapasitedeki azalmaya eşlik ederek gündüz işlevselliğini olumsuz etkileyebilir. Nitekim kalp yetmezliğinde uyku bozukluklarının gündüz uykululuğu ve yaşam kalitesindeki azalma ile ilişkili olduğu bildirilmektedir (Broström & Johansson, 2005). Benzer şekilde kötü uyku kalitesi ile yorgunluk arasında ilişki saptanmış (Lainsamputty & Chen, 2018); hastane kaynaklı uykusuzluk yaşayan kalp yetmezliği hastaları ise yorgunluk, güçsüzlük, irritabilite ve huzursuzluk gibi sorunlar bildirmiştir (Atay & Çiftçi, 2026).

Uykusuzluğun bilişsel işlevler üzerindeki olası etkileri de kalp yetmezliği yönetimi açısından önemlidir. Kalp yetmezliği olan bireylerde uykuya başlamada güçlük ve erken uyanma gibi uykusuzluk belirtilerinin daha düşük bilişsel performansla ilişkili olduğu bildirilmiştir (Gharzeddine et al., 2021). Riegel ve Weaver da yetersiz uykunun bilişsel işlevleri etkileyerek etkili kalp yetmezliği öz bakımı için gerekli olan dikkat, karar verme ve problem çözme süreçlerini güçleştirebileceğini öne sürmektedir (Riegel & Weaver, 2009).

Uyku bozuklukları otonom sinir sistemi, stres yanıtı ve inflamatuvar süreçlerdeki değişikliklerle de ilişkilendirilmektedir. Ancak kalp yetmezliğindeki fizyolojik mekanizmalara ilişkin kanıtların bir bölümünün uykusuzluktan ziyade uykuda solunum bozukluklarına dayanması nedeniyle, bu etkilerin doğrudan hastane kaynaklı uykusuzluğa atfedilmesinde dikkatli olunmalıdır. Bu nedenle mevcut kanıtlar, hastane kaynaklı uykusuzluğun kalp yetmezliği hastalarında özellikle yorgunluk, gündüz işlevselliğinde azalma ve bilişsel güçlüklerle ilişkili olabileceğini düşündürmektedir. Bu etkiler, hastanın tedavi sürecine katılımını ve öz bakım davranışlarını sürdürmesini de potansiyel olarak etkileyebilir.

6. Hastane Kaynaklı Uykusuzluğun Kalp Yetmezliğinde Hastalık Yönetimi ve Öz Bakım Üzerine Etkisi

Kalp yetmezliğinde hastalık yönetiminin başarısı, farmakolojik tedavinin yanı sıra hastanın günlük öz bakım davranışlarına aktif katılımını gerektirmektedir. Öz bakım; ilaçların önerildiği şekilde kullanılması, beslenme ve sıvı yönetimine ilişkin önerilerin uygulanması, semptomların izlenmesi ve kötüleşme belirtilerine uygun yanıt verilmesini kapsayan dinamik bir süreçtir (Riegel & Weaver, 2009). Bu nedenle etkili hastalık yönetimi, hastanın verilen bilgileri anlamasını, hatırlamasını ve günlük yaşamında uygulayabilmesini gerektirmektedir.

Hastane kaynaklı uykusuzluk bu süreçleri olumsuz etkileyebilecek faktörlerden biri olabilir. Yetersiz ve bölünmüş uykuya eşlik eden yorgunluk, gündüz uykululuğu ve bilişsel güçlükler, hastanın bakım ve eğitim süreçlerine katılımını zorlaştırabilir. Yetersiz uykunun bilişsel işlevleri etkileyerek kalp yetmezliği öz bakımı için gerekli üst düzey bilişsel süreçleri güçleştirebileceği öne sürülmektedir (Riegel & Weaver, 2009). Ayrıca kalp yetmezliği ve uykusuzluğu bulunan bireylerde düşük öz bakım düzeyinin daha fazla yorgunluk, anksiyete ve stres ile daha düşük bilişsel yeteneklerle ilişkili olduğu bildirilmiştir (Conley et al., 2022).

Bilişsel işlevler, uyku ve öz bakım arasındaki ilişkinin açıklanmasında özellikle önemlidir. Kalp yetmezliği nedeniyle hastanede yatan hastalarda bellek bozukluğunun daha düşük öz bakım düzeyiyle ilişkili olduğu (Hajduk et al., 2013); dikkat ve yürütücü işlevlerdeki düşük performansın ise tedaviye uyum, ilaç yönetimi ve beslenme önerilerinin uygulanmasıyla ilişkili olduğu gösterilmiştir (Alosco et al., 2012). Bu bulgular, uykusuzluğa eşlik edebilecek bilişsel güçlüklerin hastanın tedavi planını anlamasını ve öz bakım davranışlarını sürdürmesini potansiyel olarak etkileyebileceğini düşündürmektedir.

İlaçların doğru doz ve zamanda alınması, hastaya özgü beslenme ve sıvı yönetimi önerilerinin uygulanması, günlük durumun izlenmesi ve kötüleşen semptomların erken fark edilmesi kalp yetmezliği yönetiminin önemli bileşenleridir. Özellikle vücut ağırlığındaki değişiklikler, dispne, ödem ve yorgunluk gibi belirtilerin izlenmesi; hastanın bu değişiklikleri yorumlamasını ve gerektiğinde sağlık profesyonelleriyle iletişime geçmesini

gerektirmektedir (Riegel et al., 2009). Bu nedenle uykusuzluğa bağlı olabilecek dikkat, bellek ve karar verme güçlükleri söz konusu davranışların sürdürülmesini zorlaştırabilir. Bununla birlikte mevcut kanıtlar hastane kaynaklı uykusuzluğun doğrudan ilaç uyumsuzluğuna, beslenme ve sıvı yönetiminin bozulmasına veya semptom izleminin yetersizliğine neden olduğunu göstermemektedir; bu ilişkiler olası mekanizmalar olarak değerlendirilmelidir.

Hastane kaynaklı uykusuzluk özellikle taburculuk sürecinde de önem taşıyabilir. Hastalara yatış sırasında ilaç kullanımı, semptom takibi, beslenme, fiziksel aktivite ve sağlık hizmetine ne zaman başvurulacağı konusunda yoğun eğitim verilmektedir. Gece yeterince uyuyamayan hastalarda gelişen yorgunluk ve bilişsel güçlükler, eğitime hazır oluşu ve verilen bilgilerin işlenmesini zorlaştırabilir. Kalp yetmezliğinde bilişsel işlevlerin öz bakım açısından önemli olduğu ve yalnızca hastalık bilgisinin yeterli olmayabileceği gösterilmiştir (Vaughan Dickson et al., 2011). Bu nedenle taburculuk eğitiminin planlanmasında hastanın uyku durumu, yorgunluğu ve eğitime hazır oluşunun da dikkate alınması yararlı olabilir.

Sonuç olarak kalp yetmezliğine bağlı dispne, ortopne ve noktüri uykuyu bozabilirken, bozulan uykuya eşlik eden yorgunluk ve bilişsel güçlükler de hastanın öz bakım kapasitesini olumsuz etkileyebilir. Böylece hastalık semptomları, uyku bozulması ve öz bakım güçlükleri arasında karşılıklı bir etkileşim ortaya çıkabilir (Riegel & Weaver, 2009). Bu doğrultuda hastane kaynaklı uykusuzluk, kalp yetmezliğinde öz bakım ve hastalık yönetimini etkileyebilecek potansiyel ve değiştirilebilir bir bakım faktörü olarak ele alınmalıdır.

7. Hastane Kaynaklı Uykusuzluğun Yönetiminde Hemşirelik Yaklaşımları

Kalp yetmezliği olan hastalarda hastane kaynaklı uykusuzluğun yönetiminde hemşireler önemli bir role sahiptir. Uyku sorunlarının fiziksel, psikolojik ve çevresel birçok faktörle ilişkili olması nedeniyle bakımın ilk basamağı, hastanın hastaneye yatış öncesindeki uyku özellikleri ile hastanede yaşadığı değişikliklerin sistematik olarak değerlendirilmesidir. Uykuya dalma güçlüğü, gece uyanmaları, toplam uyku süresi ve gündüz uykululuğunun yanı sıra dispne, ortopne, noktüri, ağrı, kaygı ve stres gibi uykuyu etkileyebilecek faktörlerin de değerlendirilmesi önemlidir (Zheng, 2021).

Hemşirelik bakımında değiştirilebilir çevresel faktörlerin kontrolü de önem taşımaktadır. Gürültünün azaltılması, gereksiz ışık maruziyetinin sınırlandırılması ve oda ortamının dinlenmeyi destekleyecek şekilde düzenlenmesi uyku bütünlüğünün korunmasına katkı sağlayabilir. Kalp yetmezliği hastalarında hastane kaynaklı uykusuzluğu inceleyen çalışmada gürültü, ışık ve odadaki diğer hastalar önemli uyku engelleri arasında bildirilmiştir (Atay & Çiftçi, 2026). Ayrıca hastanın klinik güvenliği gözetilerek gece bakım girişimlerinin mümkün olduğunca bir arada planlanması ve gereksiz uyandırmaların azaltılması düşünülebilir.

Dispne, ortopne, ağrı ve noktüri gibi kalp yetmezliği semptomlarının değerlendirilmesi ve yönetimi de uyku bakımının önemli bir parçasıdır. Hastanın uygun pozisyonda desteklenmesi, rahatlığının sağlanması ve gece semptomlarındaki değişikliklerin izlenmesi uykuya geçişi destekleyebilir. Farmakolojik olmayan yaklaşımlar da değerlendirilebilir. Stabil kalp yetmezliği ve kronik uykusuzluğu olan hastalarda bilişsel davranışçı terapinin (CBT-I) uykusuzluk ve yorgunluk üzerinde olumlu etkileri bildirilmiştir (Redeker et al., 2015). Ancak bu bulguların akut hastane ortamındaki hastane kaynaklı uykusuzluğa doğrudan genellenmesinde dikkatli olunmalıdır.

Sonuç olarak hastane kaynaklı uykusuzluğun hemşirelik yönetimi; uyku durumunun değerlendirilmesi, uykuyu bozan faktörlerin belirlenmesi, çevresel uyaranların azaltılması, bakım faaliyetlerinin uyku bütünlüğü gözetilerek planlanması ve kalp yetmezliği semptomlarının etkin yönetimini içermelidir. Uyku gereksiniminin rutin hemşirelik bakımına dâhil edilmesi, hastane kaynaklı uykusuzluğun erken fark edilmesini ve bireyselleştirilmiş girişimlerin planlanmasını destekleyebilir.

8. Sonuç ve Öneriler

Kalp yetmezliği olan hastalarda hastane kaynaklı uykusuzluk; hastalığa bağlı semptomlar, psikolojik etkenler, çevresel koşullar ve bakım uygulamalarının etkisiyle ortaya çıkabilen çok boyutlu ve potansiyel olarak değiştirilebilir bir bakım sorunudur. Uykusuzluğa eşlik eden yorgunluk, gündüz işlevselliğinde azalma ve bilişsel güçlükler, hastanın öz bakım ve hastalık yönetimine katılımını olumsuz etkileyebilir.

Bu nedenle hastanede yatan kalp yetmezliği hastalarında uyku durumunun sistematik olarak değerlendirilmesi, uykuyu bozan faktörlerin erken belirlenmesi, gürültü ve ışık gibi değiştirilebilir çevresel etkenlerin azaltılması ve bakım uygulamalarının mümkün olduğunca uyku bütünlüğünü koruyacak biçimde planlanması önerilmektedir. Hastane kaynaklı uykusuzluğun erken tanılanması ve bireyselleştirilmiş hemşirelik girişimlerinin uygulanması bütüncül hastalık yönetimini destekleyebilir. Gelecekte yapılacak çalışmalarda hastane kaynaklı uykusuzluğun öz bakım davranışları, tedaviye uyum ve taburculuk sonrası klinik sonuçlar üzerindeki etkisinin doğrudan incelenmesi önerilmektedir.

9. Kaynaklar

Alosco, M. L., Spitznagel, M. B., van Dulmen, M., Raz, N., Cohen, R., Sweet, L. H., Colbert, L. H., Josephson, R., Hughes, J., & Rosneck, J. (2012). Cognitive function and treatment adherence in older adults with heart failure. Psychosomatic medicine, 74(9), 965.

Andrews, L. K., Coviello, J., Hurley, E., Rose, L., & Redeker, N. S. (2013). “I'd eat a bucket of nails if you told me it would help me sleep:” Perceptions of insomnia and its treatment in patients with stable heart failure. Heart & lung, 42(5), 339-345.

Atay, M. E., & Çiftçi, B. (2025). Insomnıa ın Heart Faılure Patıents ın a Hospıtal Settıng: Causes, Consequences, and Interventıons. Current Cardiology Reports, 27(1), 108.

Atay, M. E., & Çiftçi, B. (2026). Hospital-acquired insomnia in patients with heart failure: a mixed methods study. BMC nursing, 25(1), 151.

Broström, A., & Johansson, P. (2005). Sleep disturbances in patients with chronic heart failure and their holistic consequences—what different care actions can be implemented? European Journal of Cardiovascular Nursing, 4(3), 183-197.

Conley, S., Jeon, S., Andrews, L. K., Breazeale, S., Hwang, Y., O’Connell, M., Linsky, S., & Redeker, N. S. (2022). Trajectory of self-care in people with stable heart failure and insomnia after two self-care interventions. Patient education and counseling, 105(12), 3487-3493.

Gharaibeh, B., Al-Absi, I., Abuhammad, S., Gharaibeh, M., & Jarrah, M. (2022). Sleep quality among different classes of heart failure patients in Jordan: A STROBE compliant cross-sectional study. Medicine, 101(48), e32069.

Gharzeddine, R., Yu, G., McCarthy, M. M., & Dickson, V. V. (2021). Associations of insomnia symptoms with cognition in persons with heart failure. Western journal of nursing research, 43(12), 1105-1117.

Gullvåg, M., Gjeilo, K. H., Fålun, N., Norekvål, T. M., Mo, R., & Broström, A. (2019). Sleepless nights and sleepy days: a qualitative study exploring the experiences of patients with chronic heart failure and newly verified sleep-disordered breathing. Scandinavian journal of caring sciences, 33(3), 750-759.

Hajduk, A. M., Lemon, S. C., McManus, D. D., Lessard, D. M., Gurwitz, J. H., Spencer, F. A., Goldberg, R. J., & Saczynski, J. S. (2013). Cognitive impairment and self-care in heart failure. Clinical epidemiology, 407-416.

Jaarsma, T., Hill, L., Bayes-Genis, A., La Rocca, H.-P. B., Castiello, T., Čelutkienė, J., Marques-Sule, E., Plymen, C. M., Piper, S. E., & Riegel, B. (2021). Self-care of heart failure patients: practical management

recommendations from the Heart Failure Association of the European Society of Cardiology. European journal of heart failure, 23(1), 157-174.

Javadi, N., Darvishpour, A., Mehrdad, N., & Lakeh, N. M. (2015). Survey of sleep status and its related factors among hospitalized patients with heart failure. The Journal of Tehran University Heart Center, 10(1), 9.

Johansson, P., Riegel, B., Svensson, E., Broström, A., Alehagen, U., Dahlström, U., & Jaarsma, T. (2012). The contribution of heart failure to sleep disturbances and depressive symptoms in older adults. Journal of geriatric psychiatry and neurology, 25(3), 179-187.

Lainsamputty, F., & Chen, H.-M. (2018). The correlation between fatigue and sleep quality among patients with heart failure. NurseLine Journal, 3(2), 100-114.

Redeker, N. S., Jeon, S., Andrews, L., Cline, J., Jacoby, D., & Mohsenin, V. (2015). Feasibility and efficacy of a self-management intervention for insomnia in stable heart failure. Journal of Clinical Sleep Medicine, 11(10), 1109-1119.

Riegel, B., Moser, D. K., Anker, S. D., Appel, L. J., Dunbar, S. B., Grady, K. L., Gurvitz, M. Z., Havranek, E. P., Lee, C. S., & Lindenfeld, J. (2009). State of the science: promoting self-care in persons with heart failure: a scientific statement from the American Heart Association. Circulation, 120(12), 1141-1163.

Riegel, B., & Weaver, T. E. (2009). Poor sleep and impaired self-care: towards a comprehensive model linking sleep, cognition, and heart failure outcomes. European Journal of Cardiovascular Nursing, 8(5), 337-344.

Vaughan Dickson, V., Lee, C. S., & Riegel, B. (2011). How do cognitive function and knowledge affect heart failure self-care? Journal of Mixed Methods Research, 5(2), 167-189.

Zheng, T. (2021). Sleep disturbance in heart failure: A concept analysis. Nursing forum.

KALP YETMEZLİĞİ OLAN HASTALARDA HASTANE KAYNAKLI UYKUSUZLUĞUN AZALTILMASINA YÖNELİK NONFARMAKOLOJİK YAKLAŞIMLAR

Dr. Öğr. Üyesi, Mehmet Emin ATAY (Birinci yazar)1/ Doç. Dr., Bahar ÇİFTÇİ (İkinci yazar)2

1 Mardin Artuklu Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Esasları, eminatay@artuklu.edu.tr, 0000-0002-5373-9031

2 Atatürk Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi, Hemşirelik Esasları; HGF Agro, Ata Teknokent, Erzurum, TR-25240, Türkiye; bahar.ciftci@atauni.edu.tr, 0000-0001-6221-3042

Özet

Kalp yetmezliği olan hastalarda uyku sorunları, hastalığa özgü semptomların yanı sıra hastane ortamına bağlı çevresel ve bakım ilişkili faktörler nedeniyle sıklıkla ortaya çıkabilmektedir. Gürültü, ışık, gece saatlerinde gerçekleştirilen bakım girişimleri, vital bulgu izlemleri, tanısal işlemler, ağrı, dispne, ortopne ve noktüri uyku sürekliliğini bozarak hastane kaynaklı uykusuzluğa katkıda bulunabilir. Farmakolojik uyku tedavilerinin yaşlılık, çoklu ilaç kullanımı, düşme riski ve olası ilaç etkileşimleri gibi sınırlılıkları dikkate alındığında, nonfarmakolojik yaklaşımlar özellikle önem kazanmaktadır. Bu derlemenin amacı, kalp yetmezliği olan hastalarda hastane kaynaklı uykusuzluğun azaltılmasında kullanılabilecek nonfarmakolojik yaklaşımları güncel literatür doğrultusunda değerlendirmektir. Uyku hijyeninin desteklenmesi, gece döneminde ışık ve gürültünün azaltılması, bakım uygulamalarının mümkün olduğunca kümelendirilmesi, gereksiz gece müdahalelerinin sınırlandırılması ve uygun oda koşullarının sağlanması temel çevresel düzenlemeler arasında yer almaktadır. Bunun yanı sıra gevşeme egzersizleri, kontrollü solunum uygulamaları, müzik dinleme, masaj, uygun pozisyonlama ve bireyselleştirilmiş uyku rutinlerinin desteklenmesi uyku kalitesini artırmaya yönelik uygulanabilir girişimler olarak öne çıkmaktadır. Kalp yetmezliği olan hastalarda dispne, ortopne, ağrı ve noktürinin etkin biçimde yönetilmesi de uyku bütünlüğünün korunmasında önemli bir bileşendir. Sonuç olarak hastane kaynaklı uykusuzluğun azaltılmasında çok bileşenli ve bireyselleştirilmiş nonfarmakolojik yaklaşımlar, güvenli ve uygulanabilir bakım stratejileri sunabilir. Hemşirelerin uyku sorunlarını sistematik olarak değerlendirmesi ve uyku dostu bakım uygulamalarını klinik rutine entegre etmesi, hastaların hastanede uyku deneyiminin iyileştirilmesine katkı sağlayabilir.

Anahtar Kelimeler: kalp yetmezliği, hastane kaynaklı uykusuzluk, nonfarmakolojik yaklaşımlar, uyku kalitesi, hemşirelik.

NON-PHARMACOLOGICAL APPROACHES TO REDUCING HOSPITAL-ACQUIRED INSOMNIA IN PATIENTS WITH HEART FAILURE

Asst. Prof., Mehmet Emin ATAY (First author)1/ Assoc. Prof., Bahar ÇİFTÇİ (Second author)2

1 Mardin Artuklu University, Faculty of Health Sciences, Fundamentals of Nursing, eminatay@artuklu.edu.tr, 0000-0002-5373-9031

2 Atatürk University, Faculty of Nursing, Department of Fundamentals of Nursing; HGF Agro, Ata Teknokent, Erzurum, TR-25240, Türkiye, bahar.ciftci@atauni.edu.tr, 0000-0001-6221-3042

Abstract

Sleep problems are common among patients with heart failure due to both disease-specific symptoms and environmental and care-related factors associated with hospitalization. Noise, light exposure, nighttime nursing interventions, vital sign monitoring, diagnostic procedures, pain, dyspnea, orthopnea, and nocturia may disrupt sleep continuity and contribute to hospital-acquired insomnia. Considering the limitations of pharmacological sleep treatments, particularly in relation to older age, polypharmacy, fall risk, and potential drug interactions, non-pharmacological approaches have gained particular importance. This review aims to evaluate non-pharmacological approaches that may be used to reduce hospital-acquired insomnia in patients with heart failure in light of the current literature. Supporting sleep hygiene, reducing nighttime noise and light exposure, clustering care activities whenever possible, limiting unnecessary nighttime interruptions, and optimizing room conditions are among the principal environmental strategies. In addition, relaxation exercises, controlled breathing techniques, music interventions, massage, appropriate positioning, and individualized sleep routines have emerged as feasible interventions for improving sleep quality. Effective management of dyspnea, orthopnea, pain, and nocturia in patients with heart failure is also an important component of maintaining sleep continuity. In conclusion, multicomponent and individualized non-pharmacological approaches may provide safe and feasible care strategies for reducing hospital-acquired insomnia. Systematic assessment of sleep problems by nurses and integration of sleep-promoting practices into routine clinical care may contribute to improving the sleep experience of hospitalized patients with heart failure.

Keywords: heart failure, hospital-acquired insomnia, non-pharmacological approaches, sleep quality, nursing.

1. Giriş

Kalp yetmezliği olan hastalarda uyku sorunları, hastalığa bağlı semptomların yanı sıra psikolojik ve çevresel faktörlerden etkilenebilen çok boyutlu bir sorundur. Dispne, ağrı ve gece ortaya çıkan kardiyopulmoner semptomların uyku bozukluklarıyla ilişkili olduğu; kalp yetmezliğinde uyku sorunlarının değerlendirilmesinde fiziksel, psikolojik ve çevresel etkenlerin birlikte ele alınması gerektiği bildirilmektedir (Johansson et al., 2012; Zheng, 2021).

Hastaneye yatışla birlikte bu faktörlere gürültü, ışık, gece gerçekleştirilen bakım girişimleri ve diğer çevresel uyaranlar da eklenebilmektedir. Kalp yetmezliği olan hastalarda hastane kaynaklı uykusuzluğa ilişkin bulgular, özellikle gürültü, ışık, hastalığa ilişkin kaygı ve odadaki diğer hastaların uykuyu bozabildiğini göstermektedir (Atay & Çiftçi, 2026). Bu çalışmada da hastane kaynaklı uykusuzluğa katkıda bulunabilecek faktörler arasında gürültü, ışık, gece bakım girişimleri, vital bulgu izlemleri, tanısal işlemler, ağrı, dispne, ortopne ve noktüri ele alınmaktadır.

Farmakolojik uyku tedavilerinin özellikle ileri yaş, çoklu ilaç kullanımı, düşme riski ve olası ilaç etkileşimleri açısından taşıyabileceği sınırlılıklar, hastanede uygulanabilecek nonfarmakolojik yaklaşımların önemini artırmaktadır. Uyku hijyeninin desteklenmesi, çevresel uyaranların azaltılması ve bakım uygulamalarının uyku bütünlüğünü koruyacak biçimde düzenlenmesi gibi yaklaşımlar, hemşirelik bakımına entegre edilebilecek girişimler arasında değerlendirilmektedir (Atay & Çiftçi, 2025).

Bu çalışmanın amacı, kalp yetmezliği olan hastalarda hastane kaynaklı uykusuzluğun azaltılmasında kullanılabilecek nonfarmakolojik yaklaşımları güncel literatür doğrultusunda değerlendirmek ve bu yaklaşımların hemşirelik bakımındaki yerini ortaya koymaktır.

2. Kalp Yetmezliğinde Hastane Kaynaklı Uykusuzluk

Kalp yetmezliği olan hastalarda uyku sorunları hastalığın kendisine bağlı faktörler ile hastane ortamına özgü etkenlerin bir araya gelmesiyle gelişebilir. Dispne, ortopne, noktüri, ağrı ve psikolojik yük uykuya dalmayı ve uykunun sürdürülmesini güçleştirebilir. Kalp yetmezliği olan bireylerde özellikle dispne ve ağrı gibi fiziksel semptomların uyku bozukluklarıyla ilişkili olduğu gösterilmiştir (Johansson et al., 2012). Ayrıca noktüri ve psikolojik faktörlerin uykusuzluğu sürdüren etkenler arasında bulunduğu bildirilmektedir (Andrews et al., 2013).

Hastaneye yatışla birlikte gürültü, ışık, gece bakım girişimleri, vital bulgu izlemleri ve tanısal işlemler gibi dış etkenler de mevcut uyku sorunlarına eklenebilmektedir. Bu çalışmada hastane kaynaklı uykusuzluk, hastanede ortaya çıkan veya hastane koşulları nedeniyle mevcut uyku sorunlarının kötüleştiği durum bağlamında ele alınmaktadır. Kalp yetmezliği nedeniyle hastanede yatan hastalarda yapılan bir çalışmada da gürültü, ışık, hastalığa ilişkin kaygı ve odadaki diğer hastalar uykuyu bozan önemli faktörler olarak bildirilmiştir (Atay & Çiftçi, 2026).

Bu nedenle hastane kaynaklı uykusuzluğun yönetiminde yalnızca hastaya ait faktörlere odaklanmak yeterli değildir. Hastane ortamının düzenlenmesi, bakım uygulamalarının zamanlaması ve kalp yetmezliğine bağlı gece semptomlarının kontrolü birlikte değerlendirilmelidir. Bu faktörlerin bir bölümünün değiştirilebilir olması, nonfarmakolojik yaklaşımları hastane kaynaklı uykusuzluğun azaltılmasında önemli bir bakım seçeneği hâline getirmektedir (Atay & Çiftçi, 2025).

3. Nonfarmakolojik Yaklaşımların Önemi

Hastane kaynaklı uykusuzluğun yönetiminde farmakolojik ve nonfarmakolojik yöntemlerden yararlanılabilmektedir. Ancak özellikle ileri yaştaki ve birden fazla ilaç kullanan hastalarda sedatif-hipnotik ilaçların gündüz uykululuğu, düşme ve ilaç etkileşimleri gibi olası riskleri nedeniyle nonfarmakolojik yaklaşımlar önem kazanmaktadır. Hastanede yatan yaşlı bireylerde uyku sorunlarının yönetiminde ilaç yan etkileri ve polifarmasi riski nedeniyle öncelikle nonfarmakolojik girişimlerin değerlendirilmesi önerilmektedir (Arora & Stewart, 2017).

Nonfarmakolojik yaklaşımlar; uyku hijyeninin desteklenmesi, çevresel uyaranların azaltılması, bakım uygulamalarının düzenlenmesi, uygun pozisyonlama ve gevşemeyi destekleyen girişimler gibi farklı uygulamaları kapsamaktadır. Bu yöntemlerin önemli bir avantajı, hastanın uyku sorununa katkıda bulunan değiştirilebilir faktörlerin doğrudan ele alınmasına olanak sağlamasıdır. Kalp yetmezliği olan hastalarda yapılan randomize kontrollü bir çalışmada uyku hijyeni uygulamasının uyku kalitesini iyileştirdiği bildirilmiştir (LOFA et al., 2024). Hastanede yatan yetişkinlerde yapılan sistematik bir derlemede ise çevresel düzenlemeler ile gevşeme temelli uygulamaların uyku üzerinde yararlı olabileceği, ancak çalışmalar arasındaki yöntemsel farklılıklar nedeniyle kanıtların dikkatli yorumlanması gerektiği belirtilmiştir (Acharya et al., 2024).

Hastane kaynaklı uykusuzluk tek bir nedene bağlı gelişmediğinden, yalnızca bir faktöre yönelik girişim her hastada yeterli olmayabilir. Nitekim hastanede yatan yetişkinlere yönelik güncel bir sistematik derleme; çevresel ve semptomatik kontrol, uyku değerlendirmesi, günlük aktivitelerin planlanması ve bireyselleştirilmiş bakım gibi farklı hemşirelik girişimlerinin birlikte ele alınmasının önemini vurgulamaktadır (Mendonça et al., 2025). Bu nedenle kalp yetmezliği olan hastalarda bireyselleştirilmiş ve çok bileşenli nonfarmakolojik yaklaşımların benimsenmesi; çevresel düzenlemeler, bakımın planlanması, gevşemeyi destekleyen uygulamalar ve semptom yönetiminin birbirini tamamlayan bileşenler olarak ele alınması uygun görünmektedir.

4. Çevresel Düzenlemeler ve Uyku Dostu Hastane Ortamı

Hastane ortamındaki gürültü ve ışık, uyku bütünlüğünü bozabilen değiştirilebilir faktörler arasındadır. Tıbbi cihaz alarmları, sağlık çalışanlarının konuşmaları, oda içindeki hareketlilik ve gece boyunca devam eden aydınlatma uykuya dalmayı güçleştirebilir ve gece uyanmalarını artırabilir. Bu nedenle gece saatlerinde ortam seslerinin azaltılması, gereksiz aydınlatmanın sınırlandırılması ve oda koşullarının dinlenmeyi destekleyecek biçimde düzenlenmesi hastane kaynaklı uykusuzluğun azaltılmasında önem taşımaktadır. Yoğun bakım hastalarında yapılan sistematik incelemelerde de ışık ve gürültüyü azaltmaya yönelik göz maskesi, kulak tıkacı ve sessiz zaman uygulamalarının uyku kalitesini destekleyebildiği bildirilmiştir (Fang et al., 2024). Benzer şekilde, yoğun bakım hastalarını kapsayan bir meta-analizde göz maskesi ve kulak tıkacının birlikte kullanımının öz bildirime dayalı uyku kalitesinde iyileşmeyle ilişkili olduğu gösterilmiştir (Fang et al., 2021).

Uyku dostu hastane ortamının oluşturulmasında yalnızca fiziksel çevrenin değil, gece bakım faaliyetlerinin zamanlamasının da dikkate alınması gerekir. Vital bulgu izlemleri, ilaç uygulamaları, tanısal işlemler ve diğer bakım girişimleri klinik açıdan gerekli olmakla birlikte, sık aralıklarla gerçekleştirildiğinde uyku sürekliliğini bozabilir. Bu nedenle hastanın klinik güvenliği ve izlem gereksinimleri öncelikli olmak koşuluyla bakım girişimlerinin mümkün olduğunca kümelendirilmesi, gereksiz uyandırmaların azaltılması ve kesintisiz dinlenme dönemlerinin korunması düşünülebilir. Uyku destekleyici bakım paketlerinde gürültünün azaltılması, gece bakımının kümelendirilmesi, sessiz zaman uygulaması ve doğal sirkadiyen ritmin desteklenmesi temel yaklaşımlar arasında yer almaktadır (Beck Edvardsen & Hetmann, 2020).

Çevresel düzenlemelerin tek başına uygulanması yerine birbirini tamamlayan girişimler şeklinde planlanması da yararlı olabilir. Koroner bakım ünitesinde gerçekleştirilen bir klinik çalışmada göz maskesi ve kulak tıkacı kullanımı ile sessiz zaman protokolünün uyku kalitesini desteklediği bildirilmiştir (Tabas et al., 2019). Bu bulgular, uyku dostu hastane ortamının oluşturulmasında fiziksel çevrenin düzenlenmesi ile bakım süreçlerinin planlanmasının birbirini tamamlayan uygulamalar olarak ele alınabileceğini göstermektedir.

Bununla birlikte bu girişimlere ilişkin kanıtların önemli bir kısmı yoğun bakım, koroner bakım ve genel hastane popülasyonlarından elde edilmiştir; dolayısıyla sonuçların kalp yetmezliği olan hastalara doğrudan genellenmesinde dikkatli olunmalıdır. Ayrıca kalp yetmezliği olan hastalarda gece klinik izlemi bazı durumlarda zorunlu olduğundan, uyku desteği amacıyla gerekli izlem ve tedavilerin ertelenmesi uygun değildir. Buna karşın gürültü ve gereksiz ışığın azaltılması, oda koşullarının düzenlenmesi ve klinik güvenlikten ödün vermeden bakım

faaliyetlerinin uyku bütünlüğünü mümkün olduğunca koruyacak biçimde planlanması, hastane kaynaklı uykusuzluğun azaltılmasına yönelik uygulanabilir nonfarmakolojik bakım yaklaşımları olarak değerlendirilebilir.

5. Gevşeme, Solunum, Müzik ve Masaj Uygulamaları

Hastane kaynaklı uykusuzluğun azaltılmasında çevresel düzenlemelerin yanı sıra hastanın gevşemesini ve uykuya geçişini destekleyen nonfarmakolojik uygulamalardan da yararlanılabilir. Kalp yetmezliği hastalarında gevşeme, meditasyon ve yönlendirilmiş imgeleme gibi yaklaşımları inceleyen sistematik derlemede, bu girişimlerin uyku bozukluğu, dispne ve yorgunluk gibi semptomlar üzerinde olumlu etkiler sağlayabileceği, ancak mevcut çalışmaların yöntemsel açıdan farklılık gösterdiği bildirilmiştir (Kwekkeboom & Bratzke, 2016).

Müzik uygulaması da düşük maliyetli ve kolay uygulanabilir bir yaklaşım olarak değerlendirilebilir. Hastanede yatan 76 kalp yetmezliği hastasıyla gerçekleştirilen randomize kontrollü bir çalışmada, üç gece boyunca 30 dakika doğa seslerinden oluşan müzik dinletilmesinin bazı uyku kalitesi göstergelerinde iyileşme sağladığı bildirilmiştir (Hosseini et al., 2024).

Masaj uygulamaları da rahatlama ve uyku kalitesini desteklemek amacıyla kullanılabilecek girişimler arasındadır. Konjestif kalp yetmezliği olan hastalarda yapılan bir çalışmada sırt masajı sonrasında uyku kalitesinde iyileşme bildirilmiştir (Sable et al., 2017). Bununla birlikte gevşeme, kontrollü solunum, müzik ve masaj gibi uygulamalar hastanın klinik durumu, tercihleri ve toleransı dikkate alınarak bireyselleştirilmeli; standart tedavinin yerine değil, uyku bakımını destekleyen tamamlayıcı girişimler olarak kullanılmalıdır.

6. Semptom Yönetimi, Pozisyonlama ve Bireysel Uyku Rutinleri

Kalp yetmezliği olan hastalarda hastane kaynaklı uykusuzluğun azaltılmasında, uykuyu bozan hastalık semptomlarının yönetimi önemli bir yere sahiptir. Özellikle dispne, ortopne, noktüri ve ağrı gece uyanmalarına ve uyku sürekliliğinin bozulmasına neden olabilir. Kalp yetmezliği hastalarında gece idrara çıkma, öksürük nedeniyle uyanma ve uykuya dalma güçlüğünün sık görülen uyku sorunları arasında olduğu bildirilmektedir (Gharaibeh et al., 2022). Bu nedenle uykuya yönelik girişimler planlanırken semptomların değerlendirilmesi ve uygun tedaviyle kontrolünün sağlanması önemlidir.

Pozisyonlama, özellikle dispne ve ortopnesi bulunan hastalarda rahatlığı ve uykuya geçişi destekleyebilecek basit bir hemşirelik girişimidir. Kalp yetmezliği hastalarında yapılan bir çalışmada semi-Fowler pozisyonuna yönelik uygulamanın uyku kalitesinde iyileşmeyle ilişkili olduğu bildirilmiştir (Ariyani & Luthpiah, 2024). Bununla birlikte pozisyon hastanın solunum durumu, hemodinamik özellikleri, konforu ve bireysel toleransı dikkate alınarak belirlenmelidir.

Hastanın hastane öncesindeki uyku alışkanlıklarının sorgulanması ve mümkün olduğu ölçüde bireysel uyku rutinlerinin korunması da yararlı olabilir. Uyku ve uyanma saatleri, tercih edilen yatış pozisyonu, ışık ve ses tercihleri ile uyku öncesi alışkanlıkların dikkate alınması bakımın bireyselleştirilmesine katkı sağlayabilir. Böylece semptom yönetimi, uygun pozisyonlama ve bireysel uyku rutinlerinin desteklenmesi, hastane kaynaklı uykusuzluğun azaltılmasına yönelik hasta merkezli nonfarmakolojik yaklaşımın tamamlayıcı bileşenleri olarak değerlendirilebilir.

7. Nonfarmakolojik Yaklaşımlarda Hemşirenin Rolü

Hemşireler, hastalarla kesintisiz etkileşim içinde olmaları ve gece bakım süreçlerini doğrudan yürütmeleri nedeniyle hastane kaynaklı uykusuzluğun belirlenmesi, önlenmesi ve yönetiminde önemli bir role sahiptir. Bu süreçte ilk adım, uykunun rutin hemşirelik değerlendirmesinin bir parçası hâline getirilmesidir. Hastanın uykuya dalma süresi, gece uyanma sıklığı, algılanan uyku kalitesi ve gündüz uykululuğunun yanı sıra hastane öncesindeki uyku alışkanlıkları da sorgulanmalıdır. Hastanede yatan yetişkinlere yönelik sistematik bir derlemede; uyku değerlendirmesi ve kayıt, semptom ve çevre kontrolü, günlük aktivitelerin düzenlenmesi ve bireyselleştirilmiş bakım, hemşirelerin uygulayabileceği temel uyku destekleyici yaklaşımlar arasında gösterilmiştir (Mendonça et al., 2025).

Kalp yetmezliği olan hastalarda uyku değerlendirmesinin hastalığa özgü semptomları da kapsaması önemlidir. Dispne, ortopne, noktüri, ağrı, yorgunluk ve psikolojik sıkıntı uyku bütünlüğünü bozabileceğinden, hemşire bu faktörleri sistematik biçimde değerlendirmeli ve klinik ekip ile iş birliği içinde yönetimini desteklemelidir. Kalp yetmezliği hastalarında semptom yükü, psikolojik sıkıntı ve olumsuz uyku hijyeni uygulamalarının kötü uyku kalitesiyle ilişkili bulunması, uyku bakımının yalnızca çevresel düzenlemelerle sınırlandırılmaması gerektiğini göstermektedir (He & Pan, 2022).

Hemşirenin bir diğer sorumluluğu, hastane ortamından kaynaklanan değiştirilebilir uyku bozucu faktörleri belirlemek ve azaltmaktır. Gece saatlerinde ışık ve gürültünün sınırlandırılması, oda koşullarının hastanın gereksinimlerine göre düzenlenmesi ve klinik açıdan gerekli izlem ve tedaviler aksatılmadan bakım girişimlerinin mümkün olduğunca uyku bütünlüğünü koruyacak şekilde planlanması bu kapsamda değerlendirilebilir. Hastanede yatan hastalarda gerçekleştirilen bir çalışmada; uyku hijyeni eğitimi, göz maskesi ve kulak tıkacı gibi uygulamalar ile gece yapılan bazı işlemlerin uygun saatlere yeniden düzenlenmesini içeren çok bileşenli yaklaşımın toplam uyku süresindeki artışla ilişkili olduğu bildirilmiştir (van den Ende et al., 2022). Bununla birlikte kalp yetmezliği olan hastalarda hemodinamik ve klinik izlemin önceliği korunmalı; uyku desteği amacıyla gerekli gece izlemlerinin ertelenmesi ya da kaldırılması söz konusu olmamalıdır.

Hemşireler aynı zamanda hastanın tercihleri ve klinik durumuna göre uygun nonfarmakolojik girişimlerin seçilmesi ve uygulanmasında aktif rol üstlenebilir. Rahat pozisyon verilmesi, uyku hijyeninin desteklenmesi, gevşeme ve kontrollü solunum uygulamaları, müzik dinleme ve uygun hastalarda masaj gibi girişimler bireyselleştirilerek bakım planına eklenebilir. Ancak bu uygulamaların etkisi hastadan hastaya değişebileceğinden, girişim sonrasında uykuya dalma, gece uyanmaları, algılanan uyku kalitesi ve hasta konforundaki değişimin değerlendirilmesi önemlidir. Nitekim hemşirelik temelli uyku girişimlerine ilişkin kanıtlar umut verici olmakla birlikte, girişimler ve çalışma sonuçları arasındaki farklılıklar her yöntemin tüm hastalarda aynı düzeyde etkili olacağının varsayılmaması gerektiğini göstermektedir (Hellström & Willman, 2011).

Bu doğrultuda hemşirenin rolü yalnızca belirli bir nonfarmakolojik girişimin uygulanmasıyla sınırlı değildir. Uykunun sistematik olarak değerlendirilmesi, uykuyu bozan bireysel ve çevresel faktörlerin belirlenmesi, uygun girişimlerin seçilmesi, bakım ekibiyle koordinasyon sağlanması, hastanın girişimlere verdiği yanıtın izlenmesi ve sonuçların kaydedilmesi bütüncül uyku bakımının temel bileşenlerini oluşturmaktadır. Böyle bir yaklaşım, kalp yetmezliği olan hastalarda uyku bakımının rutin hemşirelik uygulamalarına daha sistematik ve bireyselleştirilmiş biçimde entegre edilmesine katkıda bulunabilir.

8. Sonuç ve Öneriler

Kalp yetmezliği olan hastalarda hastane kaynaklı uykusuzluk; hastalığa bağlı semptomlar ile hastane ortamı ve bakım süreçlerinden kaynaklanan faktörlerin birlikte etkisiyle ortaya çıkabilen çok boyutlu bir sorundur. Bu nedenle uykusuzluğun yönetiminde yalnızca farmakolojik tedavilere odaklanılması yerine, değiştirilebilir faktörleri hedefleyen nonfarmakolojik yaklaşımların bakım sürecine dâhil edilmesi önem taşımaktadır.

Gürültü ve ışığın azaltılması, klinik güvenlik gözetilerek gece bakım girişimlerinin uyku bütünlüğünü koruyacak biçimde planlanması, uyku hijyeninin desteklenmesi, uygun pozisyonlama, gevşeme ve kontrollü solunum uygulamaları, müzik ve masaj gibi girişimler hastanın gereksinimlerine göre kullanılabilir. Bunun yanında dispne, ortopne, noktüri ve ağrı gibi uykuyu doğrudan etkileyebilecek semptomların erken belirlenmesi ve uygun şekilde yönetilmesi, nonfarmakolojik uyku bakımının önemli bir parçası olarak değerlendirilmelidir.

Kalp yetmezliği olan her hastanın semptom yükü, klinik durumu, uyku alışkanlıkları ve hastane ortamından etkilenme düzeyi farklı olduğundan, tek bir girişimin tüm hastalar için uygun olması beklenmemelidir. Bu nedenle bireyselleştirilmiş ve çok bileşenli bir yaklaşımın benimsenmesi; uygulanan girişimlerin etkisinin düzenli olarak değerlendirilmesi ve gerekli durumlarda bakım planının yeniden düzenlenmesi önerilmektedir. Hemşirelerin uyku

durumunu sistematik olarak değerlendirmesi, değiştirilebilir uyku bozucu faktörleri belirlemesi ve uyku destekleyici uygulamaları rutin bakıma entegre etmesi bu sürecin temel bileşenleri arasında yer almalıdır.

Sonuç olarak, nonfarmakolojik yaklaşımlar kalp yetmezliği olan hastalarda hastane kaynaklı uykusuzluğun azaltılmasına yönelik uygulanabilir ve hasta merkezli bakım seçenekleri sunabilir. Bununla birlikte özellikle hastanede yatan kalp yetmezliği hastalarına özgü girişimlerin etkinliğini inceleyen çalışmaların sınırlı olması nedeniyle, gelecekte iyi tasarlanmış randomize kontrollü çalışmalarla farklı nonfarmakolojik girişimlerin tek başına ve çok bileşenli programlar içerisinde etkinliğinin değerlendirilmesi önerilmektedir.

9. Kaynaklar

Acharya, R., Blackwell, S., Simoes, J., Harris, B., Booth, L., Bhangu, A., & Glasbey, J. (2024). Non-pharmacological interventions to improve sleep quality and quantity for hospitalized adult patients—co-produced study with surgical patient partners: systematic review. *BJS open, 8*(2), zrae018.

Andrews, L. K., Coviello, J., Hurley, E., Rose, L., & Redeker, N. S. (2013). “I'd eat a bucket of nails if you told me it would help me sleep:” Perceptions of insomnia and its treatment in patients with stable heart failure. *Heart & lung, 42*(5), 339-345.

Ariyani, W., & Luthpiah, N. (2024). The influence of semi-fowler sleeping position education on sleep quality in congestive heart failure patients at Subang General Hospital. *Indonesian Nursing Journal, 2*(1), 28-33.

Arora, V. M., & Stewart, N. (2017). Sleep in hospitalized older adults. *Sleep medicine clinics, 13*(1), 127.

Atay, M. E., & Çiftçi, B. (2025). Insomnıa ın Heart Faılure Patıents ın a Hospıtal Settıng: Causes, Consequences, and Interventıons. *Current Cardiology Reports, 27*(1), 108.

Atay, M. E., & Çiftçi, B. (2026). Hospital-acquired insomnia in patients with heart failure: a mixed methods study. *BMC nursing, 25*(1), 151.

Beck Edvardsen, J., & Hetmann, F. (2020). Promoting sleep in the intensive care unit. *SAGE Open Nursing, 6*, 2377960820930209.

Fang, C. S., Tu, Y. K., Chang, S. L., Kuo, C. C., Fang, C. J., & Chou, F. H. (2024). Effectiveness of sound and darkness interventions for critically ill patients' sleep quality: a systematic review and component network meta-analysis. *Nursing in Critical Care, 29*(1), 134-143.

Fang, C. S., Wang, H. H., Wang, R. H., Chou, F. H., Chang, S. L., & Fang, C. J. (2021). Effect of earplugs and eye masks on the sleep quality of intensive care unit patients: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Advanced Nursing, 77*(11), 4321-4331.

Gharaibeh, B., Al-Absi, I., Abuhammad, S., & Gharaibeh, M. (2022). Dimensions of sleep characteristics and predictors of sleep quality among heart failure patients: a STROBE compliant cross-sectional study in Jordan. *Medicine, 101*(52), e32585.

He, D., & Pan, M. (2022). Serial multiple mediators in the relationship between symptom burden and sleep quality among patients with heart failure. *Japan Journal of Nursing Science, 19*(4), e12489.

Hellström, A., & Willman, A. (2011). Promoting sleep by nursing interventions in health care settings: a systematic review. *Worldviews on Evidence-Based Nursing, 8*(3), 128-142.

Hosseini, N., Seylani, K., Matourypour, P., Fakhrodini, M., Haghani, H., & Zakerimoghadam, M. (2024). The Effect of Music Therapy on the Sleep Quality of Patients with Heart Failure: The Miracle of Nature Music. *Iranian journal of nursing and midwifery research, 29*(4), 424.

Johansson, P., Riegel, B., Svensson, E., Broström, A., Alehagen, U., Dahlström, U., & Jaarsma, T. (2012). The contribution of heart failure to sleep disturbances and depressive symptoms in older adults. *Journal of geriatric psychiatry and neurology, 25*(3), 179-187.

Kwekkeboom, K. L., & Bratzke, L. C. (2016). A systematic review of relaxation, meditation, and guided imagery strategies for symptom management in heart failure. *The Journal of cardiovascular nursing, 31*(5), 457.

LOFA, P., YUNITRI, N., RAYASARI, F., AZZAM, R., & KURNIASIH, D. (2024). THE EFFECTIVENESS OF SLEEP HYGIENE ON SLEEP QUALITY IN PATIENTS WITH CONGESTIVE HEART FAILURE: A RANDOMIZED CONTROLLED TRIAL STUDY. *INTERNATIONAL JOURNAL OF PUBLIC HEALTH, 4*(1), 340-347.

Mendonça, S. C., Martins, D. M. S., Durão, C., Teixeira, J. M. F., & da Silva Rafael Henriques, H. M. (2025). Sleep-enhancing nursing interventions in hospital wards: A systematic review. *International Nursing Review, 72*(1), e13062.

Sable, A., Sivabalan, T., & Shetti, A. N. (2017). Effectiveness of back massage on sleep pattern among patients with congestive cardiac failure. *Iranian journal of nursing and midwifery research, 22*(5), 359.

Tabas, E. E., Khodadadi, F., Sarani, H., Saeedinezhad, F., & Jahantigh, M. (2019). Effect of eye masks, earplugs, and quiet time protocol on sleep quality of patients admitted to the cardiac care unit: A clinical trial study. *Medical-Surgical Nursing Journal, 8*(3), 1.

van den Ende, E. S., Merten, H., Van der Roest, L., Toussaint, B., van Rijn, Q., Keesenberg, M., Lodders, A. M., van Veldhuizen, K., Vos, I. E., & Hoekstra, S. (2022). Evaluation of nonpharmacologic interventions and sleep outcomes in hospitalized medical and surgical patients: a nonrandomized controlled trial. *JAMA network open, 5*(9), e2232623.

Zheng, T. (2021). Sleep disturbance in heart failure: A concept analysis. Nursing forum,

NAVIGATING CHRONIC ILLNESS CARE: EXPLORING THE LIVED EXPERIENCES AND COPING STRATEGIES OF CAREGIVERS OF PATIENTS WITH CHRONIC DISEASES

Abdullahi, Isah Kuba[1], Theresa Olaitan Bamigboye[2], and Cecilia Bukola Bello[2]

[1]University of Teaching hospital Gwagwalada

[2]Deapartment Of Nursing Sciences, Afe Babalola University, Ado-Ekiti, Ekiti State, Nigeria

Corresponding author; isahkubaabdullahi@gmail.com

Abstract

Caring for patients with chronic diseases imposes physical, emotional, financial, and social demands on caregivers. This study explored the lived experiences and coping strategies of caregivers of patients with chronic diseases. A mixed-methods design incorporating a phenomenological qualitative approach and descriptive quantitative assessment was adopted. Data were obtained from 12 caregivers through semi-structured interviews and assessment of mobility, self-care, usual activities, pain/discomfort, and anxiety/depression. Qualitative data were analysed thematically, while quantitative findings were summarized using frequencies and percentages. Daily caregiving routines were reported by all 12 participants (100.0%), followed by coping strategies (91.7%), emotional and psychological impact (83.3%), physical burden and fatigue (75.0%), financial strain (66.7%), and social and family-life disruption (58.3%). Quantitative findings showed that moderate-to-severe difficulties were reported in usual activities, pain/discomfort, and anxiety/depression by 9 participants (75.0%) in each domain. Mobility difficulties at moderate-to-inability levels were reported by 6 participants (50.0%), whereas self-care difficulties at these levels were reported by 3 (25.0%). Prayer, faith, family support, and acceptance were important coping resources. The study concludes that caregiving is a multidimensional experience associated with substantial physical, psychological, economic, and social challenges. The findings highlight the need for healthcare services to recognize caregivers' own wellbeing and provide appropriate psychosocial support, practical assistance, and caregiver-focused interventions within chronic disease management.

Keywords: Chronic disease; Caregivers; Lived experiences; Coping strategies; Caregiver burden.

Introduction

The increasing prevalence of chronic diseases, together with improvements in life expectancy, has substantially increased the number of individuals requiring prolonged medical, emotional, and practical support. Chronic conditions often involve persistent symptoms, functional limitations, complex medication schedules, repeated healthcare visits, dietary restrictions, and long-term monitoring, making care extend beyond the formal healthcare system into the family environment. Consequently, informal caregivers, particularly relatives and close family members, have become an important component of chronic illness management. Their involvement may include assisting with daily activities, monitoring symptoms, administering medications, accompanying patients to healthcare facilities, providing emotional reassurance, and making decisions concerning treatment and household resources. The expanding reliance on informal caregiving has therefore created a parallel burden that is experienced not only by patients but also by those who provide sustained care within the home environment (Culberson et al., 2023; Schwind et al., 2025).

Although caregiving can provide a sense of familial responsibility, emotional connection, and personal meaning, prolonged caregiving may substantially affect caregivers' physical, psychological, social, and economic well-being. Caregivers may have to reorganize employment, household responsibilities, social relationships, and personal activities around the needs of the patient. In situations where chronic illness requires continuous supervision, caregivers can experience fatigue, emotional distress, financial pressure, social restriction, and uncertainty concerning the patient's future. These demands may become particularly challenging when caregivers have limited resources or little opportunity to prepare for the responsibilities associated with long-term care (Jika et al., 2021; Sajali et al., 2025). The consequences may extend to vocational stability and the caregiver's own health, illustrating that chronic illness can indirectly affect the wider family system.

A further challenge arises from the complexity of contemporary chronic disease management. Family caregivers may be required to understand medication schedules, dietary recommendations, symptom changes, clinical instructions, and warning signs despite having no formal medical training. Managing these responsibilities can become difficult when treatment regimens are complicated or when patients experience fluctuating symptoms and functional limitations. The resulting mismatch between caregiving demands and available knowledge or resources can intensify perceived caregiver burden and may influence the quality and sustainability of care provided at home (Mohamad et al., 2024). Importantly, caregiver experiences are not uniform. They may differ according to the type and severity of chronic disease, duration of caregiving, relationship with the patient, household structure, socioeconomic circumstances, availability of social support, and accessibility of healthcare services.

Beyond the practical demands of caregiving, caregivers must continuously negotiate an emotional landscape shaped by concern for the patient's health, uncertainty, responsibility, and changes in family roles. This experience can be conceptualized as an indirect or secondary dimension of illness in which the consequences of the patient's condition extend into the caregiver's everyday life. However, caregivers are not passive recipients of these pressures. They employ different coping strategies to preserve emotional stability, maintain caregiving responsibilities, and adapt to changing circumstances. Such strategies may include self-care, acceptance, problem-solving, religious or meaning-based practices, communication with family members, peer support, and engagement with formal healthcare or community resources. Emerging evidence emphasizes the importance of understanding both individual coping practices and the external support systems that caregivers mobilize when responding to prolonged caregiving demands (Bonacaro et al., 2025; Khalid et al., 2026).

Despite growing recognition of caregiver burden, quantitative measures alone may not adequately capture how caregivers interpret, negotiate, and adapt to the realities of chronic illness within their everyday lives. A lived-experience perspective can provide deeper insight into the meanings caregivers attach to their responsibilities, the

challenges they encounter, the changes they make to their personal and social lives, and the strategies they consider effective or ineffective. Exploring these experiences is particularly important for identifying gaps between formal healthcare provision and the practical realities of home-based care.

Therefore, this study, seeks to examine how caregivers experience and interpret the demands of chronic illness care and how they cope with its physical, emotional, social, and economic consequences. By placing caregivers' experiences at the centre of investigation, the study can provide contextually grounded evidence for strengthening caregiver support, improving communication between healthcare professionals and families, and informing interventions that recognize caregivers as integral participants in long-term chronic disease management.

Method

I. Research Design

The study adopted a mixed-methods research design, incorporating qualitative and quantitative approaches to provide a comprehensive understanding of the experiences of caregivers of patients with chronic diseases. The qualitative component employed a phenomenological approach to explore caregivers' lived experiences, challenges, and coping strategies within the context of chronic illness care. This approach was considered appropriate because it enabled the researchers to obtain detailed descriptions of how caregivers experienced the physical, emotional, financial, social, and practical demands associated with providing continuous care to their relatives. The quantitative component complemented the qualitative findings by describing the distribution of difficulties experienced by caregivers across selected health-related domains, including mobility, self-care, usual activities, pain/discomfort, and anxiety/depression.

II. Study Population

The study population comprised caregivers who were providing care to patients diagnosed with chronic diseases and who were receiving or had received care at the participating health institutions. Caregivers were considered eligible when they had a direct caregiving role involving activities such as assisting with daily living, medication administration, feeding, transportation, monitoring of health needs, and providing emotional or social support to the patient.

III. Qualitative Component

The qualitative component focused on the lived experiences of caregivers and their strategies for coping with the demands of chronic illness care. Semi-structured interviews were used to allow participants to describe their experiences in their own words while enabling the researchers to explore issues relating to daily caregiving routines, physical burden, emotional and psychological experiences, financial difficulties, social and family effects, and coping mechanisms. The interviews generated detailed narratives that were subsequently organized into major themes and subthemes.

The qualitative data were analysed thematically. Interview responses were reviewed repeatedly to achieve familiarity with the data, after which relevant statements were coded according to recurring ideas and experiences. Similar codes were grouped into categories and subsequently developed into broader themes. The major themes identified included daily caregiving routines, physical burden and fatigue, emotional and psychological impact, financial strain, coping strategies, and impact on social and family life. Representative quotations were selected to illustrate participants' experiences and preserve the contextual meaning of their responses. Twelve caregivers contributed to the qualitative component, and the frequency of participants reporting each theme was presented descriptively.

IV. Quantitative Component

The quantitative component assessed the extent of difficulties experienced by caregivers in selected health-related domains. Participants' responses were categorized into none, slight, moderate, severe, and unable levels of difficulty for mobility, self-care, usual activities, pain/discomfort, and anxiety/depression. The resulting data were summarized using frequencies and percentages to demonstrate the distribution and severity of reported problems among the caregivers.

The quantitative findings were used to complement the qualitative accounts. For example, the reported difficulties in mobility and pain/discomfort provided quantitative support for the qualitative theme of physical burden, while disruption of usual activities corresponded with reported financial and social difficulties. Similarly, the distribution of anxiety/depression complemented participants' descriptions of worry, sadness, and mental unrest.

V. Integration of Qualitative and Quantitative Findings

The qualitative and quantitative findings were considered together to provide a broader interpretation of caregivers' experiences. Integration was achieved through comparison of findings from the two components, with particular attention to areas of convergence and complementary evidence. The qualitative data provided contextual explanations of how and why caregivers experienced particular challenges, whereas the quantitative data demonstrated the distribution and severity of selected difficulties among the participants.

For instance, the qualitative finding that caregivers experienced fatigue and physical exhaustion was supported by the quantitative distribution of mobility and pain/discomfort problems. Similarly, the qualitative accounts of restricted work and family activities were complemented by the reported difficulties in usual activities. The convergence of these findings strengthened the interpretation that chronic illness caregiving represents a multidimensional experience involving physical, psychological, financial, and social demands.

VI. Data Collection Procedure

Data collection was conducted among eligible caregivers at the participating health institutions. Before participation, the researchers explained the purpose of the study, the procedures involved, the voluntary nature of participation, and the measures taken to maintain confidentiality. Written informed consent was obtained from each participant before data collection. Qualitative interviews were conducted using a semi-structured interview guide, allowing participants sufficient opportunity to describe their caregiving experiences and coping strategies. Quantitative information was collected using the structured assessment of the selected health-related domains.

VII. Ethical Considerations

Ethical approval was obtained before commencement of data collection from the respective research ethics committees of the participating institutions: Afe Babalola University College of Medical and Health Sciences Research Ethics Committee (ABUADHREC/07/06/2025/767), University of Abuja Teaching Hospital Health Research Ethics Committee (UATH/PR/HREC/628), and Federal Medical Centre Jabi Health Research Ethics Committee (FMCABJ/HREC/2025/247).

Participants were informed about the purpose, procedures, voluntary nature, and confidentiality of the study. Written informed consent was obtained before enrolment. Participants were assured that the information they provided would be treated confidentially and used only for research purposes. They were also informed that participation was voluntary and that they could decline to answer any question or withdraw from the study at any time without adverse consequences to themselves or the care of their relatives.

Result and Discussion

Table 1: Caregiving lived experiences

Theme	Codes	Quote	Respondents
Daily routines	Feeding, meds, cleaning	'I feed her, give medicine...'	12
Physical burden	Fatigue, pains	'Waka waka make me tired'	9
Emotional impact	Worry, sadness	'My mind not at rest'	10
Financial strain	Loss income	'I cannot get chance to work'	8
Coping	Prayer, support	'I put him in prayer'	11
Social impact	Limited family time	'No time to stay with them'	7

The findings demonstrate that caregiving for patients with chronic diseases is a multidimensional experience involving substantial physical, emotional, financial, and social demands. The qualitative results in Table 1 show that daily caregiving routines were the most frequently reported experience, with 12 respondents describing responsibilities such as feeding, medication administration, and cleaning. The statement, *"I feed her, give medicine…"*, illustrates how caregiving extends beyond emotional support to include continuous practical and personal-care responsibilities. The frequency of this theme suggests that caregivers are actively involved in routine disease management, often making caregiving an ongoing rather than occasional responsibility. This is consistent with evidence that the intensity and persistence of caregiving activities can contribute to caregiver burden and psychological distress (Cui et al., 2024).

The physical burden reported by nine respondents further demonstrates the demanding nature of these responsibilities. The expression, *"Waka waka make me tired,"* indicates that repeated movement and physical activities associated with caring for a chronically ill person can result in fatigue and bodily discomfort. This finding is important because physical exhaustion may interact with emotional stress, reducing caregivers' ability to maintain their own health while attending to the needs of the patient. Previous research has similarly identified physical strain, sleep disruption, and chronic stress as important components of caregiver burden, with caregivers sometimes functioning as "hidden patients" because their own health needs receive insufficient attention (Chakraborty et al., 2023; Culberson et al., 2023).

The emotional impact identified among 10 respondents provides further evidence of the psychological consequences of chronic illness caregiving. The statement, *"My mind not at rest,"* captures persistent worry and sadness associated with caring for a person whose condition may require prolonged attention. Such emotional experiences are particularly important in understanding the relationship between caregiving and quality of life. Cui et al. (2024) reported that caregiver burden is associated with psychological distress, particularly anxiety and depression, which can subsequently affect overall quality of life. Similarly, persistent worry about the patient's condition may interfere with caregivers' ability to perform daily responsibilities and may generate additional sources of stress (Casado et al., 2021; Cheng et al., 2022). Thus, the emotional findings in the present study suggest that caregiving burden is not limited to the amount of physical work performed but also encompasses the psychological demands of remaining constantly concerned about the patient's wellbeing.

Financial strain was reported by eight respondents, with one caregiver stating, *"I cannot get chance to work."* This finding indicates that caregiving may create an opportunity cost by limiting caregivers' participation in employment and other income-generating activities. Reduced working opportunities may subsequently increase financial pressure, particularly where chronic disease requires continuing expenditure on medications,

transportation, clinical visits, and other forms of care. Moghaddam et al. (2023) similarly highlighted the socioeconomic consequences of caregiving, including financial instability and social difficulties. The present finding therefore indicates an important interaction between caregiving and household economic wellbeing: increased caregiving responsibilities may reduce opportunities to earn income, while financial difficulties may, in turn, intensify caregiver stress.

The social impact reported by seven respondents also demonstrates that caregiving can alter family and interpersonal relationships. The statement, *"No time to stay with them,"* suggests that caregivers may have less opportunity to participate in normal family and social activities. Social restriction may reduce access to emotional support and increase feelings of isolation. This is particularly relevant because social support itself appears as an important component of coping in the findings. The results therefore suggest a potentially reinforcing pattern in which extensive caregiving responsibilities reduce social interaction, while reduced social interaction may simultaneously limit the support available to caregivers.

The findings on coping strategies are particularly relevant to the second component of the study topic. Eleven respondents reported coping through prayer and social support, exemplified by the statement, *"I put him in prayer."* This indicates that caregivers do not merely experience burden passively; they employ culturally and socially meaningful strategies to manage caregiving challenges. Prayer may provide emotional reassurance, hope, and a sense of control when caregivers face circumstances that cannot be easily changed. Social support may similarly provide practical assistance and emotional encouragement. However, the literature indicates that coping strategies do not have uniformly beneficial effects. Chong et al. (2022) reported that avoidant coping can exacerbate psychological distress, while Geerlings et al. (2023) showed that even problem-focused coping may sometimes be associated with greater perceptions of burden. Consequently, the present finding supports a multidimensional interpretation of coping in which the usefulness of a strategy depends partly on the caregiver's circumstances and the nature of the caregiving challenge.

Table 2: Distribution of problems

Domain	None	Slight	Moderate	Severe	Unable	Findings
Mobility	2	4	3	2	1	Moderate difficulties common.
Self-care	7	2	2	1	0	Most have no impairment.
Usual Activities	1	2	4	3	2	Disruptions common.
Pain/Discomfort	1	2	4	3	2	Moderate-severe pain common.
Anxiety/Depression	1	2	3	4	2	High psychological distress.

The quantitative findings in Table 2 reinforce the qualitative evidence by demonstrating difficulties across several quality-of-life domains. Mobility showed two respondents reporting no difficulty, four slight difficulty, three moderate difficulty, two severe difficulty, and one unable to perform the activity. Thus, although not all caregivers experienced mobility problems, difficulties were relatively common, with moderate impairment constituting the largest category. This may reflect the physical demands associated with caregiving and the cumulative effects of fatigue. The finding complements the qualitative theme of physical burden.

The self-care domain presented a comparatively different pattern, with seven respondents reporting no impairment, two slight difficulty, two moderate difficulty, one severe difficulty, and none reporting complete inability. This suggests that most caregivers retained the ability to perform basic self-care activities despite the demands of caregiving. However, the presence of moderate and severe difficulties among some respondents indicates that caregiving may nevertheless interfere with personal wellbeing for a subgroup of caregivers. The finding is important because caregivers may prioritize the patient's needs over their own, potentially allowing less visible health problems to develop over time (Chakraborty et al., 2023; Culberson et al., 2023).

Usual activities appeared more substantially disrupted. Only one respondent reported no difficulty, compared with two reporting slight difficulty, four moderate difficulty, three severe difficulty, and two who were unable to perform usual activities. This pattern indicates that caregiving responsibilities may interfere with normal occupational, domestic, and social activities. It also corresponds closely with the qualitative findings on financial and social impacts, particularly the statement, *"I cannot get chance to work."* The convergence between the qualitative and quantitative findings strengthens the interpretation that chronic illness caregiving can extend beyond the care setting and affect caregivers' broader daily functioning.

Similarly, pain/discomfort showed considerable impairment, with four respondents reporting moderate problems, three severe problems, and two unable to function without substantial difficulty. Only one respondent reported no problem. This distribution provides quantitative support for the qualitative finding that caregivers experience physical exhaustion. Persistent physical discomfort may also contribute to emotional distress by reducing energy and limiting participation in normal activities.

The most concerning quantitative finding relates to anxiety/depression, where one respondent reported no difficulty, two slight difficulty, three moderate difficulty, four severe difficulty, and two who were unable to cope with the problem. Thus, nine of the 12 respondents experienced moderate-to-severe difficulties in this domain. This finding closely corresponds with the qualitative theme of emotional impact, particularly the expression *"My mind not at rest."* It also supports the evidence presented by Cui et al. (2024) that caregiver burden is associated with anxiety and depression and that psychological distress can negatively affect quality of life.

Taken together, the two tables indicate that caregiving burden operates across interconnected physical, psychological, economic, and social dimensions rather than as a single isolated problem. Daily caregiving activities contribute to physical fatigue; physical and financial pressures can restrict usual activities; restricted activities may reduce social interaction; and persistent worry about the patient's condition may contribute to anxiety and depressive symptoms. This interpretation is consistent with the literature identifying caregiving burden, worry, physical strain, and socioeconomic pressures as interconnected contributors to caregiver distress (Casado et al., 2021; Cheng et al., 2022; Moghaddam et al., 2023; Udoh et al., 2021).

The findings support the study's focus on lived experiences and coping strategies by demonstrating that caregivers simultaneously navigate practical responsibilities, physical demands, emotional uncertainty, financial limitations, and social restrictions. Importantly, the presence of prayer and social support among respondents suggests that caregivers also possess resources for adaptation. However, the substantial levels of pain, disruption of usual activities, and anxiety/depression indicate that coping alone may not eliminate the burden associated with chronic illness care. The findings therefore point to the importance of understanding caregivers as individuals with their own physical, psychological, social, and economic needs rather than viewing them solely as extensions of the patient's care team.

Table 3:Caregivers' Lived Experiences

Theme	Subthemes/Codes	Description of Findings	Representative Quote	Respondents (n=12)
1. Daily Caregiving Routines	Feeding; medication administration; cooking; washing clothes; attending to health needs; praying	Caregiving was described as a continuous, all-day responsibility involving multiple practical tasks. Caregivers' daily routines were largely organized around meeting the physical and health needs of patients.	"In the morning, I would feed her, give her medicine…" (29–38 years, Male, Employed)	12 (100.0%)
2. Physical Burden and Fatigue	Tiredness; weakness; body pains; stress; constant movement; physical exhaustion	Most caregivers reported physical exhaustion arising from continuous caregiving activities. Despite experiencing fatigue and physical discomfort, caregivers generally continued to perform their responsibilities.	"Waka waka up and down makes me tired." (49–58 years, Female, Employed)	9 (75.0%)
3. Emotional and Psychological Impact	Worry; sadness; pity; mental unrest; hope; prayer	Caregiving generated substantial emotional and psychological demands. Participants expressed worry, sadness, pity, and mental distress, while hope and prayer were frequently used to maintain emotional stability.	"My mind used to be not at rest…" (39–48 years, Male, Unemployed)	10 (83.3%)
4. Financial Strain	Loss of income; inability to work; reduced work opportunities; dependence on others; financial support	Caregiving responsibilities affected participants' ability to work and earn income. Some caregivers depended on siblings, friends, and well-wishers to meet caregiving and household expenses.	"I cannot get chance to do my work…" (49–58 years, Female, Employed)	8 (66.7%)
5. Coping Strategies	Prayer; faith; family support; acceptance; emotional adjustment; social support	Participants employed different strategies to manage caregiving challenges. Religious faith, prayer, acceptance, and support from family members were particularly important sources of strength and resilience.	"I put him in my prayer all the time." (49–58 years, Female, Employed)	11 (91.7%)

6. Impact on Social and Family Life	Reduced socialization; limited family interaction; isolation; lack of personal time; constant presence with patient	Caregiving affected participants' social and family relationships by limiting time for friends, relatives, recreation, and other personal activities. Some caregivers reported having to remain close to the patient for extended periods.	"I have to stay close to him all the time." (39–48 years, Female, Employed)	7 (58.3%)

Source: Fieldwork/qualitative interviews, 2026.

The finding that all 12 caregivers (100.0%) reported extensive daily caregiving routines demonstrates the intensive and continuous nature of informal caregiving. Participants described responsibilities including feeding, administering medications, cooking, washing clothes, praying, and attending to patients' health needs. The statement, *"In the morning, I would feed her, give her medicine…"*, illustrates how caregiving responsibilities become embedded within the caregiver's daily routine. This finding is consistent with Culberson et al. (2023), who noted that the transition into a long-term caregiving role can produce substantial changes in daily behaviour, including reduced activity and social withdrawal. The continuous allocation of time to caregiving may therefore limit opportunities for caregivers to engage in work, recreation, and other personal activities. Over time, the accumulation of these responsibilities may contribute to depletion of caregivers' physical and psychological resources.

Physical Burden and Fatigue

Physical burden and fatigue were reported by 9 participants (75.0%), with caregivers describing tiredness, weakness, stress, body pains, and exhaustion. The participant's statement, *"Waka waka up and down makes me tired,"* clearly illustrates the physical demands associated with repeated caregiving activities. This finding supports the concept of cumulative "wear and tear" associated with prolonged caregiving. Bijnsdorp et al. (2022) and Chakraborty et al. (2023) indicate that sustained caregiving demands can progressively consume physical and psychological reserves and are associated with adverse health consequences, including increased vulnerability to depressive symptoms and impaired physiological functioning. The present finding therefore suggests that the physical demands experienced by caregivers should not be viewed as isolated episodes of tiredness but as potentially cumulative consequences of sustained caregiving responsibilities.

Emotional and Psychological Impact

The emotional and psychological impact of caregiving was identified by 10 participants (83.3%), making it one of the most prominent themes. Participants described worry, sadness, pity, and mental unrest, as reflected in the statement, *"My mind used to be not at rest…"*. These experiences suggest that chronic illness affects caregivers psychologically as they continuously confront uncertainty regarding the patient's health and future. This interpretation is consistent with Bijnsdorp et al. (2022) and Chakraborty et al. (2023), who associate prolonged caregiving demands with depletion of psychological resources and greater vulnerability to depressive symptoms. At the same time, the present findings demonstrate that emotional distress coexisted with hope and religious coping. For example, the statement, *"I just pray for her; may God heal her,"* indicates that caregivers may draw upon faith to manage uncertainty and emotional strain.

Financial Strain

Financial strain was reported by 8 participants (66.7%). Participants described difficulties maintaining employment because caregiving responsibilities consumed time that could otherwise be devoted to income-

generating activities. The statement, *"I cannot get chance to do my work…"*, illustrates the conflict between caregiving and employment. This finding is consistent with Zarzycki et al. (2022), who highlighted the relationship between caregiving responsibilities, reductions in professional working hours, and restrictions on caregivers' personal and social lives. Financial difficulties may therefore operate through several interconnected pathways: reduced employment, increased dependence on others, and increased difficulty maintaining normal social activities. The reliance on *"good friends and well-wishers"* reported by one participant further demonstrates the importance of informal support where caregivers have limited financial resources or formal assistance.

Coping Strategies

Coping strategies were reported by 11 participants (91.7%), making this the second most prominent theme after daily caregiving routines. Participants commonly identified prayer, faith, family support, and acceptance as mechanisms through which they managed caregiving demands. The statement, *"I put him in my prayer all the time,"* illustrates the importance of religious coping, while *"My senior sister supports us"* demonstrates the contribution of family networks. These findings are consistent with Cui et al. (2024) and Phillips et al. (2022), who identified faith-based practices and strong family relationships as potentially important protective resources for caregivers experiencing psychological distress. Similarly, Zygouri et al. (2021) suggests that religious and familial frameworks can influence how caregivers understand their responsibilities and may help them interpret caregiving as a meaningful or obligatory role. In the present study, faith and family support therefore appear to have provided caregivers with emotional reassurance and practical assistance that helped them continue their caregiving roles despite considerable demands.

Impact on Social and Family Life

The impact of caregiving on social and family life was reported by 7 participants (58.3%). Participants described reduced socialization, limited interaction with family members, and the need to remain close to the patient. The statement, *"I have to stay close to him all the time,"* illustrates how caregiving can restrict opportunities for social participation and personal activities. This finding corresponds with Culberson et al. (2023), who identified social withdrawal as an important consequence associated with prolonged caregiving responsibilities. Zarzycki et al. (2022) similarly linked reduced working hours and inadequate formal support with constraints on caregivers' social engagement and personal autonomy. Thus, the social consequences observed in this study may reflect the cumulative effect of time demands, reduced employment opportunities, and the need to remain continuously available to the patient.

Conclusion

The study concludes that caring for patients with chronic diseases is a multidimensional experience that extends beyond the provision of medical and physical assistance. Caregivers were involved in continuous daily activities, including feeding, medication administration, cleaning, and attending to patients' health needs, while simultaneously experiencing physical fatigue, emotional distress, financial difficulties, and restrictions in their social and family lives. The qualitative findings were supported by the quantitative results, which demonstrated notable difficulties in usual activities, pain/discomfort, mobility, and anxiety/depression among the caregivers. These findings indicate that the consequences of chronic illness are not restricted to patients but may extend substantially to the individuals who provide their day-to-day care. The findings also demonstrate that caregivers actively employ coping strategies to manage these challenges. Prayer, faith, family support, acceptance, and social support were important resources identified by participants. However, the presence of coping strategies did not eliminate the physical and psychological difficulties experienced by caregivers. The coexistence of strong coping resources with substantial levels of anxiety/depression, pain, and disruption of usual activities suggests that caregivers may require support beyond their existing informal coping mechanisms.

The study highlights the importance of recognizing caregivers as an integral but potentially vulnerable component of chronic disease care. Healthcare providers and relevant support services should consider caregivers' physical, psychological, social, and economic needs when planning chronic disease management. Appropriate caregiver education, psychosocial support, opportunities for respite, social-support interventions, and referral for professional assistance where necessary may help reduce the burden associated with prolonged caregiving and improve the wellbeing of both caregivers and the patients for whom they provide care.

References

Bijnsdorp, F. M., Onwuteaka-Philipsen, B. D., Boot, C. R. L., Beek, A. J. van der, & Pasman, H. R. W. (2022). Caregiver's burden at the end of life of their loved one: insights from a longitudinal qualitative study among working family caregivers. BMC Palliative Care, 21(1), 142. https://doi.org/10.1186/s12904-022-01031-1

Bonacaro, A., Cosentino, C., Collaro, C., Gandini, M. C., Sala, R. L., Artioli, G., & Camacho, V. C. (2025). Experiences of 'Indirect' Illness in Family Caregivers of Chronically Ill and Older Adults: A Qualitative Study. International Journal of Environmental Research and Public Health, 22(2), 240. https://doi.org/10.3390/ijerph22020240

Casado, R. del P., Priego-Cubero, E., López-Martínez, C., & Orgeta, V. (2021). Subjective caregiver burden and anxiety in informal caregivers: A systematic review and meta-analysis. PLoS ONE, 16(3). https://doi.org/10.1371/journal.pone.0247143

Chakraborty, R., Jana, A., & Vibhute, V. M. (2023). Caregiving: a risk factor of poor health and depression among informal caregivers in India- A comparative analysis. BMC Public Health, 23(1), 42. https://doi.org/10.1186/s12889-022-14880-5

Cheng, W.-L., Chang, C., Griffiths, M. D., Yen, C., Liu, J.-H., Su, J., Lin, C., & Pakpour, A. H. (2022). Quality of life and care burden among family caregivers of people with severe mental illness: mediating effects of self-esteem and psychological distress. BMC Psychiatry, 22(1), 672. https://doi.org/10.1186/s12888-022-04289-0

Chong, E., Crowe, L., Mentor, K., Pandanaboyana, S., & Sharp, L. (2022). Systematic review of caregiver burden, unmet needs and quality-of-life among informal caregivers of patients with pancreatic cancer. Supportive Care in Cancer, 31(1), 74. https://doi.org/10.1007/s00520-022-07468-7

Cui, P., Ming, Y., Hu, H., Cheng, C., Chen, X., Shi, J., Li, S., Chen, C., & Zhang, H. (2024). The impact of caregiver burden on quality of life in family caregivers of patients with advanced cancer: a moderated mediation analysis of the role of psychological distress and family resilience. BMC Public Health, 24(1), 817. https://doi.org/10.1186/s12889-024-18321-3

Culberson, J., Kopel, J., Sehar, U., & Reddy, P. H. (2023). Urgent needs of caregiving in ageing populations with Alzheimer's disease and other chronic conditions: Support our loved ones. Ageing Research Reviews, 90, 102001. https://doi.org/10.1016/j.arr.2023.102001

Geerlings, A. D., Kapelle, W., Sederel, C. J., Tenison, E., Wijngaards-Berenbroek, H., Meinders, M. J., Munneke, M., Ben-Shlomo, Y., Bloem, B. R., & Darweesh, S. K. L. (2023). Caregiver burden in Parkinson's disease: a mixed-methods study. BMC Medicine, 21(1), 247.

Jika, B. M., Khan, H. T. A., & Lawal, M. (2021). Exploring experiences of family caregivers for older adults with chronic illness: A scoping review. Geriatric Nursing, 42(6), 1525–1532. https://doi.org/10.1016/j.gerinurse.2021.10.010

Khalid, N. M., Sumari, M., Sajali, N. S., Razali, A., & Kassim, N. M. (2026). Coping Strategies among Family Caregivers of Patients with Chronic Illness: A Qualitative Grounded Theory Study. Indian Journal of Palliative Care, 32, 72–77. https://doi.org/10.25259/ijpc_246_2025

Moghaddam, Z. K., Rostami, M., Zeraatchi, A., Bytamar, J. M., Saed, O., & Zenozian, S. (2023). Caregiving burden, depression, and anxiety among family caregivers of patients with cancer: An investigation of patient and caregiver factors. Frontiers in Psychology, 14, 1059605. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1059605

Mohamad, N., Mulud, Z. A., Tutienande, N. A., Sazaly, N. N., & Ibrahim, N. (2024). Caregiver Burden and Depression Among Caregivers of Patients with Chronic Disease. Jurnal NERS, 19(2), 156–164. https://doi.org/10.20473/jn.v19i2.51301

Nguyen, H., Nguyen, T., Tran, D., & Hinton, L. (2021). "It's extremely hard but it's not a burden": A qualitative study of family caregiving for people living with dementia in Vietnam. PLoS ONE, 16(11). https://doi.org/10.1371/journal.pone.0259788

Phillips, R., Durkin, M., Engward, H., Cable, G., & Iancu, M. (2022). The impact of caring for family members with mental illnesses on the caregiver: a scoping review. Health Promotion International, 38(3). https://doi.org/10.1093/heapro/daac049

Sajali, N. S., Khalid, N. M., & Razak, N. A. A. (2025). Lived experiences of Malaysian family caregivers of patients with chronic illnesses: A qualitative study. Malaysian Family Physician, 20, 31. https://doi.org/10.51866/oa.683

Schwind, B., Visscher, R. M. S., Haslbeck, J., Falkenstein, T., Riewoldt, C., Griese, L., Behrisch, B., Metzing, S., & Nagl-Cupal, M. (2025). Understanding family caregiving and well-being in adult chronic illness: a call for a more comprehensive perspective. Frontiers in Public Health, 13, 1619672. https://doi.org/10.3389/fpubh.2025.1619672

Udoh, E., Omorere, D. E., Olarewaju, S. O., Osasu, O. S., & Amoo, B. (2021). Psychological distress and burden of care among family caregivers of patients with mental illness in a neuropsychiatric outpatient clinic in Nigeria. PLoS ONE, 16(5). https://doi.org/10.1371/journal.pone.0250309

Zarzycki, M., Morrison, V., Bei, E., & Seddon, D. (2022). Cultural and societal motivations for being informal caregivers: a qualitative systematic review and meta-synthesis. Health Psychology Review, 17(2), 247–276. https://doi.org/10.1080/17437199.2022.2032259

Zygouri, I., Cowdell, F., Ploumis, A., Gouva, M., & Mantzoukas, S. (2021). Gendered experiences of providing informal care for older people: a systematic review and thematic synthesis. BMC Health Services Research, 21(1), 730. https://doi.org/10.1186/s12913-021-06736-2

ENDOMETRİYAL BİYOPSİ VE KÜRETAJ MATERYALLERİNDE BENİGN ENDOMETRİYAL DEĞİŞİKLİKLERE TANISAL YAKLAŞIM

Uzm. Dr. Meltem TÜRK ALKAN[1] / Uzm. Dr. Gökhan Veli ALKAN[1] / Prof. Dr. Havva ERDEM[1]

[1]Ordu Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Patoloji Kliniği, Patoloji, Ordu, Türkiye
Meltem Türk Alkan: meltemturk93@gmail.com, ORCID: 0000-0003-3975-331X
Gökhan Veli Alkan: g_veli_alkan@hotmail.com, ORCID: 0009-0001-7347-0818
Havva Erdem: drhavvaerdem@gmail.com, ORCID: 0000-0002-3074-0240

Özet

Endometriyal biyopsi ve küretaj materyalleri, başta anormal uterin kanama olmak üzere infertilite, amenore ve malignite şüphesi gibi farklı klinik nedenlerle patoloji pratiğinde sıklıkla değerlendirilmektedir. Bu örneklerde premalign ve malign lezyonların dışlanmasının yanı sıra benign endometriyal değişikliklerin doğru tanınması ve uygun şekilde raporlanması da klinik yönetim açısından önemlidir. Bununla birlikte, örnek miktarındaki farklılıklar, menstrüel siklus ve hormonal etkilere bağlı morfolojik değişkenlik ile bazı benign paternlerin birbiriyle örtüşmesi tanısal güçlük oluşturabilmektedir. Bu nedenle endometriyal örneklerin değerlendirilmesinde morfolojik bulguların klinik bilgilerle birlikte yorumlanması ve örnek yeterliliğinin doğru biçimde belirlenmesi önem taşımaktadır. Bu derlemede, endometriyal biyopsi ve küretaj materyallerinin değerlendirilmesinde karşılaşılan başlıca benign durumlara pratik bir yaklaşım sunulması amaçlanmıştır. Bu kapsamda örnek yeterliliği, benign yapısal lezyonlar, anovulatuvar ve düzensiz sekretuar paternler ile infertilite bağlamında endometriyal değişiklikler ele alınmıştır. Ayrıca kronik endometritin morfolojik özellikleri, plazma hücrelerinin tanısal değeri ve güncel tanı kriterleri gözden geçirilmiştir. Benign endometriyal bulguların değerlendirilmesinde morfolojik özelliklerin yanı sıra hastanın yaşı, menopozal durumu ve klinik öyküsünün dikkate alınması önem taşımaktadır. Özellikle sınırlı örneklerde bu bilgilerin histopatolojik bulgularla birlikte değerlendirilmesi tanısal yaklaşımı desteklemektedir. Bu yaklaşım, gereksiz ileri incelemelerin önlenmesi açısından da yararlı olabilir. Endometriyal örneklerin klinik bilgiler eşliğinde sistematik olarak değerlendirilmesi ve açık bir raporlama dilinin kullanılması, benign endometriyal değişikliklerin doğru yorumlanmasına ve klinik-patolojik iletişimin güçlendirilmesine katkı sağlayabilir.

Anahtar Kelimeler: Endometriyal biyopsi, benign endometriyal lezyonlar, kronik endometrit, histopatoloji

DIAGNOSTIC APPROACH TO BENIGN ENDOMETRIAL CHANGES IN ENDOMETRIAL BIOPSY AND CURETTAGE SPECIMENS

Meltem TÜRK ALKAN[1] / Gökhan Veli ALKAN[1] / Havva ERDEM[1]

[1]Ordu Training and Research Hospital, Department of Pathology, Pathology, Ordu, Türkiye
Meltem Türk Alkan: meltemturk93@gmail.com, ORCID: 0000-0003-3975-331X
Gökhan Veli Alkan: g_veli_alkan@hotmail.com, ORCID: 0009-0001-7347-0818
Havva Erdem: drhavvaerdem@gmail.com, ORCID: 0000-0002-3074-0240

Abstract

Endometrial biopsy and curettage specimens are frequently encountered in pathology practice for a variety of clinical indications, particularly abnormal uterine bleeding, infertility, amenorrhea, and suspicion of malignancy. In addition to excluding premalignant and malignant lesions, accurate recognition and appropriate reporting of benign endometrial changes are important for clinical management. However, histopathological interpretation may be challenging due to variations in specimen volume, morphological changes related to the menstrual cycle and hormonal influences, and overlapping features among certain benign patterns. This review aims to provide a practical approach to the common benign conditions encountered in endometrial biopsy and curettage specimens. The assessment of specimen adequacy, benign structural lesions, anovulatory and irregular secretory patterns, and endometrial changes in the setting of infertility are discussed. In addition, the morphological features of chronic endometritis, the diagnostic significance of plasma cells, and current diagnostic criteria are reviewed. Evaluation of benign endometrial findings should take into account not only morphological features but also the patient's age, menopausal status, and clinical history. Particularly in limited specimens, integration of clinical information with histopathological findings may facilitate diagnostic interpretation. A systematic approach to endometrial specimens and the use of clear reporting terminology may contribute to a more accurate interpretation of benign endometrial changes.

Keywords: Endometrial biopsy, benign endometrial lesions, chronic endometritis, histopathology

GİRİŞ

Endometriyal biyopsi ve küretaj materyalleri, özellikle anormal uterin kanamanın değerlendirilmesinde patoloji pratiğinde sık karşılaşılan örneklerdir. Bunun yanında infertilite, amenore ve endometriyal patoloji şüphesi gibi farklı klinik durumlarda da endometriyal örneklemeye başvurulmaktadır. Bu materyallerde temel amaç premalign ve malign lezyonların dışlanması olmakla birlikte, benign değişikliklerin doğru tanımlanması da klinik yaklaşım açısından önem taşır (Parra-Herran, 2022).

Endometriumun hormonal uyarılara bağlı olarak sürekli değişen morfolojisi, örnekleme yöntemleri arasındaki farklılıklar ve bazı biyopsilerde dokunun oldukça sınırlı olması tanısal değerlendirmeyi güçleştirebilir. Özellikle fragmente materyallerde normal siklik değişiklikler, hormonal etkiler, polipoid lezyonlar ve hiperplastik süreçler arasında morfolojik örtüşme görülebilir. Hastanın yaşı, menopozal durumu, menstrüel öyküsü ve hormonal ilaç kullanımı gibi klinik bilgilerin morfolojik bulgularla birlikte değerlendirilmesi bu nedenle önemlidir (Parra-Herran, 2022; Chen et al., 2022).

Bu derlemede endometriyal biyopsi ve küretaj materyallerinde karşılaşılan başlıca benign değişikliklerin; örnek yeterliliği, yapısal lezyonlar, disfonksiyonel paternler, infertilite bağlamında endometriyal değerlendirme ve kronik endometrit başlıkları altında güncel literatür eşliğinde ele alınması ve günlük patoloji pratiğine yönelik kısa bir tanısal yaklaşım sunulması amaçlanmıştır.

1. KURAMSAL ÇERÇEVE

1.1. Örnek Yeterliliği

Endometriyal biyopsi ve küretaj materyallerinin değerlendirilmesinde ilk basamak, örneğin güvenilir bir histopatolojik incelemeye olanak sağlayıp sağlamadığının belirlenmesidir. Endometriyal örneklerde doku miktarı; örnekleme yöntemi, endometriyal kalınlık, hastanın menopozal durumu ve altta yatan patoloji gibi birçok faktörden etkilenebilir. Bununla birlikte sınırlı endometriyal örneklerin raporlanmasında yaygın kabul görmüş tek bir patolojik yeterlilik kriteri bulunmamaktadır (Goebel et al., 2019; Parra-Herran, 2022).

Endometriyal doku içermeyen materyallerin tanısal açıdan yetersiz kabul edilmesi görece açıktır. Buna karşılık yalnızca yüzey epitel şeritleri, az sayıda gland veya sınırlı stromal fragman içeren materyallerin yorumlanması daha güçtür. Goebel ve arkadaşlarının 1149 sınırlı veya yetersiz örneği değerlendirdiği çalışmada patologlar arasındaki tam sınıflandırma uyumu %57 olarak bildirilmiş, “scant” ve “insufficient” kategorilerinin yeniden örnekleme oranları ise birbirine yakın bulunmuştur. Bu bulgular sınırlı örneklerde kullanılan terminolojinin tek başına klinik yönetimi belirlemek için yeterli olmadığını göstermektedir (Goebel et al., 2019).

Bu nedenle yeterlilik değerlendirmesi yalnızca mikroskop altında görülen doku miktarına indirgenmemelidir. Hastanın yaşı, menopozal durumu, örnekleme endikasyonu, kanamanın devam edip etmediği ve görüntüleme bulguları histopatolojik sonuçla birlikte ele alınmalıdır. Fokal endometriyal patolojilerin kör örnekleme yöntemlerinde temsil edilmeme olasılığı da göz önünde bulundurulmalıdır. Nitekim 1295 hastayı içeren bir sistematik derleme ve meta-analizde doğrudan histeroskopik görüş altında alınan biyopsilerin kör örneklemeye göre daha yüksek örnek yeterliliği sağladığı bildirilmiştir (Di Spiezio Sardo et al., 2022).

Patoloji raporunda materyalin sınırlılığı açık biçimde belirtilmeli ve özellikle klinik ya da radyolojik şüphenin sürdüğü durumlarda bu sınırlılığın tanısal anlamı klinisyen açısından anlaşılır bir dille ifade edilmelidir. Böyle bir yaklaşım, “benign” bir sonuç ile “değerlendirme için yetersiz/sınırlı” bir örneğin birbirinden ayrılmasını kolaylaştırır.

1.2. Benign Yapısal Lezyonlar

Endometriyal biyopsi ve küretaj materyallerinde, özellikle anormal uterin kanama nedeniyle yapılan örneklemelerde kanamayı açıklayabilecek yapısal bir lezyonun varlığı araştırılmalıdır. Endometriyal polip ve

submukozal leiomyom bu grupta sık karşılaşılan lezyonlar arasında yer alırken, atipisiz endometriyal hiperplazi ve intrauterin adezyonlar da histopatolojik değerlendirme sırasında saptanabilir. Fragmente örneklerde lezyonun makroskopik konfigürasyonu çoğu zaman korunmadığından glandüler mimarinin stromal ve vasküler özelliklerle birlikte değerlendirilmesi önem taşır (Parra-Herran, 2022).

Atipisiz endometriyal hiperplazi, normal proliferatif endometriuma göre artmış gland/stroma oranı ve şekil-boyut değişkenliği gösteren glandlarla karakterizedir. Güncel WHO yaklaşımında endometriyal hiperplaziler iki temel kategoride ele alınmaktadır: atipisiz endometriyal hiperplazi ve atipik hiperplazi/endometrioid intraepitelyal neoplazi (AH/EIN). Önceki simple ve complex hiperplazi ayrımı güncel iki kategorili sınıflamanın temelini oluşturmamaktadır (Chen et al., 2022).

Atipisiz hiperplazide glandlar kistik dilatasyon, dallanma ve düzensiz konturlar gösterebilir; buna karşılık belirgin sitolojik atipi beklenmez. Günlük pratikte özellikle düzensiz proliferatif endometrium ile ayrım güçlük oluşturabilir. Düzensiz proliferatif endometriumda da kistik ve düzensiz glandlar görülebilmekle birlikte glandlar arasındaki stroma büyük ölçüde korunur; hiperplazide ise glandüler komponentin stromaya oranındaki artış daha belirgindir. Bu nedenle yalnızca birkaç düzensiz veya kistik glandın varlığı hiperplazi tanısı için yeterli kabul edilmemelidir (Parra-Herran, 2022; Chen et al., 2022).

Endometriyal polipler biyopsi ve özellikle küretaj materyallerinde fragmente olarak örneklenebilir. Tipik bir polipte glandlar şekil ve boyut açısından heterojendir ve sıklıkla kistik dilatasyon gösterir; stromanın daha fibrotik olması ve kalın duvarlı damarların bulunması tanıyı destekleyen önemli özelliklerdir. Küçük veya fragmente poliplerde yalnızca glandüler dilatasyona dayanmak yerine gland-stroma-damar ilişkisinin birlikte değerlendirilmesi yararlıdır (Parra-Herran, 2022). Endometriyal poliplerin tanı ve yönetimine ilişkin güncel kanıta dayalı rehberler de fokal intrauterin lezyonların değerlendirilmesinde histeroskopinin önemini ve kör dilatasyon-küretajın sınırlılıklarını vurgulamaktadır (Vitale et al., 2021).

Submukozal leiomyomlarda örneklenen düz kas dokusu sitolojik olarak bland, demetler oluşturan iğsi hücrelerden meydana gelir ve yüzeyde basıya bağlı endometriyal değişiklikler eşlik edebilir. Bununla birlikte küçük bir endometriyal biyopside düz kas dokusunun bulunması tek başına submukozal leiomyom tanısını kesinleştirmeyebilir. Benzer şekilde intrauterin adezyonlarda fibrotik stroma ve az sayıda inaktif gland görülebilse de sınırlı bir biyopside fibrozis tek başına spesifik değildir. Bu olgularda önceki intrauterin girişimler, görüntüleme ve histeroskopik bulgular tanısal yoruma katkı sağlar (Parra-Herran, 2022).

1.3. Disfonksiyonel Endometriyal Paternler

Anormal uterin kanama nedeniyle örneklenen endometriumda belirgin bir yapısal lezyon saptanmadığında hormonal dengesizliklerle ilişkili morfolojik paternler değerlendirilmelidir. Bu değişiklikler özellikle ovulasyon bozuklukları, perimenopozal hormonal dalgalanmalar ve eksojen hormon kullanımı ile ilişkili olabilir. Histolojik görünüm tek tip olmayabileceğinden glandüler ve stromal bulguların birlikte değerlendirilmesi ve hastanın menstrüel öyküsü ile hormonal tedavi bilgilerinin bilinmesi önemlidir (Parra-Herran, 2022).

Anovulatuvar veya düzensiz proliferatif (disordered proliferative) endometrium, normal proliferatif endometrium ile atipisiz hiperplazi arasında morfolojik özellikler gösterebilen bir paterndir. Glandüler epitel proliferatif faz özelliklerini korurken glandlar şekil ve boyut bakımından heterojen hâle gelir. Düzenli tübüler glandların arasında kistik dilate, dallanan, yıldızsı veya düzensiz konturlu glandlar görülebilir. Buna karşın glandlar arasında yeterli miktarda stroma korunur ve belirgin yaygın glandüler crowding izlenmez. Bu özellik, atipisiz endometriyal hiperplaziden ayrımda özellikle önemlidir (Parra-Herran, 2022).

Düzensiz proliferatif endometrium ile atipisiz hiperplazi arasındaki ayrım bazı olgularda keskin olmayabilir. Her iki durumda da glandüler şekil ve boyut farklılıkları ile kistik dilatasyon görülebilir. Ancak hiperplazide glandüler komponentin stromaya oranı daha belirgin biçimde artarken, düzensiz proliferatif endometriumda mimari

düzensizlik daha fokaldir ve glandlar arasındaki stroma büyük ölçüde korunur. Ayırıcı tanıda endometriyal polip de dikkate alınmalıdır; poliplerde düzensiz ve kistik glandlara ek olarak stromal fibrozis ve kalın duvarlı damarlar beklenir (Parra-Herran, 2022).

Anovulatuvar sikluslarda uzun süreli proliferatif uyarıyı takiben stromal breakdown gelişebilir. Histolojik olarak stromanın parçalanması ve yoğunlaşmış stromal hücre agregatları ile birlikte yüzey epitelinde reparatif değişiklikler görülebilir. Özellikle küçük biyopsilerde reparatif epitelyal değişiklikler belirgin sitolojik reaktivite gösterebildiğinden yanlışlıkla atipik bir epitelyal proliferasyon olarak yorumlanmamalıdır. Stromal breakdown ve eşlik eden yüzey değişikliklerinin bir arada tanınması bu açıdan yararlıdır (Parra-Herran, 2022).

Düzensiz sekretuar endometriumda ise normal ovulatuvar siklusta beklenen koordineli glandüler ve stromal maturasyon bozulmuştur. Aynı örnekte sekretuar gelişimin farklı evrelerinde glandlar bulunabileceği gibi sekretuar özellik gösteren alanlara proliferatif veya inaktif görünümlü glandlar da eşlik edebilir. Hormonal tedaviler de heterojen morfolojik paternler oluşturabileceğinden klinik öykünün bilinmesi önemlidir. Bu nedenle disfonksiyonel paternlerde tek bir glandüler özelliğe odaklanmak yerine glandüler mimari, gland/stroma ilişkisi, stromal özellikler ve yüzey değişiklikleri birlikte değerlendirilmelidir (Parra-Herran, 2022).

1.4. İnfertilite Bağlamında Endometriyal Değerlendirme

İnfertilite değerlendirmesinde endometriyal biyopsinin kullanım alanı zaman içerisinde değişmiştir. Sekretuar endometriumun morfolojik özelliklerine dayanarak kesin siklus gününün belirlenmesi geçmişte daha fazla önem taşırken, güncel pratik yaklaşımda biyopsinin histopatolojik katkısı daha çok eşlik eden yapısal veya inflamatuvar patolojilerin ortaya konması üzerinde yoğunlaşmaktadır. Endometriyal polip, submukozal leiomyom ve kronik endometrit bu kapsamda değerlendirilebilecek başlıca patolojilerdir (Parra-Herran, 2022).

Sekretuar endometriumun değerlendirilmesi gerektiğinde kesin bir siklus günü vermek yerine morfolojik bulguların erken, orta veya geç sekretuar faz gibi daha geniş kategoriler içerisinde ifade edilmesi pratik bir yaklaşım sağlayabilir. Glandüler ve stromal maturasyon arasındaki uyumsuzluk, hormonal tedaviler ve siklik değişkenlik değerlendirmeyi güçleştirebileceğinden histolojik bulguların klinik ve hormonal bilgilerden bağımsız yorumlanmaması önemlidir (Parra-Herran, 2022).

İnfertilite bağlamında son yıllarda üzerinde en fazla durulan histopatolojik bulgulardan biri kronik endometrittir. IVF veya embriyo transferi uygulanan kadınları değerlendiren 2026 tarihli sistematik derleme ve meta-analizde kronik endometrit daha düşük klinik gebelik oranı ve daha yüksek düşük riski ile ilişkili bulunmuştur. Bununla birlikte çalışmalar arasında tanısal kriterler, plazma hücresi eşikleri ve hasta grupları açısından belirgin heterojenite bulunması nedeniyle sonuçların dikkatli yorumlanması gerektiği vurgulanmıştır (Mihoci et al., 2026).

Dolayısıyla infertilite bağlamında endometriyal biyopsi, yalnızca endometriumun siklik fazını belirleyen bir yöntem olarak değil, klinik açıdan anlamlı olabilecek yapısal ve inflamatuvar değişikliklerin ortaya konmasına yardımcı olan histopatolojik bir inceleme olarak değerlendirilmelidir.

1.5. Kronik Endometrit

Kronik endometrit, endometriyal stromada plazma hücrelerinin varlığı ile karakterize persistan inflamatuvar bir süreçtir. Klinik olarak asemptomatik olabileceği gibi anormal uterin kanama ve infertilite gibi farklı klinik durumlarla ilişkili olarak da saptanabilir. Özellikle infertilite ve tekrarlayan implantasyon başarısızlığı bağlamında artan ilgiye rağmen, histopatolojik tanı kriterlerinin tam olarak standardize edilmemiş olması önemli bir sorun olmaya devam etmektedir (Margulies et al., 2021; Kitaya et al., 2026).

Histopatolojik tanının temelini endometriyal stromal plazma hücrelerinin gösterilmesi oluşturur. H&E kesitlerinde plazma hücreleri eksantrik yerleşimli nükleus, kaba kromatin dağılımı ve perinükleer hof ile tanınabilir. Bununla birlikte endometriyal stromal hücrelerin plazmasitoid görünüm kazanabilmesi ve plazma

hücrelerinin örnek içerisinde fokal dağılım gösterebilmesi özellikle düşük yoğunluklu olgularda tanıyı güçleştirebilir. Bu nedenle morfolojik olarak kuşkulu olgularda immünohistokimyasal inceleme değerlendirmeye yardımcı olabilir (Parra-Herran, 2022; Kitaya et al., 2026).

Bu amaçla en sık kullanılan belirteç CD138 (syndecan-1)'dir. CD138 immünohistokimyası stromal plazma hücrelerinin saptanmasını kolaylaştırabilir. Bununla birlikte endometriyal epitel hücrelerinin de CD138 eksprese edebilmesi önemli bir yorumlama tuzağıdır. Pozitif epitelyal hücrelerin stromal plazma hücreleri olarak değerlendirilmemesi ve immünohistokimyasal bulguların mutlaka morfoloji ile korele edilmesi gerekir. Güncel uluslararası uzman konsensüsü de CD138 kullanımının tanısal değerlendirmeyi desteklediğini, ancak laboratuvar koşulları ve kalite kontrolünün sonuçları etkileyebileceğini vurgulamaktadır (Kitaya et al., 2026).

Kronik endometrit tanısındaki temel sorunlardan biri, tanı için kaç plazma hücresinin yeterli kabul edilmesi gerektiği konusunda uzun süre ortak bir yaklaşım bulunmamasıdır. Margulies ve arkadaşlarının patologlar arasında gerçekleştirdiği çalışmada katılımcıların %28,5'i tek bir plazma hücresinin varlığını tanı için yeterli kabul ederken, diğer patologların daha yüksek hücre sayılarını veya kümelenmiş plazma hücrelerini gerekli gördüğü bildirilmiştir. Bu değişkenlik, standardizasyon gereksinimini açık biçimde ortaya koymaktadır (Margulies et al., 2021).

Plazma hücresi eşiğinin klinik anlamını değerlendiren Santoro ve arkadaşlarının 2023 tarihli sistematik derleme ve meta-analizinde dokuz çalışma değerlendirilmiştir. Çalışmalar arasında kullanılan eşiklerin 1-50 plazma hücresi/10 HPF arasında değişmesi literatürdeki heterojenitenin boyutunu göstermektedir. Meta-analizde ≥5 plazma hücresi/10 HPF düzeyi ile düşük riski arasında anlamlı ilişki saptanırken, daha düşük plazma hücresi yoğunluklarının olumsuz gebelik sonuçlarını öngörmedeki değeri daha belirsiz bulunmuştur. Yazarlar ≥5/10 HPF eşiğinin daha uygun olabileceğini öne sürmekle birlikte, bu değer kesin bir evrensel tanısal sınır olarak değerlendirilmemelidir (Santoro et al., 2023).

Kitaya ve arkadaşları tarafından 2026 yılında yayımlanan uluslararası uzman konsensüsünde ≥5 endometriyal stromal plazma hücresi/10 HPF eşiği uzmanların %81'i tarafından desteklenmiştir. Bununla birlikte konsensüs bu değeri kesin ve evrensel bir kriter olarak tanımlamamakta; mevcut uzlaşının gelecekte geliştirilecek tanısal kriterler ve klinik rehberler için bir temel oluşturabileceğini belirtmektedir (Kitaya et al., 2026).

Endometriumun siklik fazı ve örnekleme özellikleri de plazma hücrelerinin değerlendirilmesini etkileyebilir. Plazma hücrelerinin fokal dağılım göstermesi küçük biyopsilerde örnekleme farklılığına neden olabilir. Bu nedenle özellikle eşik değere yakın olgularda yalnızca sayısal bir sınır üzerinden tanı verilmesi yerine H&E morfolojisi, stromal plazma hücrelerinin dağılımı, gerektiğinde CD138 immünohistokimyası ve klinik bilgiler birlikte değerlendirilmelidir (Santoro et al., 2023; Kitaya et al., 2026).

2. YÖNTEM

Bu çalışma, endometriyal biyopsi ve küretaj materyallerinde karşılaşılan benign endometriyal değişikliklere ilişkin güncel literatürün gözden geçirildiği narratif bir derleme olarak hazırlanmıştır. Derlemede 2019-2026 yılları arasında yayımlanan ve örnek yeterliliği, benign yapısal lezyonlar, disfonksiyonel endometriyal paternler, infertilite bağlamında endometriyal değerlendirme ve kronik endometrite ilişkin morfolojik veya tanısal yaklaşımları ele alan güncel çalışmalar ve derlemeler esas alınmıştır. Çalışmanın amacı sistematik bir kanıt sentezi yapmak değil, günlük patoloji pratiğine yönelik güncel ve pratik bir histopatolojik yaklaşım sunmaktır.

3. GÜNCEL TANISAL YAKLAŞIM

Endometriyal biyopsi ve küretaj materyallerinin değerlendirilmesinde sistematik bir yaklaşım, özellikle sınırlı ve fragmente örneklerde tanısal güçlüklerin azaltılmasına yardımcı olabilir. İlk basamak örnek yeterliliğinin belirlenmesidir. Bununla birlikte yeterlilik yalnızca doku miktarına göre tanımlanmamalı; hastanın yaşı, menopozal durumu, örnekleme endikasyonu ve mevcut klinik veya görüntüleme bulguları ile birlikte

yorumlanmalıdır. Sınırlı örneklerde kullanılan terminolojinin değişkenliği ve fokal lezyonların kör örneklemede temsil edilmeme olasılığı bu yaklaşımın önemini artırmaktadır (Goebel et al., 2019; Di Spiezio Sardo et al., 2022).

Yeterli örneklerde sonraki basamak endometriumun genel morfolojik paterninin belirlenmesidir. Glandların şekli ve dağılımı, gland/stroma ilişkisi, stromanın hücreselliği veya fibrozisi ve vasküler özellikler birlikte değerlendirilmelidir. Kistik veya düzensiz glandların tek başına görülmesi hiperplazi ya da polip tanısı için yeterli değildir. Yaygın glandüler crowding ve artmış gland/stroma oranı hiperplazi lehine değerlendirilirken, fibrotik stroma ve kalın duvarlı damarların varlığı polipi destekler. Stromanın korunduğu ve glandüler düzensizliğin daha sınırlı olduğu örneklerde ise hormonal etkilerle ilişkili düzensiz proliferatif patern ön planda düşünülmelidir (Parra-Herran, 2022; Chen et al., 2022).

İnfertilite olgularında endometriyal biyopsinin yorumu kesin siklus günü tayininden çok yapısal ve inflamatuvar patolojilerin araştırılmasına odaklanmalıdır. Kronik endometrit şüphesinde stromal plazma hücreleri morfolojik olarak araştırılmalı ve gerektiğinde CD138 immünohistokimyası kullanılmalıdır. Ancak immünohistokimyasal boyanma morfolojiden bağımsız yorumlanmamalıdır. Güncel literatürde ≥5 stromal plazma hücresi/10 HPF eşiğine doğru bir uzlaşı eğilimi bulunmakla birlikte bu değerin tüm klinik bağlamlar için kesin evrensel bir kriter olmadığı göz önünde bulundurulmalıdır (Santoro et al., 2023; Kitaya et al., 2026).

Sonuç olarak pratik değerlendirmede "yeterlilik → genel patern → yapısal lezyon → hormonal/siklik değişiklik → inflamasyon" sıralamasını izleyen bir yaklaşım, özellikle küçük ve fragmente endometriyal örneklerde morfolojik bulguların daha tutarlı biçimde organize edilmesini sağlayabilir. Raporlama dilinin örneğin sınırlarını açıkça yansıtması ve klinik korelasyon gerektiren durumların belirtilmesi klinik-patolojik iletişimi güçlendirebilir.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Endometriyal biyopsi ve küretaj materyallerinde benign değişiklikler geniş ve birbiriyle örtüşebilen bir morfolojik spektrum göstermektedir. Örnek miktarındaki değişkenlik, menstrüel siklus boyunca gelişen fizyolojik değişiklikler, hormonal etkiler ve materyalin fragmente olması tanısal değerlendirmeyi güçleştirebilir. Bu nedenle benign endometriyal bulguların yorumlanmasında tek bir histolojik özelliğe dayalı yaklaşım yerine glandüler, stromal ve vasküler özelliklerin birlikte değerlendirilmesi önemlidir (Parra-Herran, 2022).

Örnek yeterliliği açısından tüm hastalara uygulanabilecek tek bir morfolojik eşik bulunmaması, klinik-patolojik korelasyonun önemini artırmaktadır. Fokal lezyon şüphesinde örnekleme yönteminin sınırları dikkate alınmalı; sınırlı materyal raporda açıkça belirtilmelidir (Goebel et al., 2019; Di Spiezio Sardo et al., 2022). Benzer biçimde hiperplazi ve benign hormonal paternler arasındaki ayrımda örneğin genel gland/stroma ilişkisi değerlendirilmelidir; güncel WHO sınıflamasının iki kategorili yaklaşımı terminolojik tutarlılık açısından önem taşımaktadır (Chen et al., 2022).

Kronik endometrit tanısında stromal plazma hücrelerinin gösterilmesi temel histopatolojik bulgu olmakla birlikte, tanısal eşiklere ilişkin tam bir standardizasyon henüz sağlanmamıştır. Güncel sistematik derlemeler ve 2026 uluslararası uzman konsensüsü ≥5 stromal plazma hücresi/10 HPF eşiğine doğru bir eğilim ortaya koysa da, düşük düzeyde plazma hücresi varlığının klinik anlamı ve optimal değerlendirme yöntemi konusunda daha fazla veriye ihtiyaç vardır (Santoro et al., 2023; Kitaya et al., 2026).

Sonuç olarak endometriyal biyopsi ve küretaj materyallerinin örnek yeterliliği, genel morfolojik patern, yapısal lezyon varlığı, inflamatuvar bulgular ve klinik bilgiler dikkate alınarak sistematik biçimde değerlendirilmesi tanısal tutarlılığı artırabilir. Özellikle sınırlı örneklerde materyalin kısıtlılığının açık biçimde belirtilmesi ve histopatolojik bulguların klinik bağlam içerisinde raporlanması, gereksiz ileri incelemelerin azaltılmasına ve klinik-patolojik iletişimin güçlendirilmesine katkı sağlayabilir.

KAYNAKLAR

Chen, H., Strickland, A. L., & Castrillon, D. H. (2022). Histopathologic diagnosis of endometrial precancers: Updates and future directions. Seminars in Diagnostic Pathology, 39(3), 137–147. https://doi.org/10.1053/j.semdp.2021.12.001

Di Spiezio Sardo, A., Saccone, G., Carugno, J., Pacheco, L. A., Zizolfi, B., Haimovich, S., & Clark, T. J. (2022). Endometrial biopsy under direct hysteroscopic visualisation versus blind endometrial sampling for the diagnosis of endometrial hyperplasia and cancer: Systematic review and meta-analysis. Facts, Views & Vision in ObGyn, 14(2), 103–110. https://doi.org/10.52054/FVVO.14.2.023

Goebel, E. A., McLachlin, C. M., Ettler, H. C., & Weir, M. M. (2019). Insufficient and scant endometrial samples: Determining clinicopathologic outcomes and consistency in reporting. International Journal of Gynecological Pathology, 38(3), 216–223. https://doi.org/10.1097/PGP.0000000000000514

Kitaya, K., Kuroda, K., Jwa, S. C., Kitajima, M., Ono, M., Kikuchi, I., Nakamura, T., Yamasaki, F., Koga, K., Yasuo, T., Tsuji, S., Kimura, F., Ito, A., Hirota, Y., Nomiyama, M., Iwami, N., Takimoto, K., Takehara, I., Sako, Y., … Kusumi, M. (2026). International expert consensus statement on chronic endometritis: A comprehensive literature review and modified e-Delphi study. Reproductive Medicine and Biology, 25(1), e70066. https://doi.org/10.1002/rmb2.70066

Margulies, S. L., Dhingra, I., Flores, V., Hecht, J. L., Fadare, O., Pal, L., & Parkash, V. (2021). The diagnostic criteria for chronic endometritis: A survey of pathologists. International Journal of Gynecological Pathology, 40(6), 556–562. https://doi.org/10.1097/PGP.0000000000000737

Mihoci, A. M., Socolov, D., Dumitrescu, R. D., Mihoci, E. C., Voicu, I., Butureanu, T. A., Pruteanu, A. I., & Socolov, R. V. (2026). Chronic endometritis in women undergoing in vitro fertilization: Diagnostic roles of hysteroscopy and endometrial biopsy and associations with reproductive outcomes—A systematic review and meta-analysis. European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology, 327, 115417. https://doi.org/10.1016/j.ejogrb.2026.115417

Parra-Herran, C. (2022). A practical guide to the evaluation of benign endometrial conditions in biopsy and curettage material. Diagnostic Histopathology, 28(8), 369–379. https://doi.org/10.1016/j.mpdhp.2022.05.008

Santoro, A., Travaglino, A., Inzani, F., Angelico, G., Raffone, A., Maruotti, G. M., Straccia, P., Arciuolo, D., Castri, F., D'Alessandris, N., Scaglione, G., Valente, M., Cianfrini, F., Masciullo, V., & Zannoni, G. F. (2023). The role of plasma cells as a marker of chronic endometritis: A systematic review and meta-analysis. Biomedicines, 11(6), 1714. https://doi.org/10.3390/biomedicines11061714

Vitale, S. G., Haimovich, S., Laganà, A. S., Alonso, L., Di Spiezio Sardo, A., & Carugno, J. (2021). Endometrial polyps: An evidence-based diagnosis and management guide. European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology, 260, 70–77. https://doi.org/10.1016/j.ejogrb.2021.03.017

SKUAMÖZ MORFOLOJİNİN TANISAL TUZAĞI: SKUAMÖZ DİFERANSİYASYON GÖSTEREN ANAPLASTİK TİROİD KARSİNOMU

Uzm. Dr. Meltem TÜRK ALKAN[1] / As. Dr. Orhan ÇANAK[1]

[1]Ordu Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Patoloji Bölümü, Ordu, Türkiye

Meltem Türk Alkan: meltemturk93@gmail.com, ORCID: 0000-0003-3975-331X

Orhan Çanak: orhan.canak@saglik.gov.tr, ORCID: 0009-0001-5539-2561

Özet

Anaplastik tiroid karsinomu (ATK), geniş morfolojik spektrumu ve diferansiye tiroid fenotipinin kaybı nedeniyle tanısal güçlük oluşturabilen agresif bir malignitedir. Skuamöz diferansiyasyon gösteren olgularda üst aerodigestif sistem veya akciğer kaynaklı skuamöz hücreli karsinomun (SHK) tiroid tutulumu önemli bir ayırıcı tanıdır.

Yetmiş dört yaşında kadın hasta boyunda kitle, ses kısıklığı, dispne ve öksürük yakınmalarıyla başvurdu. Muayenede tek taraflı vokal kord paralizisi saptandı. Ultrasonografide sol tiroid lobunda düzensiz, heterojen solid-kistik kitle; toraks bilgisayarlı tomografisinde ise metastaz açısından şüpheli multipl nodüler ve kaviter pulmoner lezyonlar izlendi. İnce iğne aspirasyon sitolojisi Bethesda kategori V olarak değerlendirildi. Subtotal tiroidektomi materyalinin histopatolojik incelemesinde yaygın nekroz ve destrüktif büyüme gösteren, ileri derecede pleomorfik malign epitelyal neoplazi içerisinde fokal skuamöz diferansiyasyon izlendi. İmmünohistokimyasal incelemede epitelyal diferansiyasyon gösterilirken tiroid diferansiyasyon belirteçlerinde belirgin kayıp saptandı.

Skuamöz morfoloji, vokal kord paralizisi, pulmoner lezyonlar ve tiroid diferansiyasyon belirteçlerinin kaybı nedeniyle ekstratiroidal bir SHK'nin tiroid tutulumu öncelikli ayırıcı tanılar arasında değerlendirildi. Bununla birlikte tümörün tiroid merkezli yerleşimi, rezidüel tiroid parankimiyle ilişkisi, destrüktif büyüme paterni ve skuamöz alanların daha geniş pleomorfik-anaplastik tümörün bir komponentini oluşturması birlikte değerlendirilerek skuamöz diferansiyasyon gösteren ATK tanısına ulaşıldı.

Bu olgu, tiroidde skuamöz morfoloji ile karşılaşıldığında negatif tiroid diferansiyasyon belirteçlerinin tek başına ekstratiroidal köken lehine yorumlanmaması gerektiğini göstermektedir. Bu nedenle tanı yalnızca immünohistokimyasal profile dayandırılmamalı; tümörün anatomik merkezi, rezidüel tiroid parankimiyle ilişkisi ve skuamöz komponentin tümörün genel pleomorfik-anaplastik morfolojisi içindeki yeri birlikte değerlendirilmelidir.

Anahtar Kelimeler: Anaplastik tiroid karsinomu, skuamöz diferansiyasyon, skuamöz hücreli karsinom, ayırıcı tanı

THE DIAGNOSTIC PITFALL OF SQUAMOUS MORPHOLOGY: ANAPLASTIC THYROID CARCINOMA WITH SQUAMOUS DIFFERENTIATION

Meltem TÜRK ALKAN, MD[1] / Orhan ÇANAK, MD[1]

[1]Department of Pathology, Ordu Training and Research Hospital, Ordu, Türkiye

Meltem Türk Alkan: meltemturk93@gmail.com, ORCID: 0000-0003-3975-331X

Orhan Çanak: orhan.canak@saglik.gov.tr, ORCID: 0009-0001-5539-2561

Abstract

Anaplastic thyroid carcinoma (ATC) is an aggressive malignancy that may pose diagnostic challenges because of its broad morphological spectrum and loss of differentiated thyroid phenotype. In tumors showing squamous differentiation, involvement of the thyroid by squamous cell carcinoma (SCC) arising from the upper aerodigestive tract or lung represents an important differential diagnosis.

A 74-year-old woman presented with a neck mass, hoarseness, dyspnea, and cough. Unilateral vocal cord paralysis was detected on examination. Ultrasonography revealed an irregular, heterogeneous solid-cystic mass in the left thyroid lobe, while thoracic computed tomography demonstrated multiple nodular and cavitary pulmonary lesions suspicious for metastases. Fine-needle aspiration cytology was classified as Bethesda category V. Histopathological examination of the subtotal thyroidectomy specimen revealed a highly pleomorphic malignant epithelial neoplasm with extensive necrosis, destructive growth, and focal squamous differentiation. Immunohistochemical evaluation confirmed epithelial differentiation with marked loss of thyroid differentiation markers.

Given the squamous morphology, vocal cord paralysis, pulmonary lesions, and loss of thyroid differentiation markers, secondary involvement of the thyroid by an extrathyroidal SCC was considered an important differential diagnosis. However, the thyroid-centered location of the tumor, its relationship with residual thyroid parenchyma, destructive growth pattern, and the presence of squamous areas as a component of a broader pleomorphic-anaplastic neoplasm collectively supported the diagnosis of ATC with squamous differentiation.

This case highlights that loss of thyroid differentiation markers should not, by itself, be interpreted as evidence of extrathyroidal origin. Therefore, diagnosis should integrate the anatomical center of the tumor, its relationship with residual thyroid parenchyma, and the position of the squamous component within the overall pleomorphic-anaplastic morphology rather than relying solely on the immunohistochemical profile.

Keywords: Anaplastic thyroid carcinoma, squamous differentiation, squamous cell carcinoma, differential diagnosis

GİRİŞ

Anaplastik tiroid karsinomu (ATK), folliküler hücre kökenli tiroid malignitelerinin en ileri derecede dediferansiye formunu temsil eden, nadir ancak son derece agresif bir tümördür. Klinik olarak çoğunlukla ileri yaşta, hızla büyüyen boyun kitlesi ve komşu yapılara bası ya da invazyona bağlı ses kısıklığı, disfaji ve dispne gibi yakınmalarla ortaya çıkar (Bible et al., 2021). Histolojik görünümü oldukça heterojendir; epiteloid, iğsi hücreli, pleomorfik, dev hücreli ve skuamöz alanlar farklı oranlarda bir arada bulunabilir. Bu heterojenlik, özellikle sınırlı biyopsi materyallerinde ve tiroid kökenini destekleyen immünohistokimyasal belirteçlerin kaybolduğu olgularda tanısal güçlüğe yol açabilir (Suster et al., 2026).

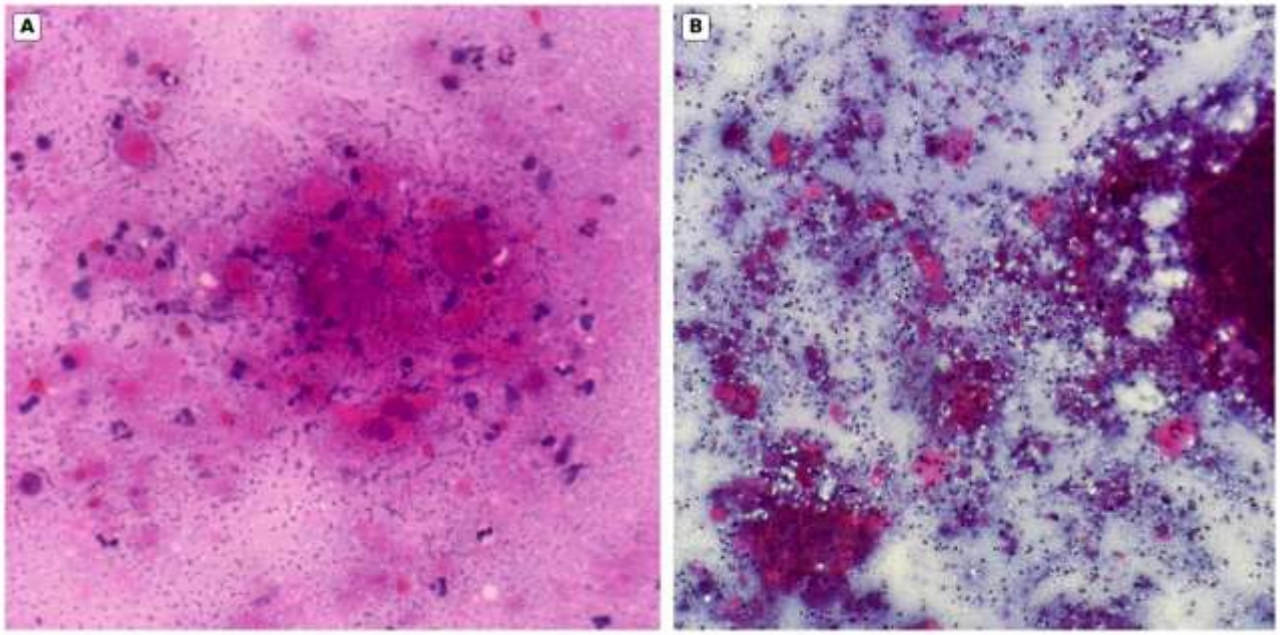
Dünya Sağlık Örgütü'nün 2022 sınıflamasında tiroidin primer skuamöz hücreli karsinomu ayrı bir antite olmaktan çıkarılmış ve ATK'nin skuamöz morfolojik paterni kapsamında değerlendirilmiştir (Juhlin et al., 2023). Bu değişiklik, tiroid bölgesinde skuamöz morfoloji gösteren yüksek dereceli bir malignite ile karşılaşıldığında tümörün anatomik merkezinin ve genel morfolojik spektrumunun dikkatle değerlendirilmesini daha da önemli hale getirmiştir. Özellikle larenks, hipofarenks, özofagus ve akciğer kaynaklı skuamöz hücreli karsinomların direkt yayılımı veya metastazı ayırıcı tanıda göz önünde bulundurulmalıdır (Ding et al., 2024).

Bu olguda, skuamöz diferansiyasyonun yanı sıra tiroid diferansiyasyon belirteçlerinin kaybı ve eşlik eden pulmoner lezyonlar nedeniyle ortaya çıkan tanısal güçlük sunulmuş; tanıya ulaşmada morfolojik bütünlük ve anatomik yerleşimin önemi vurgulanmıştır.

1. OLGU SUNUMU

Yetmiş dört yaşında kadın hasta boyunda şişlik, ses kısıklığı, nefes darlığı ve öksürük yakınmalarıyla başvurdu. Kulak burun boğaz değerlendirmesinde tek taraflı vokal kord paralizisi saptandı. Tiroid ultrasonografisinde sol lobda belirgin büyüme ve mediastene uzanım gösteren, yaklaşık 4 cm boyutunda, düzensiz sınırlı, heterojen solid-kistik lezyon izlendi. Lezyon içerisinde nekroz veya koleksiyon ile uyumlu alanlar mevcuttu. Toraks bilgisayarlı tomografisinde metastaz açısından şüpheli multipl nodüler ve kaviter pulmoner lezyonlar saptandı.

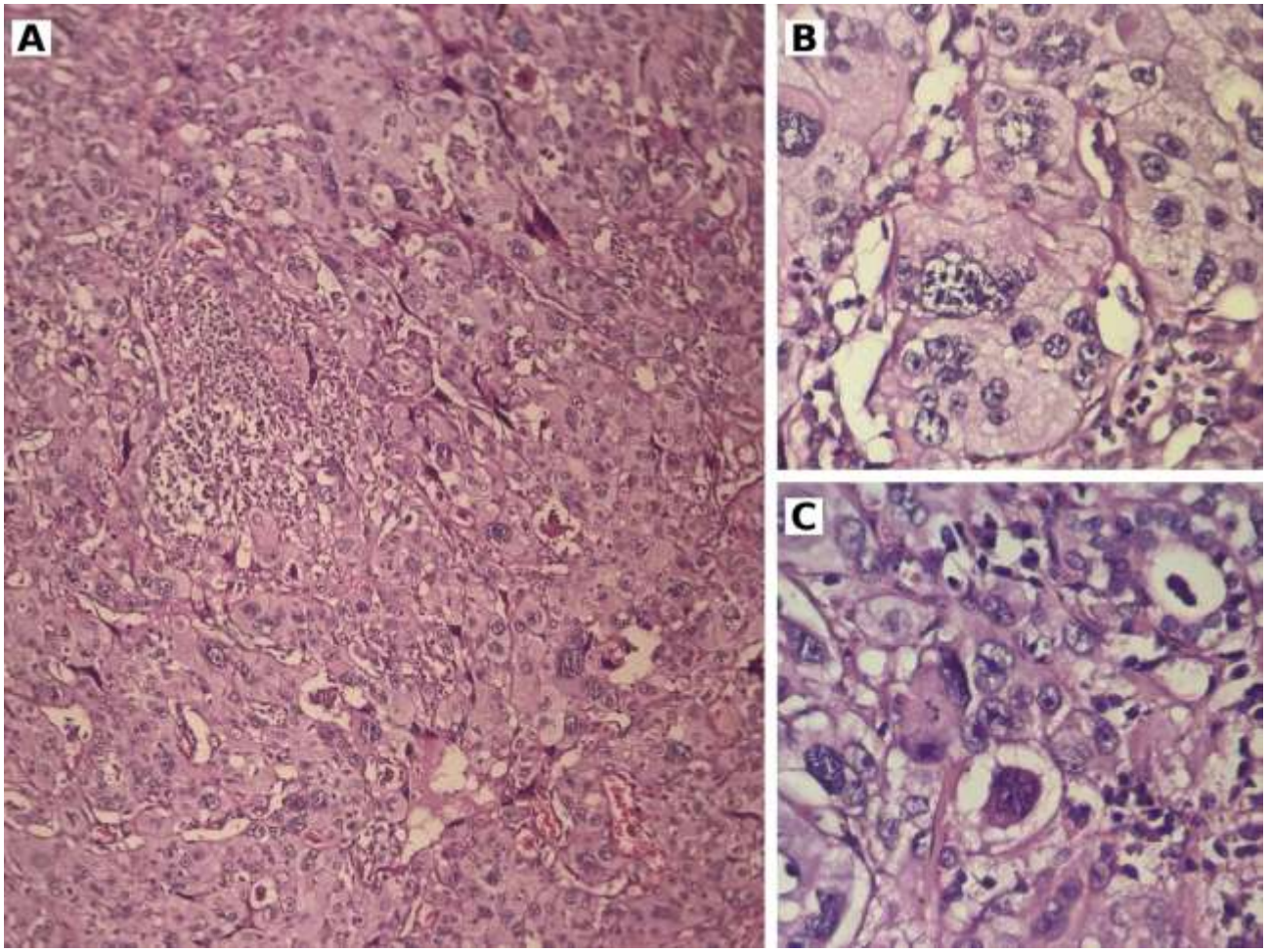
İnce iğne aspirasyon sitolojisinde belirgin nükleer pleomorfizm gösteren, iri ve düzensiz çekirdekli atipik hücreler ile multinükleer dev hücreler izlendi. Nekrotik zeminin eşlik ettiği bu bulgular nedeniyle olgu Bethesda kategori V (malignite açısından kuşkulu) olarak değerlendirildi. Sitolojik materyalde tümörün kökenini ortaya koyacak spesifik bir diferansiyasyon saptanmadığından primer ve metastatik malignite ayrımı yapılamadı. (Şekil 1)



Şekil 1. İnce iğne aspirasyon sitolojisinde nekrotik zeminde, belirgin nükleer pleomorfizm gösteren iri ve düzensiz çekirdekli atipik hücreler ile multinükleer dev hücreler izlenmektedir (A, B).

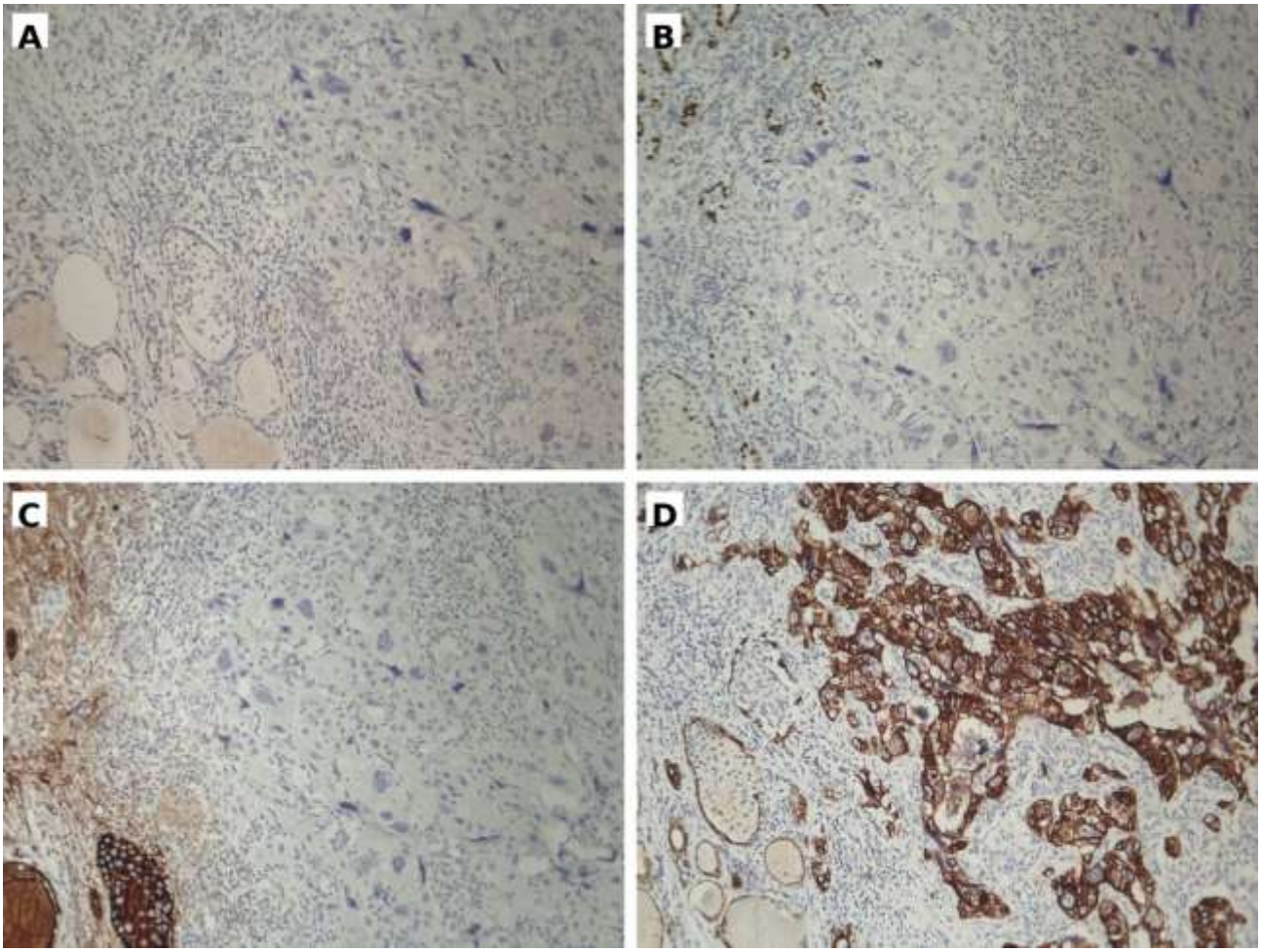
Hastaya subtotal tiroidektomi uygulandı. Cerrahi materyal yaklaşık 55 g ağırlığında olup, sol lob ve istmusu tutan 7,5 × 5 × 4 cm boyutlarında düzensiz konturlu bir tümöral lezyon içeriyordu. Tümör kesit yüzü belirgin heterojen görünümde, krem-kahverengi renkte olup geniş nekrotik ve kaviter alanlar içermekteydi. Makroskopik olarak çevre tiroid parankiminden net olarak ayrılmayan tümörün cerrahi sınırlara kadar uzandığı izlendi.

Histopatolojik incelemede rezidüel tiroid folliküllerı komşuluğunda yerleşen ve tiroid parankimini destrükte eden infiltratif yüksek dereceli malign epitelyal neoplazi izlendi. Tümör ağırlıklı olarak solid tabakalar oluşturuyor; belirgin inflamatuvar stromal yanıt ve geniş nekroz alanları eşlik ediyordu. Büyük büyütmede hiperkromatik çekirdekli, belirgin nükleollü, geniş eozinofilik-amfofilik sitoplazmalı ileri derecede pleomorfik hücreler ile çok sayıda bizar ve multinükleer dev tümör hücresi dikkati çekti. Atipik mitotik figürler, yaygın nekroz ve destrüktif infiltratif büyüme mevcuttu. Fokal alanlarda pleomorfik tümör hücreleri arasında keratinize eozinofilik lameller materyal ile karakterize skuamöz diferansiyasyon izlendi. (Şekil 2)



Şekil 2. Anaplastik tiroid karsinomunun histomorfolojik özellikleri. (A) Belirgin pleomorfizm gösteren yüksek dereceli malign epitelyal tümöral proliferasyon (H&E, ×100). (B, C) İri, bizar ve yer yer multinükleer tümör hücreleri ile belirgin nükleer pleomorfizm ve nükleoller (H&E, ×400).

İmmünohistokimyasal incelemede tümör hücrelerinde pansitokeratin ile yaygın ve güçlü pozitiflik saptandı. PAX8 ve tiroid transkripsiyon faktörü-1 (TTF-1) negatifti. Tiroglobulin ekspresyonu anaplastik tümör komponentinde büyük ölçüde kaybolmuşken rezidüel tiroid folliküllerinde internal pozitif kontrol olarak korunmuştu. Kalsitonin, CD117 ve BRAF V600E immünboyamaları negatifti. (Şekil 3)



Şekil 3. Anaplastik tiroid karsinomunun immünohistokimyasal bulguları. (A) Tümör hücrelerinde PAX8 ekspresyonu izlenmemektedir. (B) Tümör hücrelerinde TTF-1 negatifliği ve rezidüel tiroid folliküllerinde korunmuş nükleer ekspresyon. (C) Tümöral komponentte tiroglobulin ekspresyon kaybı ve rezidüel tiroid folliküllerinde korunmuş sitoplazmik boyanma. (D) Tümör hücrelerinde yaygın ve güçlü pansitokeratin ekspresyonu (immünohistokimya, ×100).

Skuamöz morfoloji, vokal kord paralizisi, pulmoner lezyonlar ve tiroid diferansiyasyon belirteçlerinin kaybı nedeniyle ekstratiroidal bir skuamöz hücreli karsinomun tiroid tutulumu önemli bir ayırıcı tanı olarak değerlendirildi. Bununla birlikte dominant tümör kitlesinin tiroid merkezli olması, rezidüel tiroid parankimiyle ilişkisinin histolojik olarak gösterilebilmesi ve skuamöz alanların izole bir skuamöz karsinomdan ziyade daha geniş pleomorfik-anaplastik tümörün bir komponentini oluşturması ATK lehine değerlendirildi. Tiroid lezyonunu açıklayabilecek ayrı bir primer skuamöz hücreli karsinom odağı gösterilemedi. Klinik, radyolojik, morfolojik ve immünohistokimyasal bulgular birlikte değerlendirilerek olgu skuamöz diferansiyasyon gösteren anaplastik tiroid karsinomu olarak tanı aldı.

2. TARTIŞMA

ATK'nin morfolojik heterojenitesi tanının en önemli güçlüklerinden biridir. Yakın tarihli 144 olguluk çok merkezli bir seride skuamöz diferansiyasyon 47 olguda (%32,6) saptanmış; bu alanların bazı olgularda fokal, bazı olgularda ise geniş olduğu, ancak hiçbir olguda tümörün yalnızca skuamöz elemanlardan oluşmadığı bildirilmiştir. Aynı çalışmada skuamöz alanların konvansiyonel epiteloid veya iğsi/pleomorfik anaplastik komponentlerle birleştiği vurgulanmıştır (Suster et al., 2026). Bizim olgumuzda da skuamöz diferansiyasyon, belirgin pleomorfizm, bizar

ve multinükleer dev hücreler, atipik mitozlar, yaygın nekroz ve destrüktif büyüme gösteren daha geniş bir anaplastik neoplazinin fokal komponenti şeklindeydi.

Tiroidde skuamöz morfoloji saptandığında en önemli sorunlardan biri tümörün primer tiroid kökenli olup olmadığının belirlenmesidir. Güncel WHO yaklaşımında primer tiroid skuamöz hücreli karsinomu ayrı bir antite olarak kabul edilmemekte ve bu morfoloji ATK'nin skuamöz paterni içinde değerlendirilmektedir (Juhlin et al., 2023). Buna karşılık larenks, hipofarenks veya özofagus kaynaklı tümörlerin direkt yayılımı ile akciğer ve diğer organlardan metastatik skuamöz hücreli karsinomlar tiroidde benzer bir görünüm oluşturabilir (Ding et al., 2024). Bu nedenle skuamöz morfolojinin varlığı tek başına tümörün kökenini belirlemek için yeterli değildir.

Olgumuzda vokal kord paralizisi ve toraks bilgisayarlı tomografisinde saptanan pulmoner lezyonlar ekstratiroidal bir skuamöz hücreli karsinom olasılığını klinik olarak anlamlı hale getirmiştir. Bununla birlikte dominant kitlenin tiroid sol lob ve istmus merkezli olması, rezidüel tiroid folliküleriyle doğrudan ilişkisinin gösterilmesi ve tiroid parankiminde destrüktif büyüme sergilemesi primer tiroid neoplazisi lehine önemli bulgulardı. Ayrıca skuamöz alanların tümörün tamamını oluşturmaması ve belirgin anaplastik morfoloji içerisinde yer alması tanısal değerlendirmede belirleyici oldu.

İmmünohistokimya ATK tanısında yardımcı olmakla birlikte, ileri dediferansiyasyon nedeniyle tiroid soy belirteçlerinin duyarlılığı sınırlıdır. Suster ve arkadaşlarının serisinde AE1/AE3 olguların %58,8'inde, PAX8 %32,7'sinde pozitif bulunmuş; TTF-1 ise yalnızca %3,7 oranında fokal pozitiflik göstermiştir. Yazarlar, bu değişken ekspresyon nedeniyle ATK tanısında klinikopatolojik korelasyonun önemini özellikle vurgulamıştır (Suster et al., 2026). Bizim olgumuzda güçlü pansitokeratin pozitifliği epitelyal diferansiyasyonu desteklerken PAX8 ve TTF-1 negatifti; tiroglobulin ekspresyonu da anaplastik komponentte büyük ölçüde kaybolmuştu. Bu immünfenotip tek başına tiroid kökenini kanıtlamamakla birlikte, belirgin dediferansiye morfoloji bağlamında ATK tanısıyla çelişmemektedir.

BRAF V600E immünohistokimyasının negatif olması da ATK tanısını dışlamaz. ATK moleküler olarak heterojen bir tümördür ve BRAF V600E yalnızca olguların bir bölümünde saptanır. Bununla birlikte BRAF durumunun hızlı biçimde belirlenmesi, hedefe yönelik tedavi seçenekleri açısından klinik önem taşımaktadır (Bible et al., 2021). Bu nedenle moleküler ve immünohistokimyasal incelemeler yalnızca tanısal değil, uygun olgularda tedavi planlamasına yönelik olarak da ele alınmalıdır.

Bu olguda tanıya ulaşmayı sağlayan temel yaklaşım, tek bir immünohistokimyasal belirtecin sonucuna odaklanmak yerine tümörün anatomik merkezi ile histolojik bütünlüğünü birlikte değerlendirmek olmuştur. Özellikle skuamöz komponentin, genel pleomorfik-anaplastik morfolojinin bir parçası olduğunun gösterilmesi ve rezidüel tiroid dokusuyla ilişkinin ortaya konması, ekstratiroidal skuamöz hücreli karsinomdan ayrımda en değerli bulgular olarak değerlendirilmiştir.

3. SONUÇ

Skuamöz diferansiyasyon, anaplastik tiroid karsinomunun tanısal açıdan yanıltıcı olabilen morfolojik paternlerinden biridir. Tiroidde skuamöz morfoloji ile karşılaşıldığında üst aerodigestif sistem veya akciğer kaynaklı skuamöz hücreli karsinomun direkt yayılımı ya da metastazı mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır. Bununla birlikte PAX8, TTF-1 ve tiroglobulin gibi tiroid diferansiyasyon belirteçlerinin kaybı tek başına ekstratiroidal köken lehine yorumlanmamalıdır. Tanı yalnızca immünohistokimyasal profile dayandırılmamalı; tümörün anatomik merkezi, rezidüel tiroid parankimiyle ilişkisi ve skuamöz komponentin tümörün genel pleomorfik-anaplastik morfolojisi içindeki yeri birlikte değerlendirilmelidir.

KAYNAKLAR

Bible, K. C., Kebebew, E., Brierley, J., Brito, J. P., Cabanillas, M. E., Clark, T. J., Jr., Di Cristofano, A., Foote, R., Giordano, T., Kasperbauer, J., Newbold, K., Nikiforov, Y. E., Randolph, G., Rosenthal, M. S., Sawka, A. M., Shah, M., Shaha, A., Smallridge, R., & Wong-Clark, C. (2021). 2021 American Thyroid Association guidelines for management of patients with anaplastic thyroid cancer. Thyroid, 31(3), 337-386. https://doi.org/10.1089/thy.2020.0944

Ding, W., Gao, X., & Ran, X. (2024). Progress in diagnosing and treating thyroid squamous cell carcinoma under the 5th edition of WHO classification. Frontiers in Endocrinology, 14, 1273472. https://doi.org/10.3389/fendo.2023.1273472

Juhlin, C. C., Mete, O., & Baloch, Z. W. (2023). The 2022 WHO classification of thyroid tumors: Novel concepts in nomenclature and grading. Endocrine-Related Cancer, 30(2), e220293. https://doi.org/10.1530/ERC-22-0293

Suster, D. I., Daum, O., Michal, M., Mackinnon, A. C., Nose, V., Michal, M., & Suster, S. (2026). Anaplastic thyroid carcinoma: Clinicopathologic and immunohistochemical study of 144 cases with special emphasis on the spectrum of histologic features. Virchows Archiv, 488, 1111-1124. https://doi.org/10.1007/s00428-026-04456-8

AÇIK KAYNAK COĞRAFİ VERİLERİN HARİTA MÜHENDİSLİĞİ UYGULAMALARINDA KULLANILABİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

Dr. Öğr. Üyesi Talha TAŞKANAT[1]

1Erciyes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Kayseri, Türkiye; talhataskanat@erciyes.edu.tr; ORCID: 0000-0001-6273-9298

Özet

Açık coğrafi veri kaynakları, Harita Mühendisliği çalışmalarında uydu görüntülerinden arazi örtüsüne, sayısal yüzey modellerinden gönüllü coğrafi bilgiye kadar farklı veri türlerine ücretsiz veya düşük maliyetli erişim olanakları sunmaktadır. Bu çalışmanın amacı, farklı nitelikteki açık coğrafi verilerin aynı çalışma alanında birlikte kullanılabilirliğini örnek bir uygulama üzerinden değerlendirmektir. Uygulama alanı, Kayseri'de Talas-Hisarcık-Endürlük/Akçakaya yerleşimleri ile Erciyes'in kuzey eteklerini kapsayan 417,52 km²'lik bir bölgedir. Sentinel-2 Level-2A, ESA WorldCover 2021 v200, Copernicus DEM GLO-30 ve OpenStreetMap verileri ortak bir CBS iş akışında kullanılmıştır. Sentinel-2 için 2025 yaz döneminden 12 görüntü seçilmiş; doğal renkli medyan kompozit ve NDVI üretilmiştir. WorldCover verisinden arazi örtüsü sınıflarının alan dağılımları, Copernicus DEM'den yüzey yüksekliği ve eğim bilgileri, OpenStreetMap'den ise yol ve bina katmanları elde edilmiştir. Ortalama NDVI 0,252 olarak hesaplanmış, WorldCover sınıfları içinde çayır/otlak %48,79 ile baskın sınıf olmuştur. Yüzey yüksekliği 1042,87-2503,14 m arasında değişmiş ve ortalama eğim 7,60° olarak belirlenmiştir. OpenStreetMap verisinde 3685,85 km haritalanmış yol ve 27 459 bina poligonu tespit edilmiştir. İncelenen örnek alan kapsamında sonuçlar, farklı veri modelleri ve mekânsal çözünürlüklere sahip açık coğrafi verilerin ortak bir CBS ortamında birlikte kullanılabildiğini ve uzaktan algılama, topoğrafik ön değerlendirme, arazi örtüsü incelemesi ve temel vektör CBS uygulamalarında tamamlayıcı girdiler sağlayabildiğini göstermektedir. Çalışma, veri setlerinin farklı referans zamanları, mekânsal çözünürlükleri ve üretim özellikleri dikkate alınarak açık coğrafi verilerin ortak bir CBS iş akışındaki kullanım olanaklarını değerlendirmektedir.

Anahtar Kelimeler: Açık coğrafi veri, Harita Mühendisliği, Sentinel-2, Copernicus DEM, OpenStreetMap

INVESTIGATION OF THE USABILITY OF OPEN GEOSPATIAL DATA IN GEOMATICS ENGINEERING APPLICATIONS

Asst. Prof. Dr. Talha TAŞKANAT[1]

1Erciyes University, Faculty of Engineering, Department of Geomatics Engineering, Kayseri, Türkiye; talhataskanat@erciyes.edu.tr; ORCID: 0000-0001-6273-9298

Abstract

Open geospatial data sources provide free or low-cost access to diverse data types used in Geomatics Engineering, ranging from satellite imagery and land-cover products to digital surface models and volunteered geographic information. This study aims to evaluate the practical joint use of different open geospatial datasets through a case application. The study area covers 417.52 km² in Kayseri, Türkiye, including the Talas-Hisarcık-Endürlük/Akçakaya settlements and the northern foothills of Mount Erciyes. Sentinel-2 Level-2A, ESA WorldCover 2021 v200, Copernicus DEM GLO-30, and OpenStreetMap data were processed within a common GIS workflow. Twelve Sentinel-2 scenes from the summer of 2025 were selected to generate a natural-colour median composite and NDVI. Land-cover class areas were derived from WorldCover, surface elevation and slope from Copernicus DEM, and road and building layers from OpenStreetMap. Mean NDVI was 0.252, while grassland was the dominant WorldCover class, covering 48.79% of the study area. Surface elevation ranged from 1042.87 to 2503.14 m and mean slope was 7.60°. OpenStreetMap contained 3685.85 km of mapped roads and 27,459 building polygons. Within the selected case area, the results show that open geospatial datasets with different data models and spatial resolutions can be used together in a common GIS environment and can provide complementary inputs for remote sensing, topographic screening, land-cover assessment, and basic vector GIS applications. The study evaluates the joint use of open geospatial datasets within a common GIS workflow while considering differences in reference dates, spatial resolutions, and production characteristics.

Keywords: Open geospatial data, Geomatics Engineering, Sentinel-2, Copernicus DEM, OpenStreetMap

GİRİŞ

Coğrafi veriye erişim, Harita Mühendisliği kapsamında yürütülen uzaktan algılama, coğrafi bilgi sistemleri (CBS), topoğrafik analiz, tematik haritalama ve mekânsal karar destek çalışmalarının temel bileşenlerinden biridir. Son yıllarda kamu kurumları, uluslararası Dünya gözlem programları ve kullanıcı toplulukları tarafından sağlanan açık coğrafi veri setlerinin çeşitlenmesi, veri edinme maliyetini azaltma potansiyeli taşırken, farklı kaynakların birlikte kullanılmasına yönelik yeni olanaklar oluşturmuştur. Açıklık kavramının coğrafi alanda yazılım, standart ve veri bileşenleriyle birlikte ele alınması gerektiği; özellikle açık coğrafi verinin erişilebilirlik ve yeniden kullanım bakımından önemli bir altyapı oluşturduğu vurgulanmaktadır (Minghini vd., 2020).

Uydu tabanlı açık veri programları bu dönüşümün başlıca kaynaklarından biridir. Sentinel-2 görevi 13 spektral bant ve 10, 20 ve 60 m mekânsal çözünürlük seçenekleri ile arazi örtüsü, bitki örtüsü, su ve kentsel alan incelemelerinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Drusch vd., 2012). Türkiye'de de açık uydu verilerinin farklı Harita Mühendisliği ve çevresel izleme problemlerinde kullanıldığı görülmektedir. Karkınlı (2025) MODIS ve Landsat verilerini Google Earth Engine üzerinde çok ölçekli çölleşme ve iklim-bitki örtüsü analizinde kullanmış; Taşkanat (2026) Kayseri Palas Tuzla Gölü Havzası'nda Sentinel-2 verileriyle tuzluluk-bitki örtüsü ilişkisini incelemiştir. Kesikoğlu & Kaynak (2024) Landsat 8 görüntülerinden sulak alan kıyı dinamiklerini, Kaynak (2025) ise Sentinel-2 ve Landsat 8 görüntülerinden orman yangını etkilerini değerlendirmiştir. Bu çalışmalar, açık uydu arşivlerinin farklı ölçeklerdeki uzaktan algılama uygulamalarına veri sağlayabildiğini göstermektedir.

Açık coğrafi veri yalnızca uydu görüntüleriyle sınırlı değildir. Gönüllü Coğrafi Bilgi (GCB) yaklaşımı, kullanıcıların konuma bağlı bilgiyi üretim ve güncelleme süreçlerine katılmasını sağlayarak geleneksel kurumsal veri kaynaklarına tamamlayıcı bir kanal oluşturmuştur (Goodchild, 2007). OpenStreetMap (OSM), kullanıcı tarafından üretilen ve açık lisans altında sunulan küresel bir vektör veri kaynağının en bilinen örneklerinden biridir (Haklay & Weber, 2008). Türkiye bağlamında Taşkanat vd. (2017) gönüllü coğrafi bilgi ile sosyal medya ilişkisini ele almış; Taşkanat vd. (2018) ise kentsel sorunların yönetimi için GCB tabanlı bir mobil uygulama geliştirmiştir. Bu çalışmalar, açık ve kullanıcı katkılı mekânsal verinin Harita Mühendisliği uygulamalarında yalnızca hazır veri olarak değil, veri üretim yaklaşımı olarak da kullanım potansiyeline işaret etmektedir.

Farklı kaynakların CBS ortamında bütünleştirilmesi, açık verinin pratik kullanım olanaklarını genişletebilmektedir. Özgül vd. (2025), farklı mekânsal veri setlerini CBS tabanlı yerleşim uygunluk analizinde bir araya getirerek çok kaynaklı veri kullanımının karar destek süreçlerindeki rolünü göstermiştir. Benzer şekilde arazi kullanım/arazi örtüsü ürünlerinin çevresel planlama, doğal kaynak yönetimi ve afet yönetimi gibi uygulamalarda temel bilgi sağladığı belirtilmektedir (Kaynak & Özkan, 2026). Bu nedenle açık veri setlerinin teknik özelliklerinin yanı sıra, ortak bir çalışma alanında erişilebilirlik, işlenebilirlik ve birlikte kullanılabilirlik açısından değerlendirilmesi Harita Mühendisliği için önemlidir.

Bu çalışmanın amacı, yaygın olarak kullanılan dört açık coğrafi veri grubunun (Sentinel-2 Level-2A, ESA WorldCover 2021, Copernicus DEM GLO-30 ve OpenStreetMap) Kayseri'de seçilen örnek bir çalışma alanında elde edilmesi, işlenmesi ve ortak bir CBS ortamında bütünleştirilmesi süreçlerini ortaya koymaktır. Bu kapsamda, farklı veri modellerine ve mekânsal özelliklere sahip söz konusu veri kaynaklarının Harita Mühendisliği uygulamalarında birlikte kullanım olanakları ve üretilen temel mekânsal çıktılar üzerinden değerlendirilmiştir.

1. AÇIK COĞRAFİ VERİLER VE HARİTA MÜHENDİSLİĞİ UYGULAMALARI

Açık kaynak yaklaşımı, coğrafi bilgi alanında açık yazılımların yanı sıra erişilebilir ve yeniden kullanılabilir veri kaynaklarının kullanımını da destekleyen bir çerçeve sunmaktadır (Minghini vd., 2020). Açık coğrafi verilerin Harita Mühendisliği uygulamalarında değerlendirilmesinde erişim koşulları, lisans, mekânsal ve zamansal çözünürlük, veri modeli, güncellik ve birlikte çalışabilirlik gibi özelliklerin kullanım amacıyla birlikte ele alınması gerekmektedir. Bu nedenle bir veri setinin ücretsiz veya açık erişilebilir olması, her uygulama için

doğrudan uygun olduğu anlamına gelmemektedir. Verinin kullanılabilirliği, veri setinin teknik özellikleri ile uygulamanın gereksinimleri arasındaki uyuma bağlı olarak değerlendirilmelidir.

Sentinel-2, optik uzaktan algılama açısından yaygın olarak kullanılan açık uydu veri kaynaklarından biridir. Görev tasarımı yüksek zamansal tekrar ve çok bantlı gözlem olanağı sunmaktadır (Drusch vd., 2012). Bu özellikler, bitki örtüsünün NDVI gibi indislerle incelenmesinden arazi örtüsü sınıflandırmasına kadar geniş bir kullanım alanı sağlamaktadır. Türkiye'de Sentinel-2 ve Landsat verilerinin çevresel izleme çalışmalarında birlikte veya ayrı ayrı kullanıldığı güncel uygulamalar da bulunmaktadır (Kaynak, 2025; Taşkanat, 2026).

ESA WorldCover 2021 v200, Sentinel-1 ve Sentinel-2 verilerinden üretilmiş, 10 m çözünürlüklü ve 11 arazi örtüsü sınıfı içeren küresel bir veri ürünüdür (Zanaga vd., 2022). Hazır sınıflandırılmış yapısı, bölgesel ön değerlendirmeler için pratik bir veri kaynağı sağlayabilirken, ürünün belirli bir referans yılını temsil etmesi ve tematik sınıflandırma ürünü olması kullanım amacında dikkate alınmalıdır. Açık uydu verilerinden arazi örtüsü ve kıyı/çevresel sınıflarının türetilebildiği uygulamalar Kesikoğlu vd. (2020) ve Kesikoğlu & Kaynak (2024) tarafından da gösterilmiştir.

Copernicus DEM GLO-30 küresel ölçekte yaklaşık 30 m çözünürlüğe sahip bir Sayısal Yüzey Modelidir (DSM). Ürün; bina, altyapı ve bitki örtüsü gibi yüzey üzerindeki elemanları içeren üst yansıtıcı yüzeyi temsil etmekte ve GLO-30 sürümü küresel kapsama sağlamaktadır (European Space Agency, 2022). Dolayısıyla ürünün doğrudan çıplak araziyi temsil eden sayısal arazi modeli (DTM) olarak yorumlanmaması gerekir. Buna karşılık bölgesel ölçekte yükseklik ve eğim gibi temel topoğrafik değişkenlerin elde edilmesinde kullanılabilecek standartlaştırılmış bir veri kaynağıdır.

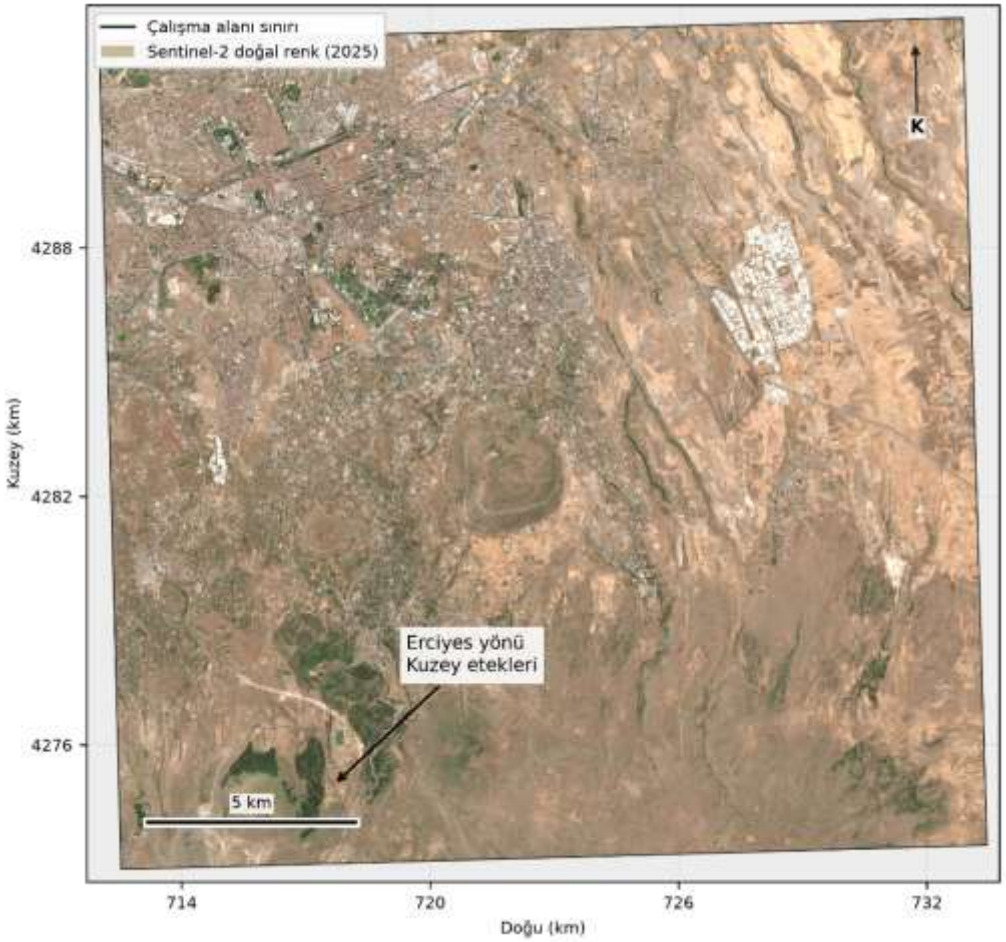
OSM, gönüllü katkılarla güncellenen küresel bir vektör veri tabanıdır. Veri; yol, bina ve çok sayıda noktasal, çizgisel ve alansal detay içermekte ve ODbL kapsamında kullanılmaktadır (OpenStreetMap contributors, 2026). OSM'nin kullanıcı katkılı yapısı güncellik ve içerik çeşitliliği açısından önemli olanaklar sunmakla birlikte, veri yoğunluğu ve eksiksizliği mekânsal olarak değişebilmektedir. Bu nedenle OSM verilerinin kullanımında çalışma alanının özellikleri ve uygulamanın veri gereksinimleri birlikte değerlendirilmelidir. Gönüllü Coğrafi Bilgi yaklaşımı açısından bu durum, kullanıcı katkılı mekânsal verilerin niteliğinin kullanım amacıyla birlikte ele alınması gerekliliğiyle uyumludur (Goodchild, 2007; Haklay, 2010; Taşkanat vd., 2018).

2. YÖNTEM

Çalışma alanı, Kayseri il merkezinin güneyinde Talas-Hisarcık-Endürlük/Akçakaya yerleşimleri ile Erciyes'in kuzey eteklerinin bir bölümünü kapsayacak şekilde belirlenmiştir. Alan 35,44°-35,68° doğu boylamları ile 38,58°-38,76° kuzey enlemleri arasında yer almakta ve 417,524 km² yüzölçümüne sahiptir. Kentsel doku, tarım alanları, doğal bitki örtüsü ve belirgin topoğrafik değişimin sınırlı bir alan içerisinde birlikte bulunması, farklı veri türlerinin aynı çalışma alanında birlikte değerlendirilebilmesi açısından seçimde etkili olmuştur. Tüm metrik hesaplamalar WGS 84 / UTM Zone 36N koordinat referans sisteminde gerçekleştirilmiştir.

Sentinel-2 işleme aşamasında, 1 Haziran-30 Eylül 2025 tarih aralığında çalışma alanını kapsayan ve sahne bulutluluğu %20'nin altında olan görüntüler arasından 12 benzersiz edinim seçilmiştir. Scene Classification Layer kullanılarak bulut gölgesi, orta/yüksek olasılıklı bulut, sirrus ve kar/buz sınıfları maskelenmiş; B04, B03 ve B02 bantlarından doğal renkli, B08 ve B04 bantlarından ise yaz dönemi medyan NDVI ürünü oluşturulmuştur. NDVI aşağıdaki eşitlikle hesaplanmıştır.

$$NDVI = \frac{B8 - B4}{B8 + B4}$$



Şekil 1. Çalışma alanının konumu (Kayseri, Türkiye).

ESA WorldCover 2021 v200 verisi çalışma alanına göre kesilmiş ve kategorik rasterın sınıf yapısını korumak amacıyla gerekli yeniden örnekleme işlemlerinde en yakın komşuluk yöntemi kullanılmıştır. Çalışma alanında bulunan her sınıf için alan ve toplam alana oran hesaplanmıştır. Copernicus DEM GLO-30 verisi çalışma alanına göre kesilmiş; yükseklik değerleri özetlenmiş ve projeksiyonlu koordinat sisteminde derece cinsinden eğim rasteri üretilmiştir. Copernicus DEM bir DSM olduğundan sonuçlar arazi yüzeyi değil, rasterın temsil ettiği yüzey yüksekliği bağlamında yorumlanmıştır.

Tablo 1. Çalışmada kullanılan açık coğrafi veri kaynakları ve uygulamadaki işlevleri

Veri seti	Veri türü	Temel çözünürlük	Zamansal referans	Uygulama çıktısı
Sentinel-2 Level-2A	Raster	10-60 m	2025 yaz dönemi	Doğal renk, NDVI
ESA WorldCover 2021 v200	Raster	10 m	2021	Arazi örtüsü
Copernicus DEM GLO-30	Raster DSM	~30 m	Statik ürün	Yükseklik, eğim
OpenStreetMap	Vektör	Değişken	14.09.2026 erişimi	Yol, bina

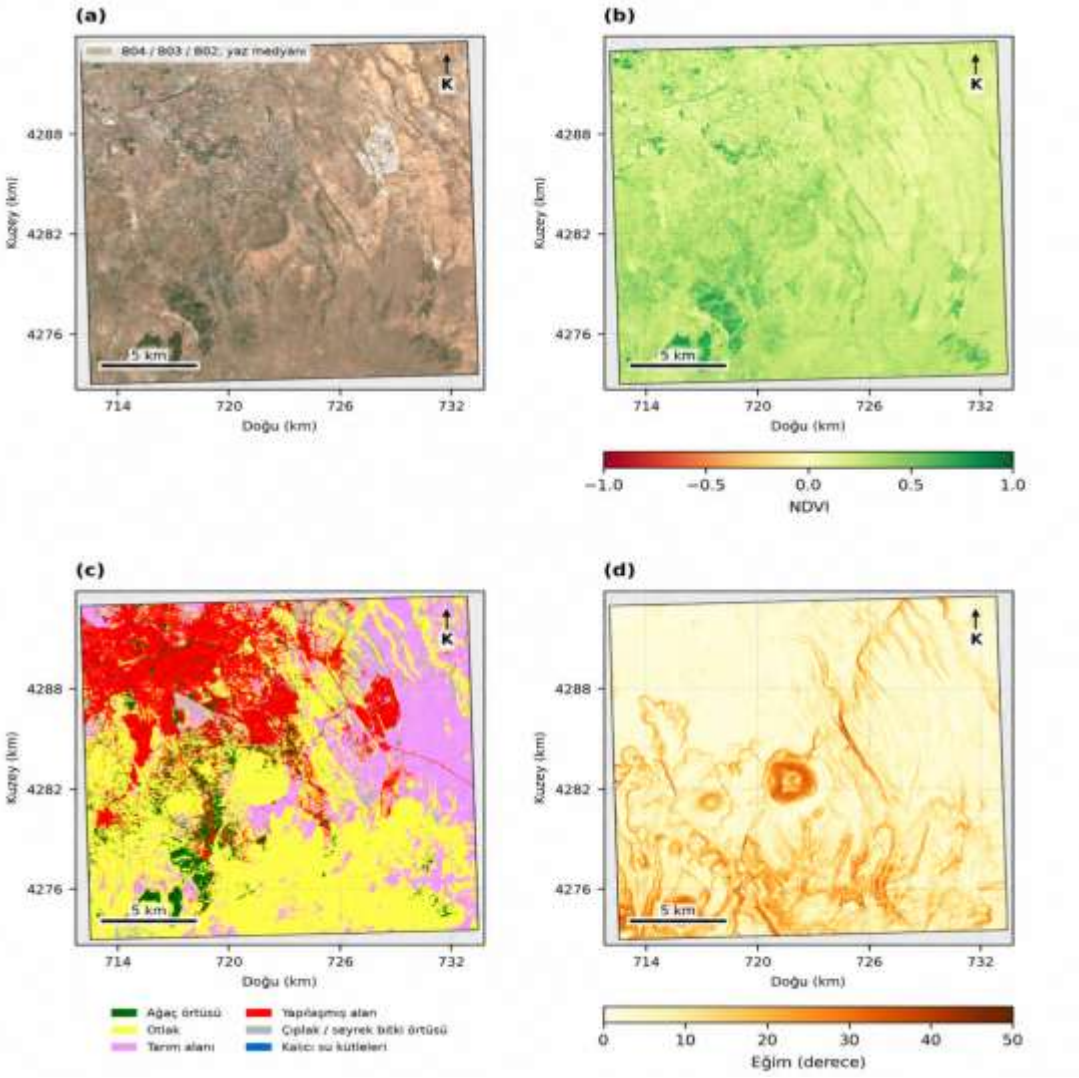
OSM'den çalışma alanındaki motorlu taşıt yolları, servis yolları, yollar olarak etiketlenen izler ve bina poligonları alınmıştır. Yaya yolları, bisiklet yolları ve patikalar toplam yol uzunluğuna dahil edilmemiştir. Yol geometrilerinde yönlü ağdan kaynaklanan tekrarların etkisi giderildikten sonra toplam haritalanmış yol uzunluğu hesaplanmıştır.

Bina verilerinde poligon sayısı ile çakışma kaynaklı alan büyümesini azaltmak için geometrik birleşim sonrası toplam taban alanı elde edilmiştir. OSM verilerine 14 Eylül 2026 tarihinde erişim sağlanmıştır.

3. BULGULAR

Sentinel-2 verilerinden oluşturulan 2025 yaz dönemi medyan kompozitinde NDVI değerleri -0,575 ile 0,919 arasında değişmiş ve ortalama NDVI 0,252 olarak hesaplanmıştır. Çalışma alanının tamamında geçerli NDVI üretilebilmiş ve iç NoData alanı oluşmamıştır. Bu sonuç, Sentinel-2 verilerinden hem doğal renkli görüntü hem de bitki örtüsü durumunu özetleyen spektral bir gösterge üretilebildiğini göstermektedir. Sentinel-2'nin çevresel izleme uygulamalarındaki kullanımı Kaynak (2025) ve Taşkanat (2026) çalışmalarında da görülmektedir.

WorldCover 2021 verisinde çalışma alanı içerisinde altı sınıf bulunmuştur. Çayır/otlak sınıfı 203,72 km² (%48,79) ile baskın sınıftır. Tarım alanları 88,47 km² (%21,19), yapılaşmış alanlar 82,85 km² (%19,84), çıplak veya seyrek bitkili alanlar 21,63 km² (%5,18), ağaç örtüsü 20,63 km² (%4,94) ve sürekli su yüzeyleri 0,23 km² (%0,05) olarak hesaplanmıştır. Hazır sınıflandırılmış yapısı, çalışma alanına ilişkin tematik arazi örtüsü bilgisinin doğrudan elde edilmesine olanak sağlamıştır.



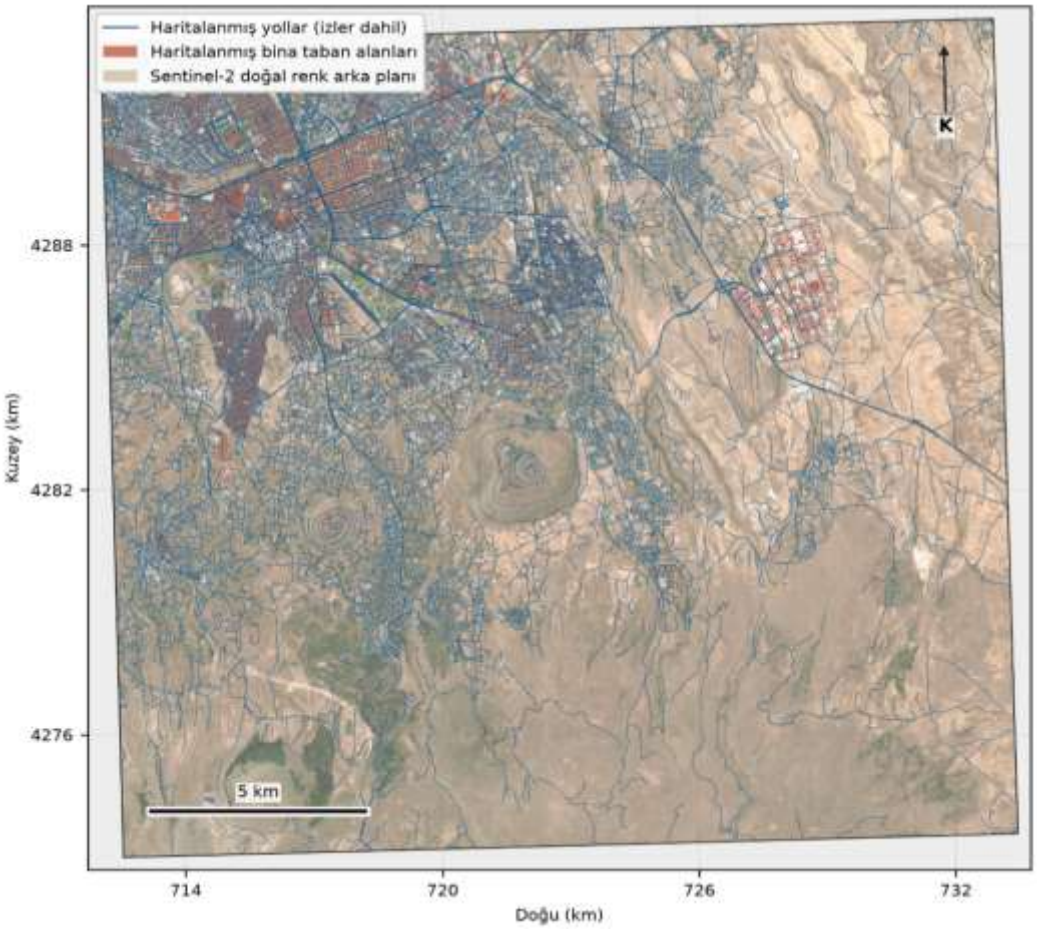
Şekil 2. Sentinel-2 doğal renk, NDVI, ESA WorldCover 2021 ve eğim katmanları.

Copernicus DEM GLO-30 üzerinde yüzey yüksekliği 1042,87-2503,14 m arasında değişmekte, ortalama değer 1421,27 m olmaktadır. Eğim 0,004° ile 47,71° arasında değişmiş ve ortalama eğim 7,60° olarak hesaplanmıştır. Çalışma alanının kuzeyindeki daha düşük ve görece düz kentsel/tarımsal kesimlerle Erciyes'in kuzey eteklerine doğru artan topoğrafik değişim Copernicus DEM GLO-30 üzerinde izlenebilmiştir.

Tablo 2. ESA WorldCover 2021 sınıflarının çalışma alanındaki dağılımı

Sınıf	Alan (km²)	Oran (%)
Ağaç örtüsü (10)	20,63	4,94
Çayır/otlak (30)	203,72	48,79
Tarım alanı (40)	88,47	21,19
Yapılaşmış alan (50)	82,85	19,84
Çıplak/seyrek bitkili alan (60)	21,63	5,18
Sürekli su yüzeyi (80)	0,23	0,05

OSM verilerinden çalışma alanında 3685,85 km haritalanmış yol ve 27 459 bina poligonu elde edilmiştir. Bina geometrilerinin birleşik taban alanı 11,35 km²'dir Bu değerler, OSM'de çalışma alanına ilişkin mevcut haritalanmış yol ve bina içeriğinin nicel bir özetini sunmaktadır. OSM'nin kullanıcı katkılı veri üretim yapısı, GCB literatüründe tanımlanan katılımcı mekânsal veri üretimi yaklaşımıyla örtüşmektedir (Goodchild, 2007; Haklay & Weber, 2008; Taşkanat vd., 2018).



Şekil 3. OpenStreetMap yol ve bina verilerinin raster verilerle bütünleştirilmesi.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Dört veri grubunun aynı çalışma alanında ele alınması, farklı veri modellerindeki açık coğrafi verilerin ortak bir CBS ortamında birlikte kullanılabildiğini ortaya koymuştur. Sentinel-2 çok bantlı spektral bilgi, WorldCover tematik arazi örtüsü bilgisi, Copernicus DEM topoğrafik yüzey bilgisi, OSM ise yol ve bina gibi vektör detayları sağlamaktadır. Böylece farklı açık veri kaynaklarından elde edilen mekânsal bilgi bileşenleri ortak bir CBS iş akışı içerisinde değerlendirilebilmiştir. Çok kaynaklı mekânsal verilerin CBS tabanlı uygulamalarda birlikte kullanımına ilişkin benzer bir yaklaşım, Özgül vd. (2025) tarafından gerçekleştirilen yerleşim uygunluk analizinde de görülmektedir.

Uygulama sonucunda Sentinel-2 görüntülerinden doğal renkli kompozit ve NDVI, WorldCover verisinden arazi örtüsü sınıfları, Copernicus DEM'den yükseklik ve eğim bilgileri, OSM'den ise yol ve bina verileri elde edilmiştir. Elde edilen çıktılar, açık coğrafi veri kaynaklarının uzaktan algılama, topoğrafik ön değerlendirme, tematik haritalama ve temel CBS analizlerinde birbirini tamamlayan veri girdileri olarak değerlendirilebileceğini göstermektedir.

Bununla birlikte açık veya ücretsiz erişilebilir olma, bir veri setinin her mühendislik uygulamasının gereksinimlerini doğrudan karşılayacağı anlamına gelmemektedir. Sentinel-2, WorldCover, Copernicus DEM ve OSM; üretim yöntemi, mekânsal ve zamansal çözünürlük, veri modeli, güncellik ve kullanım koşulları bakımından farklı özelliklere sahiptir. Bu nedenle açık coğrafi verilerin seçiminde veri setlerinin teknik özellikleri ile uygulamanın gereksinimlerinin birlikte değerlendirilmesi önem taşımaktadır.

KAYNAKLAR

Drusch, M., Del Bello, U., Carlier, S., Colin, O., Fernandez, V., Gascon, F., Hoersch, B., Isola, C., Laberinti, P., Martimort, P., Meygret, A., Spoto, F., Sy, O., Marchese, F., & Bargellini, P. (2012). Sentinel-2: ESA's Optical High-Resolution Mission for GMES Operational Services. *Remote Sensing of Environment*, *120*, 25-36. https://doi.org/10.1016/j.rse.2011.11.026

European Space Agency. (2022). Global and European Digital Elevation Model. Içinde *Copernicus DEM*. https://doi.org/10.5270/ESA-c5d3d65

Goodchild, M. F. (2007). Citizens as sensors: the world of volunteered geography. *GeoJournal*, *69*(4), 211-221. https://doi.org/10.1007/s10708-007-9111-y

Haklay, M. (2010). How Good is Volunteered Geographical Information? A Comparative Study of OpenStreetMap and Ordnance Survey Datasets. *Environment and Planning B: Planning and Design*, *37*(4), 682-703. https://doi.org/10.1068/b35097

Haklay, M., & Weber, P. (2008). OpenStreetMap: User-Generated Street Maps. *IEEE Pervasive Computing*, *7*(4), 12-18. https://doi.org/10.1109/MPRV.2008.80

Karkınlı, A. E. (2025). Multi-scale remote sensing of desertification trends and climate–vegetation interactions in the Konya basin, Türkiye (2000–2025). *Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, *14*(4), 1690-1699. https://doi.org/10.28948/ngumuh.1791557

Kaynak, T. (2025). Uzaktan Algılama ve CBS Kullanılarak Orman Yangınlarının Etkilerinin Analizi: Taşköprü 2020 Orman Yangını Örneği. *Turkish Journal of Remote Sensing and GIS*, *6*(2), 168-180. https://doi.org/10.48123/rsgis.1643526

Kaynak, T., & Özkan, C. (2026). Taşkın Duyarlılık Haritalarının Üretiminde Faktör Seçiminin Etkisinin İncelenmesi. *Harita Dergisi*, *175*, 15-29.

Kesikoğlu, M. H., Çiçekli, S. Y., & Kaynak, T. (2020). The Identification Of Seasonal Coastline Changes From Landsat 8 Satellite Data Using Artificial Neural Networks And K-Nearest Neighbor. *Turkish Journal of Engineering*, *4*(1), 47-56. https://doi.org/10.31127/tuje.599359

Kesikoğlu, M. H., & Kaynak, T. (2024). Tracking Seasonal Coastal Dynamics of Akyatan Wetland with Landsat 8 image using Object-Based Classification and Regression Tree. *Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*. https://doi.org/10.28948/ngumuh.1559034

Minghini, M., Mobasheri, A., Rautenbach, V., & Brovelli, M. A. (2020). Geospatial openness: from software to standards & data. *Open Geospatial Data, Software and Standards*, *5*(1), 1. https://doi.org/10.1186/s40965-020-0074-y

OpenStreetMap contributors. (2026). *OpenStreetMap*. OSM. https://www.openstreetmap.org/

Özgül, C., Taşkanat, T., & Kaynak, T. (2025). GIS-supported settlement area determination in post-earthquake reconstruction: an AHP-based suitability analysis in Adıyaman province. *Turkish Journal of Remote Sensing*, *7*(2), 407-419. https://doi.org/10.51489/tuzal.1752558

Taşkanat, T. (2026). Modeling Salinity-Vegetation Interaction in Semi-Arid Areas: A Google Earth Engine Based Comparative Regression Analysis. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, *13*(2), 397-412. https://doi.org/10.30910/turkjans.1844748

Taşkanat, T., Karaağaç, A., Beşdok, E., & Bostancı, B. (2018). Kentsel Sorunların Yönetimi için Bir Gönüllü Coğrafi Bilgi Mobil Uygulaması Geliştirilmesi. *Geomatik*, *3*(1), 84-91. https://doi.org/10.29128/geomatik.371144

Taşkanat, T., Karkınlı, A. E., & Beşdok, E. (2017). Volunteered geographic information and social media. *I. International Advanced Researches and Engineering Congress*, 2103-2103.

Zanaga, D., Van De Kerchove, R., Daems, D., De Keersmaecker, W., Brockmann, C., Kirches, G., Wevers, J., Cartus, O., Santoro, M., & Fritz, S. (2022). ESA WorldCover 10 m 2021 v200. https://pure.iiasa.ac.at/18478

KADİRLİ İLÇESİNDE TARIMSAL ÜRÜN DESENİNİN DÖNÜŞÜMÜ (2016–2025): ÇEŞİTLENME, MEKANİZASYON VE PAZAR DİNAMİKLERİ[1]

Yüksek Lisans Öğrencisi, Mehmet Mert BİLİCİ1/ Prof. Dr., Osman ÇEPNİ2

1 Karabük Üniversitesi, İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi, Coğrafya Bölümü, mehmetmertbilici01@gmail.com, http://orcid.org/0009-0000-6047-6965

2 Karabük Üniversitesi, İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi, Coğrafya Bölümü, ocepni@karabuk.edu.tr, https://orcid.org/0000-0003-3978-8889

Özet

Tarımsal ürün deseni, doğal çevre koşullarının yanı sıra üretim maliyetleri, iş gücü olanakları, mekanizasyon, pazar koşulları ve tarım politikalarındaki değişimlere bağlı olarak zaman içinde dönüşmektedir. Bu araştırmanın amacı, Osmaniye ili Kadirli ilçesinde 2016–2025 döneminde tarımsal ürün deseninde meydana gelen değişimi ortaya koymak ve bu değişimin ardındaki ekonomik, teknolojik ve beşerî dinamikleri açıklamaktır. Araştırma, açıklayıcı sıralı karma yöntem yaklaşımına dayanmaktadır. Nicel aşamada Osmaniye İl ve Kadirli İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğünden elde edilen tarımsal üretim ve ekim alanı verileri incelenmiştir. Nitel aşamada ise iki kurum yetkilisi ve üç üretici ile gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış görüşmelerden ürün tercihleri ve ürün desenindeki değişime ilişkin veriler kullanılmıştır. Nicel veriler betimsel olarak, görüşme verileri ise içerik analizi yoluyla değerlendirilmiştir. Bulgular, Kadirli tarımının geleneksel ürün yapısından giderek daha çeşitlenmiş bir üretim desenine yöneldiğini göstermektedir. 2016–2025 döneminde mısır ekim alanı %8 azalırken turp %107, ıspanak %632, ayçiçeği %146, soya %136, zeytin %118 ve yerfıstığı %26 oranında artmıştır. Görüşmeler, geçmişte önemli bir yere sahip olan pamuğun terk edilmesinde yüksek işçilik ve girdi maliyetleri, fiyat istikrarsızlığı ve mekanizasyona yönelmenin etkili olduğunu göstermektedir. Yeni ürünlerin yaygınlaşmasında ise birim alandan elde edilen net gelir, düşük iş gücü gereksinimi, pazarlama olanakları, destekleme politikaları ve yerel ekolojik avantajlar belirleyici olmaktadır. Sonuçlar, Kadirli'de ürün desenindeki dönüşümün yalnızca doğal koşullarla açıklanamayacağını, üreticilerin ekonomik koşullara ve değişen pazar yapısına verdikleri uyarlanabilir tepkilerin de bu dönüşümde önemli rol oynadığını ortaya koymaktadır

Anahtar Kelimeler: Kadirli, tarım coğrafyası, ürün deseni, tarımsal dönüşüm, ürün çeşitlenmesi

1 Bu çalışma, Prof. Dr. Osman ÇEPNİ danışmanlığında Mehmet Mert BİLİCİ tarafından hazırlanan "Kadirli İlçesinin (Osmaniye) Tarım Coğrafyası" başlıklı yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

TRANSFORMATION OF THE AGRICULTURAL CROP PATTERN IN KADİRLİ DISTRICT (2016–2025): DIVERSIFICATION, MECHANISATION AND MARKET DYNAMICS

Master's Student Mehmet Mert BİLİCİ1/ Prof. Dr. Osman ÇEPNİ2

1Department of Geography, Faculty of Humanities and Social Sciences, Karabük University, mehmetmertbilici01@gmail.com, http://orcid.org/0009-0000-6047-6965

2Department of Geography, Faculty of Humanities and Social Sciences, Karabük University, ocepni@karabuk.edu.tr, https://orcid.org/0000-0003-3978-8889

Abstract

Agricultural crop patterns change over time in response to production costs, labour availability, mechanisation, market conditions and agricultural policies, as well as environmental conditions. This study aims to examine changes in the agricultural crop pattern of Kadirli district in Osmaniye between 2016 and 2025 and to explain the economic, technological and human factors underlying this transformation. The study follows an explanatory sequential mixed-methods approach. In the quantitative phase, agricultural production and cultivated-area data obtained from the provincial and district directorates of the Ministry of Agriculture and Forestry were analysed. The qualitative phase draws on semi-structured interviews conducted with two institutional officials and three producers, focusing specifically on crop choices and changes in the local crop pattern. Quantitative data were analysed descriptively, while interview data were examined through content analysis. The findings indicate a shift from a traditional crop structure towards a more diversified agricultural production pattern. Between 2016 and 2025, the cultivated area of maize decreased by 8%, whereas the areas devoted to radish, spinach, sunflower, soybean, olive and peanut increased by 107%, 632%, 146%, 136%, 118% and 26%, respectively. Interviews indicate that high labour and input costs, price instability and increasing mechanisation contributed to the abandonment of cotton, which had historically occupied an important position in the local agricultural economy. The expansion of emerging crops is associated with net returns per unit of land, lower labour requirements, marketing opportunities, agricultural support policies and local ecological advantages. The findings suggest that the changing crop pattern in Kadirli cannot be explained solely by environmental conditions. Producers' adaptive responses to changing economic conditions, labour constraints and market opportunities also play an important role in reshaping agricultural production.

Keywords: Kadirli, agricultural geography, crop pattern, agricultural transformation, crop diversification

1. Giriş

Tarımsal ürün deseni, bir yörede yetiştirilen ürünlerin bileşimini ve bu ürünlerin üretim içindeki göreli ağırlıklarını ifade eden dinamik bir yapıdır. İklim, toprak, topoğrafya ve su kaynakları üretimin ekolojik sınırlarını belirlerken, üreticilerin hangi ürünü yetiştireceğine ilişkin kararları üretim maliyetleri, iş gücü, teknoloji, pazar koşulları ve tarım politikaları tarafından da biçimlendirilmektedir. Bu nedenle ürün deseninde zaman içinde ortaya çıkan değişimler, doğal çevre koşullarının yanı sıra tarımsal sistemdeki ekonomik ve teknolojik yeniden yapılanmanın da bir göstergesi olarak değerlendirilmektedir (Tarrant, 1974; Ilbery, 1985; Grigg, 1995).

Kadirli, Çukurova'nın kuzeydoğusunda yer alan ve verimli ova tabanı, sulama olanakları ve uzun üretim dönemi sayesinde yoğun tarımsal faaliyetlerin sürdürüldüğü bir ilçedir. İlçenin tarımsal yapısı tarihsel olarak durağan kalmamıştır. Çukurova tarımının uzun süre simge ürünlerinden biri olan pamuk, Kadirli'de de geçmişte üretim ve kırsal ekonomi üzerinde belirleyici bir konuma sahip olmuştur (Kara, 1975). Daha sonraki dönemde pamuğun ağırlığı azalırken mısır ve yerfıstığı öne çıkmış; son yıllarda turp, ıspanak, ayçiçeği, soya ve zeytin gibi ürünlerin genişlemesiyle ürün deseni daha çok bileşenli bir yapıya yönelmiştir. Kadirli'nin tarımsal yapısındaki tarihsel değişim ve arazi kullanımındaki dönüşüm daha önceki ilçe çalışmalarında da farklı boyutlarıyla ele alınmıştır (Karagel, 2008; Üçeçam Karagel ve Karagel, 2009).

Kadirli üzerine yapılan araştırmaların önemli bir bölümü belirli ürünlere veya tarımsal sorunlara odaklanmıştır. Turp üretimine ilişkin çalışmalar pazarlama, örgütlenme ve sürdürülebilirlik sorunlarını ele alırken (Duvan, 2014; Kocaoğlu ve Çağlıyan, 2024), yerfıstığı üzerine yapılan ekonomik analiz girdi maliyetleri ve pazarlama koşullarına dikkat çekmiştir (Gül, 2016). Bu çalışmalar ilçe tarımının önemli bileşenlerini açıklamakla birlikte, farklı ürünlerin aynı dönemdeki ekim alanı değişimlerini birlikte izleyen ve bu nicel örüntülerin arkasındaki üretici kararlarını saha görüşmeleriyle açıklayan güncel çalışmalar sınırlıdır. Bu gereksinim, ürün desenindeki değişimin yalnızca "hangi ürün arttı veya azaldı?" sorusuyla değil, "bu değişim hangi ekonomik, teknolojik ve pazar koşulları altında gerçekleşti?" sorusuyla birlikte ele alınmasını gerekli kılmaktadır.

Bu çalışma, Kadirli ilçesinde 2016–2025 döneminde tarımsal ürün deseninde meydana gelen değişimi ortaya koymayı ve bu değişimin ardındaki başlıca ekonomik, teknolojik ve beşerî dinamikleri açıklamayı amaçlamaktadır. Bu amaç doğrultusunda iki soruya yanıt aranmıştır: (1) Kadirli ilçesinde başlıca tarımsal ürünlerin ekim alanları 2016–2025 döneminde nasıl değişmiştir? (2) Üreticilerin belirli ürünlerden uzaklaşmasında veya yeni ürünlere yönelmesinde hangi ekonomik, teknolojik, kurumsal ve çevresel etmenler rol oynamaktadır?

Kadirli, Osmaniye ilinin kuzeyinde, Çukurova'nın kuzeydoğu kesiminde yer almaktadır. İlçe; güneyde Çukurova'nın düşük eğimli ve verimli alüvyal ova tabanına, kuzeyde ise yükseltinin ve eğimin arttığı plato ve dağlık alanlara doğru belirgin bir coğrafi geçiş göstermektedir. Bu farklılaşma, ova tabanında sulamaya ve mekanizasyona dayalı tarla ve sebze üretiminin yoğunlaşmasına, daha eğimli ve kıraç alanlarda ise dikili tarımın öne çıkmasına zemin hazırlamaktadır. İlçenin Ceyhan havzası içindeki konumu ile Savrun ve Sumbas çayları, Aslantaş ve Mehmetli barajları sulu ve entansif tarım için önemli bir su altyapısı oluşturmaktadır. Adana ovalarında sulama altyapısının tarımsal gelişimdeki belirleyici rolü Göney (1976) tarafından da vurgulanmıştır.

2. Yöntem

2.1. Araştırma Deseni

Araştırma açıklayıcı sıralı karma yöntem deseniyle yürütülmüştür. Bu desende önce nicel veriler aracılığıyla incelenen olgunun temel örüntüsü belirlenmekte, ardından nitel veriler nicel aşamada ortaya çıkan örüntülerin ardındaki nedenleri açıklamak üzere kullanılmaktadır (Tashakkori ve Teddlie, 2003; Creswell, 2012). Bu araştırmada 2016–2025 dönemine ait ekim alanı kayıtları ürün deseninde "ne değiştiğini", kurum yetkilileri ve üreticilerle yapılan görüşmeler ise bu değişimin "neden" gerçekleştiğini açıklamak üzere bütünleştirilmiştir.

Bu tam metin, "Kadirli İlçesinin (Osmaniye) Tarım Coğrafyası" başlıklı yüksek lisans tezinin bütün veri setini yeniden sunmamaktadır. Bildirinin başlığı ve amacı doğrultusunda tezdeki 2016–2025 ürün deseni serileri ile ürün tercihleri, mekanizasyon, iş gücü, pazar koşulları ve destekleme politikalarıyla doğrudan ilişkili görüşme verileri seçilmiştir. Tezde ayrıca yer alan hayvancılık, şehirleşme, ayrıntılı arazi kullanımı ve CBS bindirme analizleri bu bildirinin kapsamı dışında bırakılmıştır.

2.2. Nicel Veriler ve Analizi

Nicel aşamada Osmaniye İl Tarım ve Orman Müdürlüğü ile Kadirli İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğünün 2016–2025 dönemine ilişkin idari tarım kayıtları kullanılmıştır (Osmaniye İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, 2026). Bildirinin amacı doğrultusunda başlıca ürünlerin yıllara göre ekim alanları karşılaştırılmış, 2016 ve 2025 değerleri arasındaki değişim oranları hesaplanmış ve öne çıkan ürünlerin yıllık seyri incelenmiştir. Ayrıca çeşitlenme eğilimini daha açık göstermek amacıyla tezde Tablo 6'da yer alan 15 seçili ürünün toplam ekim alanı içinde mısırın göreli payı 2016 ve 2025 yılları için hesaplanmıştır. Bu oran ilçedeki tüm tarımsal alanın payı değil, aynı ürün kümesi içindeki göreli ağırlığı göstermektedir.

İdari kayıtların yorumlanmasında tezde belirlenen veri sınırlılığı dikkate alınmıştır. Tez kapsamında gerçekleştirilen kurum görüşmesinde, kayıtların mülkiyet ve başvuru esaslı olması ile miras ve tescil sorunlarının bazı arazilerin kayıt dışında kalmasına yol açabildiği belirtilmiştir. Bu nedenle çalışma, mutlak alan büyüklüklerinden çok aynı veri kaynağında izlenen çok yıllı yapısal eğilimlere odaklanmaktadır. Zaman serilerindeki tek yıllık sıçramalar da kalıcı dönüşüm olarak değil, yıllık dalgalanmalar bağlamında değerlendirilmiştir.

2.3. Nitel Veriler, Katılımcılar ve Analiz

Nitel aşamada amaçlı örneklemeyle belirlenen iki kurum yetkilisi ve üç üretici olmak üzere beş katılımcıyla yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir. K1, Kadirli İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğünde yayım ve Çiftçi Kayıt Sistemi alanında; K2 ise üretim ve gıda denetimi alanında görev yapmaktadır. Üreticilerden Ç1 yaklaşık 32 yıllık deneyime sahip bir ova tabanı çiftçisi olup buğday, mısır, soya, yerfıstığı ve ayçiçeği; Ç2 yaklaşık 35–40 yıllık deneyimle yerfıstığı, ayçiçeği ve buğday üretmektedir. H1 ise yaklaşık 19 yıllık deneyime sahip, süt sığırcılığı ile silajlık mısır üretimini birlikte yürüten bir işletmecidir.

Görüşmeler katılımcıların izniyle ses kaydına alınmış ve yazıya aktarılmıştır. Transkriptler satır satır okunarak anlamlı veri birimleri belirlenmiş, bu birimler açık kodlara ayrılmış ve benzer kodlar temalar altında birleştirilmiştir. Bildiride yalnızca ürün deseni dönüşümünün nedenleri, yükselen ürünlerin ekonomik mantığı, iş gücü ve mekanizasyon ile pazarlama ve örgütlenme temaları kullanılmıştır. İçerik analizinin verileri kavram ve temalar çerçevesinde bir araya getirme mantığı Yıldırım ve Şimşek (2018), veri indirgeme ve sonuçlandırma süreci ise Miles ve Huberman'ın (1994) yaklaşımıyla uyumludur. Kurumsal kayıtlar, kurum yetkililerinin değerlendirmeleri ve üretici deneyimleri karşılaştırılarak veri kaynağı çeşitlemesi sağlanmıştır (Patton, 2002). Katılımcılardan bilgilendirilmiş onam alınmış ve kimlikler K1, K2, Ç1, Ç2 ve H1 kodlarıyla gizlenmiştir.

Nitel aşamadaki beş katılımcı ilçedeki bütün üretici gruplarını temsil etmemektedir. Bu nedenle görüşme bulguları sayısal olarak genellenebilir sonuçlar üretmek için değil, nicel örüntülerin arkasındaki olası karar mekanizmalarını açıklamak amacıyla kullanılmıştır. Özellikle turp üreticilerinin ve kuzeydeki küçük ölçekli üreticilerin doğrudan görüşme grubunda bulunmaması, sonuçların yorumlanmasında dikkate alınmıştır.

3. Bulgular

3.1. 2016–2025 Döneminde Ürün Desenindeki Değişim

İdari kayıtlardan elde edilen veriler, 2016–2025 döneminde Kadirli'de başlıca ürünlerin ekim alanlarının aynı yönde değişmediğini göstermektedir. Mısır ekim alanı 164.536 dekardan 152.141 dekara gerilerken, turp 32.608

dekardan 67.419 dekara, ıspanak 7.881 dekardan 57.678 dekara, ayçiçeği 12.965 dekardan 31.959 dekara ve soya 3.853 dekardan 9.111 dekara yükselmiştir. Zeytin alanı 6.980 dekardan 15.241 dekara, yerfıstığı ise 19.407 dekardan 24.487 dekara çıkmıştır. Buna karşılık susam alanında %41 düzeyinde gerileme görülmüştür.

Tablo 1. Kadirli ilçesinde seçili ürünlerin ekim alanları ve değişim oranları (2016–2025)

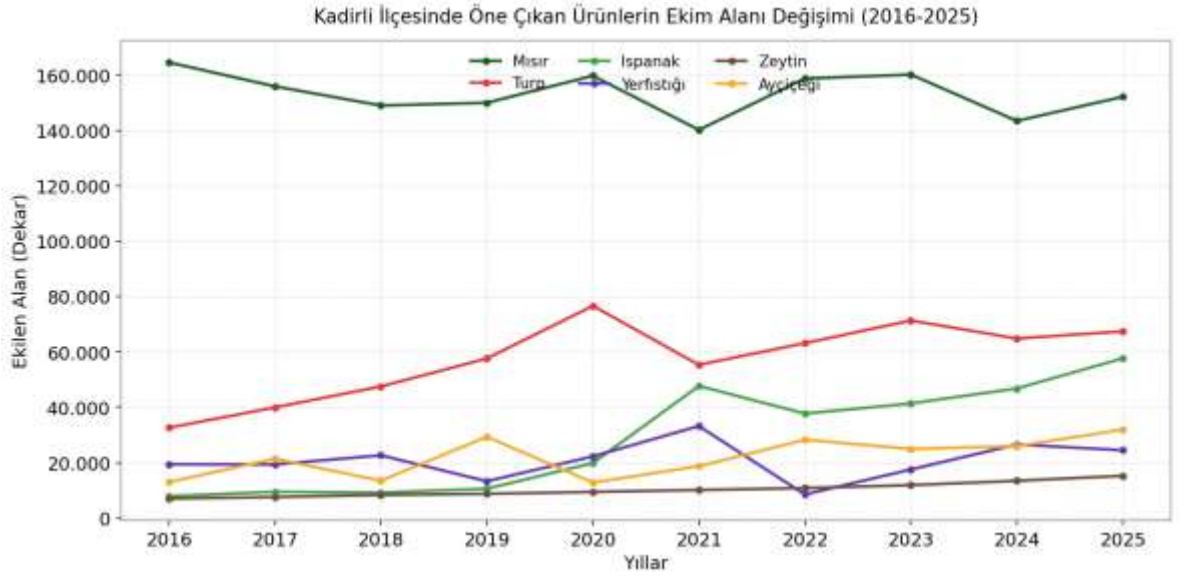
Ürün	2016 (da)	2025 (da)	Değişim (%)
Mısır	164.536	152.141	-8
Turp	32.608	67.419	+107
Ispanak	7.881	57.678	+632
Buğday	38.020	43.722	+15
Ayçiçeği	12.965	31.959	+146
Yerfıstığı	19.407	24.487	+26
Zeytin	6.980	15.241	+118
Soya	3.853	9.111	+136
Susam	12.550	7.457	-41
Silajlık mısır	2.402	3.679	+53
Marul	118	3.194	+2608
Karpuz	978	3.124	+220
Nar	877	1.098	+25
Arpa	837	973	+16
Nektarin	268	849	+217

Kaynak: Osmaniye İl Tarım ve Orman Müdürlüğü kayıtlarından derlenmiştir. Not: Marul, karpuz ve nektarin gibi düşük başlangıç değerine sahip ürünlerde yüzdesel değişimler başlangıç tabanının küçüklüğü nedeniyle temkinli yorumlanmalıdır.

Tabloda yer alan 15 seçili ürünün ekim alanları birlikte değerlendirildiğinde, mısırın bu ürün kümesi içindeki payı 2016'da yaklaşık %54,1 iken 2025'te %36,0'a gerilemiştir. Bu hesaplama ilçenin toplam fiziksel tarım alanındaki payı değil, aynı seçili ürün grubundaki göreli ağırlığı göstermektedir. Bununla birlikte mısırın göreli baskınlığının zayıflaması ve birden fazla ürünün aynı dönemde belirgin biçimde genişlemesi, ürün deseninin daha çok bileşenli bir yapıya yöneldiğine ilişkin nicel kanıtı güçlendirmektedir.

Dönüşüm yalnızca iki uç yıl arasındaki farktan ibaret değildir. Yıllık seri, turp ve ıspanakta genel olarak yükselen bir eğilim bulunduğunu, buna karşılık mısır ve yerfıstığında dönem içinde belirgin dalgalanmalar yaşandığını göstermektedir. Bu durum, ürün desenindeki değişimin doğrusal ve kesintisiz bir süreç olmadığını; üreticilerin yıllık pazar, maliyet ve üretim koşullarına duyarlı kararlar verdiğini düşündürmektedir.

Şekil 2. Kadirli ilçesinde öne çıkan ürünlerin ekim alanlarının yıllık seyri (2016–2025)



Kaynak: Osmaniye İl Tarım ve Orman Müdürlüğü kayıtlarından tez kapsamında derlenmiştir.

3.2. Pamuktan Uzaklaşma, İş Gücü ve Mekanizasyon

2016–2025 seçili ürün tablosunda pamuk başlıca ürünler arasında yer almamaktadır. Bu nedenle pamuktan uzaklaşma, bu bildiride 2016–2025 döneminde ölçülen yeni bir nicel düşüş olarak değil, güncel ürün desenine ulaşan tarihsel dönüşümün başlangıç aşaması olarak ele alınmıştır. Görüşmeler bu tarihsel geçişin arkasında yüksek işçilik ve girdi maliyetleri, hastalık ve zararlılarla mücadele yükü, fiyat istikrarsızlığı ve tarımsal iş gücüne erişimdeki güçlüklerin bulunduğunu göstermektedir.

"Pamuk 90'lı yıllarda bırakıldı. Terk edilme sebebi maliyetler ve işçilik; artı hastalık ve zararlılarla mücadele. Bir de satış fiyatlarında istikrar olmadığından üretici pamuktan uzaklaştı. Mümkün olduğunca insan gücünden uzaklaşarak tarımsal faaliyet yürütmeye çalışıyoruz, çünkü nitelikli tarım işçisi bulmak da zorlaştı." — Ç1

Kurum yetkilisinin değerlendirmesi de emek yoğun üretimden makineye daha uygun ürünlere geçişi vurgulamaktadır:

"Pamukta düşüşün sebepleri maliyetlerin yüksekliği, fiyatta istikrar olmayışı ve insan kaynaklı hasattır. Mısırın artışında ise en büyük etmen makineli tarıma uygun olmasıdır." — K1

Bu ifadeler, ürün tercihinde mekanizasyonun yalnızca teknik bir kolaylık olmadığını, aynı zamanda iş gücü maliyetini ve işçi yönetimine bağlı belirsizliği azaltan ekonomik bir unsur olduğunu göstermektedir. Ç1'in "en büyük etmen araziden elde edilecek net gelirdir" vurgusu da ürün seçiminin gelir beklentisi ile emek gereksiniminin birlikte değerlendirilmesiyle yapıldığını ortaya koymaktadır.

3.3. Yükselen Ürünlerin Farklı Ekonomik ve Mekânsal Mantıkları

Görüşmeler, ekim alanı genişleyen ürünlerin aynı nedene bağlı olarak yaygınlaşmadığını göstermektedir. Turpta yerel iklim koşulları ve kış döneminde ortaya çıkan pazar üstünlüğü belirginleşmektedir. Kurum yetkilileri, coğrafi işaret tesciline sahip ürünün doğrudan destek almamasına rağmen ilçenin iklimsel ve kültürel özellikleri sayesinde genişlemeye devam ettiğini belirtmiştir.

"Turp bölgemize has bir ürün; kışın diğer bölgelerde yetiştirilemediği ve lezzet farkı olduğu için ekonomik değeri yüksek, bu yüzden ekim alanı genişledi." — K2

Zeytindeki genişleme farklı bir arazi kullanım mantığına dayanmaktadır. Görüşmeler, yeni zeytinliklerin sulu ova tabanından çok eğimli, kıraç ve marjinal alanlarda yaygınlaştığını; bu alanlarda zeytinin görece yüksek getiri sağlaması ve işleme tesislerinin artmasının üretici tercihini desteklediğini göstermektedir.

"Zeytin ağırlıklı olarak marjinal, eğimli ve kıraç arazilerde üretiliyor; sulu tarım arazilerine girilmiyor. Çünkü kıraç arazideki kâr marjı daha yüksek ve işleme tesislerinin artışı bunu destekledi." — K1

Ayçiçeği ve soyanın yükselişinde ise düşük işçilik ve girdi ihtiyacı, pazarlama kolaylığı, münavebe gereksinimi ve Bakanlık destekleri birlikte öne çıkmaktadır. K1, "Ayçiçeğinde maliyetlerin çok düşük olması, işçiliğin az olması ve pazarlama probleminin bulunmaması etkili. Soya ve ayçiçeğinde ayrıca bakanlığın teşvikleri ve münavebe amacı var" biçiminde bu çoklu gerekçeyi ifade etmiştir. Böylece turp, zeytin ve yağlı tohumların genişlemesi tek bir 'yüksek gelir' açıklamasına indirgenmemekte; yerel ekolojik avantaj, arazi niteliği, destekleme ve pazarlama koşulları ürün bazında farklı ağırlıklar taşımaktadır.

3.4. Pazar Koşulları, Örgütlenme ve Üretici Kararları

Pazar dinamikleri, yalnızca yükselen ürünlerin seçiminde değil, üreticilerin karşılaştığı belirsizliklerde de görünür hâle gelmektedir. Görüşmelerde ürün tercihini yönlendiren ortak ölçütler birim araziden elde edilecek net gelir, düşük iş gücü gereksinimi, pazarlama kolaylığı ve fiyat istikrarı olarak öne çıkmıştır. Bununla birlikte üreticiler, fiyat oluşumunda pazarlık güçlerinin sınırlı olduğunu ve ürün satışında aracılara bağımlılığın sürdüğünü belirtmiştir.

"Fiyat istikrarı hiç yok; çiftçi ürünü elinden çıkardıktan sonra fiyat artıyor. Kooperatifin bize bir faydasını görmedim." — Ç2

Kurum ve üretici görüşmelerinde kooperatif ve birliklerin yeterince etkin çalışmaması ortak bir sorun olarak ifade edilmiştir. Bu durum, ürün deseninin pazara duyarlı hâle gelmesine karşın üreticinin pazardaki konumunun aynı ölçüde güçlenmediğini göstermektedir. Dolayısıyla ürün çeşitlenmesi, üretici açısından yeni gelir olanakları yaratırken pazarlama, fiyat istikrarı ve örgütlenme sorunlarını kendiliğinden ortadan kaldırmamaktadır.

4. Sonuç, Tartışma ve Öneriler

Bu çalışma, Kadirli ilçesinde 2016–2025 döneminde tarımsal ürün deseninin belirgin biçimde yeniden şekillendiğini ortaya koymuştur. Mısır ekim alanı dönem başına göre gerilerken turp, ıspanak, ayçiçeği, soya, zeytin ve yerfıstığı alanlarında artış meydana gelmiştir. Tezde yer alan aynı 15 seçili ürün üzerinden yapılan ek hesaplama, mısırın bu ürün kümesi içindeki göreli ağırlığının yaklaşık %54'ten %36'ya düştüğünü göstermektedir. Yıllık seri de değişimin yalnızca 2016 ve 2025 yıllarına ait iki uç değerle sınırlı olmadığını, ürünlere göre farklılaşan yükseliş, gerileme ve dalgalanmaların bulunduğunu göstermektedir. Bu nedenle Kadirli'deki güncel dönüşüm, tek bir ürünün başka bir ürünle yer değiştirmesinden çok, ürün deseninin daha çok bileşenli bir yapıya yönelmesi olarak değerlendirilebilir.

Bu dönüşümün tarihsel arka planında pamuk merkezli üretim yapısından uzaklaşma bulunmaktadır. Çukurova ve Kadirli'de pamuğun geçmişte taşıdığı önem ve daha sonraki gerilemesi önceki çalışmalarda da ortaya konmuştur (Kara, 1975; Üçeçam Karagel ve Karagel, 2009). Bu araştırmadaki görüşmeler, pamuğun terk edilmesinde yüksek işçilik ve girdi maliyetlerinin, fiyat istikrarsızlığının, nitelikli tarım işçisi bulmadaki güçlüklerin ve insan gücüne bağımlılığı azaltma isteğinin etkili olduğunu göstermektedir. Bu bulgu, tarımsal yeniden yapılanma sürecinde mekanizasyonun üretim ve emek yapısını dönüştüren rolüne ilişkin değerlendirmelerle uyumludur (Bowler, 1992; Robinson, 2004). Bununla birlikte 2016–2025 döneminde mısır alanının da gerilemesi, mekanizasyonun tek başına ürün tercihlerini açıklamadığını göstermektedir. Üretici kararları aynı zamanda ürün bazında değişen maliyet, getiri ve pazar koşullarına bağlı olarak şekillenmektedir.

Ekim alanı genişleyen ürünlerin farklı gerekçelerle öne çıkması bu değerlendirmeyi desteklemektedir. Turpun yaygınlaşmasında kışlık üretim avantajı, yerel ürün niteliği ve pazar değeri belirginleşmektedir. Bu sonuç, turpun Kadirli ekonomisindeki öneminin yanı sıra pazarlama ve örgütlenme sorunlarına dikkat çeken önceki çalışmalarla uyumludur (Duvan, 2014; Kocaoğlu ve Çağlıyan, 2024). Zeytinin özellikle kıraç ve eğimli alanlarda yayılması, bu alanların alternatif bir ekonomik kullanıma açılmasıyla ilişkili görünmekte ve Seçer'in (2012) Doğu Akdeniz'de zeytinciliğin gelişme potansiyeline ilişkin değerlendirmeleriyle örtüşmektedir. Ayçiçeği ve soyada ise düşük işçilik ihtiyacı, pazarlama kolaylığı, münavebe gereksinimi ve destekleme politikaları birlikte öne çıkmaktadır. Özellikle destekleme boyutu, tarımsal desteklerin üretici kararlarını yönlendirebildiğine ilişkin değerlendirmelerle paraleldir (Rehber, 2013). Dolayısıyla Kadirli'deki çeşitlenme, bütün ürünleri aynı yönde etkileyen tek bir piyasa mekanizmasının değil, ürünlere göre değişen ekolojik, ekonomik ve kurumsal avantajların birlikte etkisinin bir sonucu olarak ortaya çıkmaktadır.

Görüşmeler, üretici kararlarında birim araziden elde edilecek net gelir, iş gücü gereksinimi, pazarlama kolaylığı ve fiyat istikrarının öne çıktığını göstermektedir. Bu açıdan çeşitlenme, üreticilerin değişen üretim ve pazar koşullarına uyum sağlayarak farklı ürünlerin sunduğu olanakları değerlendirmesi ve tek bir ürünün maliyet veya fiyat koşullarına bağımlılığını azaltması yönünde bir strateji olarak yorumlanabilir (Rehber, 2013; Bowler, 1992). Bununla birlikte işletme düzeyinde sistematik bir risk analizi yapılmadığından, çeşitlenmenin üretici riskini ne ölçüde azalttığına ilişkin daha ileri bir çıkarım yapılmamalıdır.

Ürün deseninin çeşitlenmesi, üreticilerin pazardaki konumunun aynı ölçüde güçlendiği anlamına gelmemektedir. Görüşmelerde fiyat istikrarsızlığı, aracı bağımlılığı ve üretici örgütlenmesinin yetersizliği ortak sorunlar olarak öne çıkmıştır. Bu bulgu, turp ve yerfıstığı üzerine yapılan önceki yerel çalışmaların pazarlama, fiyat ve örgütlenme sorunlarına ilişkin sonuçlarıyla uyumludur (Duvan, 2014; Gül, 2016; Kocaoğlu ve Çağlıyan, 2024). Bu nedenle Kadirli'de tarımsal dönüşümün ekonomik sürdürülebilirliği, yalnızca ürün deseninin çeşitlenmesine değil, üreticilerin ürünlerini hangi koşullarda pazarlayabildiğine ve değer zincirindeki konumlarına da bağlıdır.

Bu bulgular doğrultusunda üretici örgütlenmesinin daha işlevsel hâle getirilmesi, ortak pazarlama olanaklarının geliştirilmesi ve üreticilerin fiyat oluşumundaki pazarlık gücünü artıracak yapıların desteklenmesi öncelikli alanlar olarak değerlendirilebilir. Özellikle turp ve yerfıstığı gibi ilçeyle özdeşleşmiş ürünlerde işleme, depolama ve yerelde katma değer oluşturma kapasitesinin geliştirilmesi önem taşımaktadır. Bunun yanında destekleme politikalarının yalnızca ekim alanını artırmaya değil, münavebe, üretim maliyetleri, pazarlama olanakları ve yerel ekolojik koşullar birlikte dikkate alınarak yürütülmesi yararlı olacaktır. Mekanizasyonun iş gücü kısıtlarını azaltmadaki rolü göz önünde bulundurulduğunda, üreticilerin uygun mekanizasyon olanaklarına erişiminin sürdürülmesi de önemini korumaktadır.

Bulgular iki temel sınırlılık çerçevesinde değerlendirilmelidir. İlk olarak, nitel aşama beş katılımcının deneyimine dayanmaktadır ve ilçedeki bütün üretici gruplarını temsil etme iddiası taşımamaktadır. Bu nedenle görüşmelerde belirlenen mekanizmalar açıklayıcı nitelikte değerlendirilmelidir. İkinci olarak, nicel veriler idari kayıtların kapsamına bağlıdır; kayıt dışılık ile miras ve tescil sorunları mutlak alan değerlerini etkileyebilmektedir. Bu nedenle sonuçlar, tek tek yıllardaki mutlak büyüklüklerden çok, aynı kayıt sistemi içerisinde 2016–2025 döneminde ortaya çıkan yapısal eğilimler üzerinden değerlendirilmiştir.

Sonuç olarak Kadirli'de ürün deseni, doğal koşullar tarafından belirlenen sabit bir yapı değil; mekanizasyon, iş gücü, üretim maliyetleri, destekleme politikaları, pazar koşulları ve üretici kararlarının karşılıklı etkisiyle sürekli yeniden şekillenen dinamik bir yapıdır. Bu yönüyle Kadirli örneği, tarım coğrafyasında ürün desenindeki değişimin yalnızca ekim alanlarındaki sayısal farklılıklar üzerinden değil, bu değişimlerin arkasındaki ekonomik, teknolojik ve kurumsal süreçlerle birlikte ele alınması gerektiğini göstermektedir.

KAYNAKLAR

Bowler, I. R. (Ed.). (1992). The Geography of Agriculture in Developed Market Economies. Longman.

Creswell, J. W. (2012). Educational Research: Planning, Conducting, and Evaluating Quantitative and Qualitative Research (4th ed.). Pearson Education.

Duvan, E. K. (2014). Kadirli İlçesinde Turp Üretim ve Pazarlama Yapısı (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

Göney, S. (1976). Adana Ovaları. İstanbul Üniversitesi Yayınları No: 2162, Coğrafya Enstitüsü Yayınları No: 88, İstanbul.

Grigg, D. B. (1995). An Introduction to Agricultural Geography (2nd ed.). Routledge.

Gül, B. (2016). Osmaniye İli Kadirli İlçesinde Yerfıstığı Üretim Faaliyetinin Ekonomik Analizi (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.

Ilbery, B. W. (1985). Agricultural Geography: A Social and Economic Analysis. Oxford University Press.

Kara, H. (1975). Çukurova'da pamuk, Çukurova'da gelişen pamuk tarımının köy hayatı, tarım ekonomisi ve endüstri üzerine etkileri. *Coğrafya Araştırmaları Dergisi*, 7, 159–208.

Karagel, D. Ü. (2008). Kadirli İlçesi'nin Beşerî ve Ekonomik Coğrafyası (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Elazığ.

Kocaoğlu, E. ve Çağlıyan, A. (2024). Sürdürülebilirlik açısından Kadirli ilçesinde turp üretimi. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 64, 185–203.

Miles, M. B. ve Huberman, A. M. (1994). Qualitative Data Analysis: An Expanded Sourcebook (2nd ed.). Sage Publications.

Osmaniye İl Tarım ve Orman Müdürlüğü. (2026). Kadirli ilçesi sulu-kuru tarım, ürün deseni, çiftçi, işletme ve hayvan varlığı kayıtları (2016–2025) [Yayımlanmamış idari veri seti]. Osmaniye.

Patton, M. Q. (2002). Qualitative Research and Evaluation Methods (3rd ed.). Sage Publications.

Rehber, E. (2013). Tarım Ekonomisi (1. baskı). Ekin Basım Yayın.

Robinson, G. M. (2004). Geographies of Agriculture: Globalisation, Restructuring and Sustainability. Pearson Prentice Hall.

Seçer, A. (2012). Doğu Akdeniz Bölgesi'nde Zeytin ve Zeytinyağı Üretimi, Pazarlaması ve Bölgede Zeytinciliği Geliştirme Olanakları (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Tarrant, J. R. (1974). Agricultural Geography. David & Charles.

Tashakkori, A. ve Teddlie, C. (Eds.). (2003). Handbook of Mixed Methods in Social and Behavioral Research. Sage Publications.

Üçeçam Karagel, D. ve Karagel, H. (2009). Kadirli ilçesi'nde tarımsal arazi kullanımı ve üretim. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 19*(2), 1–24.

Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2018). Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri (11. baskı). Seçkin Yayıncılık.

ÇOK KATLI BETONARME YAPILARDA KAT SAYISI, YAPI RİJİTLİĞİ, HİBRİT İZOLATÖR TİPİ VE SÖNÜMLEYİCİLERİN SİSMİK İZOLATÖR PERFORMANSINA ETKİSİNİN OPTİMUM TESBİTİ

Prof Dr., Rifat SEZER[1]/ İnş. Müh., Muhammet YANGÖZ[2]

[1]Karamanoğlu Mehmetbey Ü., Müh. Fakaültesi İnşaat Müh. Bölümü Karaman Türkiye,

ORCID: 0000-0003-4825-5072, E-Posta: rsezer@kmu.edu.tr

[2]Karaman İl Özel İdaresi, İmar ve Kentsel İyileştirme Müdürlüğü Karaman Türkiye,

E-Posta: muhammety7070@gmail.com, ORCID: 0009-0006-0279-6147

Özet

Çok katlı betonarme yapıların dinamik davranışı; yapı periyodu, kütle dağılımı ve yanal rijitlik gibi parametreler ile doğrudan ilişkilidir. Kat sayısının artması sistemin doğal periyodunu uzattığı gibi, sismik izolasyon sistemlerinin yer değiştirme taleplerini ve burulma/devrilme momentlerini etkileyerek etkinliklerini sınırlandırabilmektedir. Bu çalışmada; 6, 12, 18 ve 24 katlı betonarme hastane yapıları üzerinde kat sayısının, üst yapı rijitliğinin, hibrit izolatör kullanımının (Kurşun Çekirdekli Kauçuk İzolatör - LRB ve Sürtünmeli Sarkaç İzolatör - FPS) ve ilave sönümleyicilerin sismik izolatör performansına olan etkileri optimizasyon yaklaşımıyla incelenmiştir.

Çalışma kapsamında tasarlanan ankastre mesnetli ve sismik izoleli bina modellerinin SAP2000 yazılımı kullanılarak doğrusal olmayan dinamik analizleri gerçekleştirilmiştir. Az katlı yapılarda tekil/hibrit izolatör sistemleri yeterli performans gösterirken, kat sayısı arttıkça hibrit izolatörler ile sönümleyicilerin birlikte kullanımının taban kesme kuvveti, tepe ivmesi ve katlar arası öteleme oranlarını önemli ölçüde sınırlandırdığı tespit edilmiştir. Elde edilen bulgular, çok katlı ve rijitliği değişen betonarme yapılarda optimum sismik koruma düzeninin belirlenmesi için mühendislik tasarım kriterleri sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kurşun Çekirdekli Kauçuk İzolatör, Sürtünmeli Sarkaç İzolatör, Sönümleyiciler, Hibrit İzolatör. Deprem Performansı, Optimizasyon.

OPTIMUM DETERMINATION OF THE EFFECTS OF NUMBER OF STORIES, STRUCTURAL STIFFNESS, HYBRID ISOLATOR TYPE, AND DAMPERS ON SEISMIC ISOLATOR PERFORMANCE IN MULTI-STORY REINFORCED CONCRETE BUILDINGS

Abstract

The dynamic characteristics of multi-story reinforced concrete (RC) structures are directly related to parameters such as structural period, mass distribution, and lateral stiffness. As the number of stories increases, it significantly alters the dynamic behavior of the system and limits the effectiveness of seismic isolation systems due to increased displacement demands and overturning moments. In this context, evaluating the performance of isolators used in RC buildings with varying story numbers is of great importance for both engineering applications and academic research.

In this study, the effects of the number of stories, superstructure stiffness, hybrid isolator types, and supplemental dampers on seismic isolation performance in multi-story RC structures were systematically investigated to achieve optimum performance. For this purpose, 6-, 12-, 18-, and 24-story RC hospital buildings with fixed-base and seismically isolated configurations were designed and analyzed using the SAP2000 software package. Since single-type seismic isolation systems prove insufficient in high-rise RC structures, performance enhancement through the combined use of hybrid isolator configurations (Lead Rubber Bearings - LRB and Friction Pendulum Systems - FPS) and dampers was investigated. While hybrid isolators alone provided adequate performance in low-rise structures, the integration of hybrid isolators with supplemental dampers in multi-story structures effectively controlled base shear forces, top-story accelerations, and inter-story drift ratios. The findings provide critical engineering criteria for determining the optimum seismic protection scheme in multi-story RC structures with varying stiffness profiles.

Keywords: Lead Rubber Bearing, Friction Pendulum Isolator, Dampers, Hybrid Isolator, Seismic Performance, Optimization.

1. GİRİŞ

Bu araştırma , deprem kuşağında bulunan ülkemizdeki yapıların kalitesinin arttırılması yönündeki çabalara paralel olarak gündeme gelen ve bina güçlendirmesine alternatif olarak geliştirilen ve depremde binaların hasar görmesini engelleyen izolatör uygulamasını ve performasını ortaya koyan bir çalışmadır.

Bu çalışmada modellenen betonarme yapılar 6, 12, 18, 24 katlı olup, planda X ve Y yönlerinde 5 açıklık olmak üzere ve her bir açıklık 5'şer m olarak seçilmiş bir hastane binalarıdır. Binaların kat yükseklikleri 3 m olarak alınmıştır. Binaların İstanbul Bayrampaşa bölgesinde olduğu kabul edilmiştir. Oluşturulan yapılarda 5 farklı model dikkate alınmıştır. Buna göre, 1.model ankastre mesnetli (FS), 2.model kurşun çekirdekli kauçuklu izolatörlü (LRB), 3.model sürtünmeli sarkaç izolatörlü (FPS), 4.model hibrit izolatörlü (LRB+FPS), 5.model hibrit izolatör+viskoz sönümlü (LRB+FPS+VD) olmak 5 farklı model dikkate alınmıştır.

6 Katlı modelde kiriş boyutları 30/50 cm, kolon boyutları 40/40 cm, perde boyutları x ve y yönünde 500/20 cm ve döşeme kalınlığı 15 cm olarak alınmıştır. Modelde kullanılan malzeme sınıfları ise, beton için C30 ve çelik için B420Ç'dir.

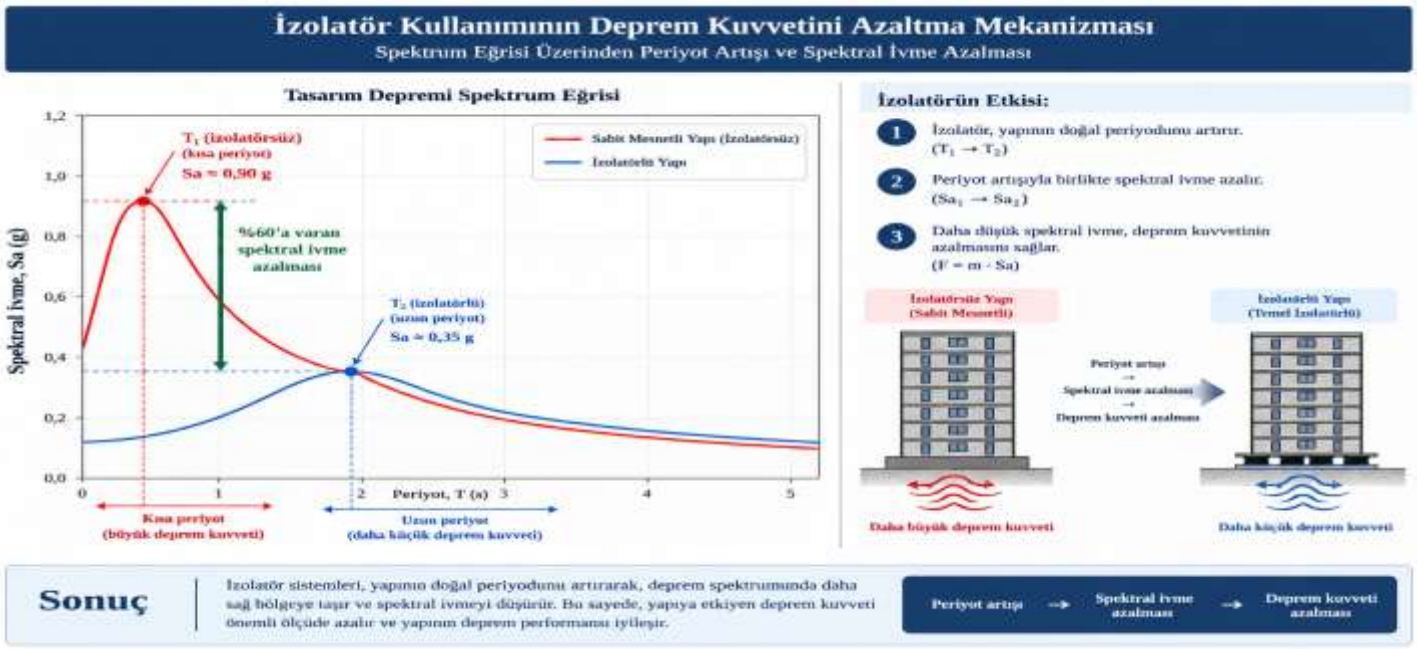
12 Katlı modelde kiriş boyutları 30/50 cm, kolon boyutları 50/50 cm, perde boyutları x ve y yönünde 500/25 cm ve döşeme kalınlığı 15 cm olarak alınmıştır. Modelde kullanılan malzeme sınıfları ise, beton için C30 ve çelik için B420Ç'dir.

18 Katlı modelde kiriş boyutları 30/55 cm, kolon boyutları 60/60 cm, perde boyutları x ve y yönünde 500/30 cm ve döşeme kalınlığı 15 cm olarak alınmıştır. Modelde kullanılan malzeme sınıfları ise, beton için C30 ve çelik için B420Ç'dir.

24 Katlı modelde kiriş boyutları 30/60 cm, kolon boyutları 70/70 cm, perde boyutları x ve y yönünde 500/35 cm ve döşeme kalınlığı 15 cm olarak alınmıştır. Modelde kullanılan malzeme sınıfları ise, beton için C30 ve çelik için B420Ç'dir.

Tablo 1.1 Bina modellerinin taşıyıcı kesit boyutları

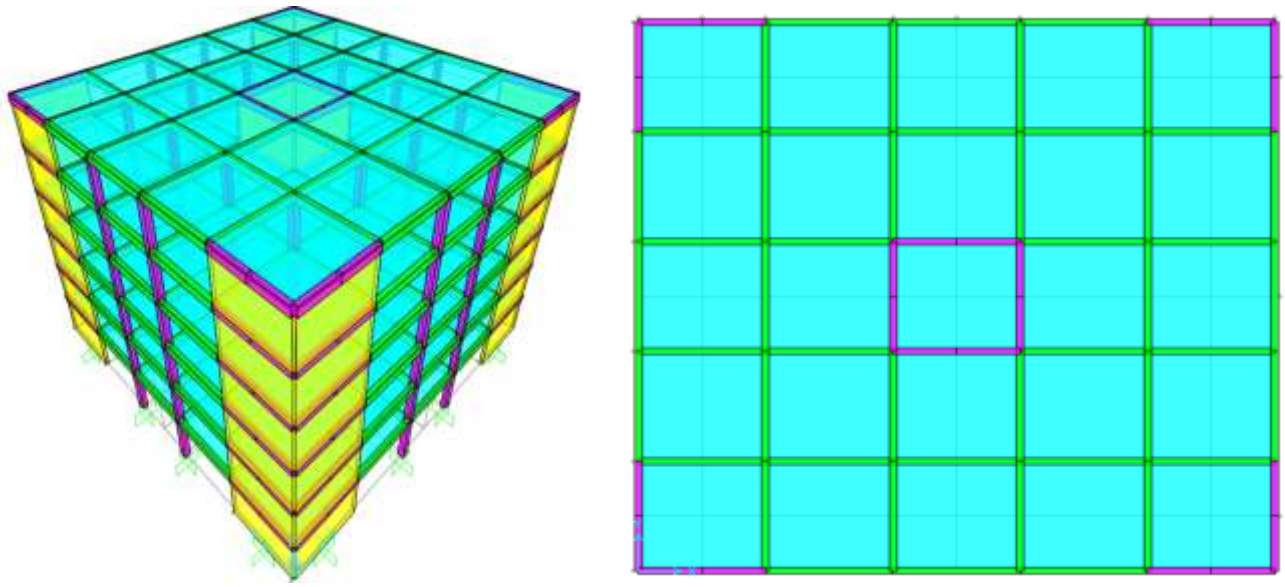
Kat Sayısı	Kolon Boyutu (cm)	Kiriş Boyutu (cm)	Perde Boyutu (cm)
6 Katlı Yapı	40/40	30/45	PX500/20 PY500/20
12 Katlı Yapı	50/50	30/50	PX500/25 PY500/25
18 Katlı Yapı	60/60	30/55	PX500/30 PY500/30
24 Katlı Yapı	70/70	30/60	PX500/35 PY500/35



Şekil 1.1 İzolatör Kullanımının Deprem Kuvvetlerini Azaltma Mekanizması

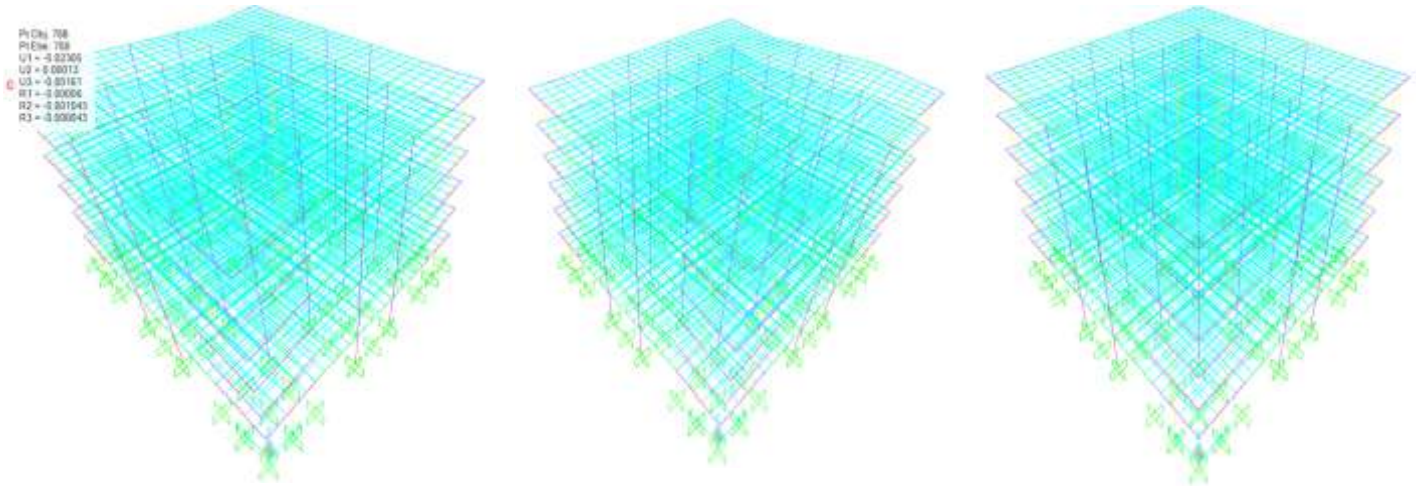
2. 6 KATLI BETONARME BİNA MODELİ

Bu bölümde 6 katlı betonarme bina modelinin ankastre mesnetli (AN), kurşun çekirdekli kauçuk izolatör (LRB), sürtünmeli sarkaç izolatörlü (FPS) ve hibrit izolatörlü (HIBRIT) binaların ilk mod periyotları, taban kesme kuvvetleri ve 1.mod tepe ve 1.kat deplasmanları verilmiştir. Ayrıca izolatörü binaların 1.mod periyotları ve taban kesme kuvvetleri, ankastre mesnetli bina ile karşılaştırılmış ve değişimleri % olarak ifade edilmiştir.



Şekil 2.1. 6 Katlı Bina Modeli ve Kat Planı

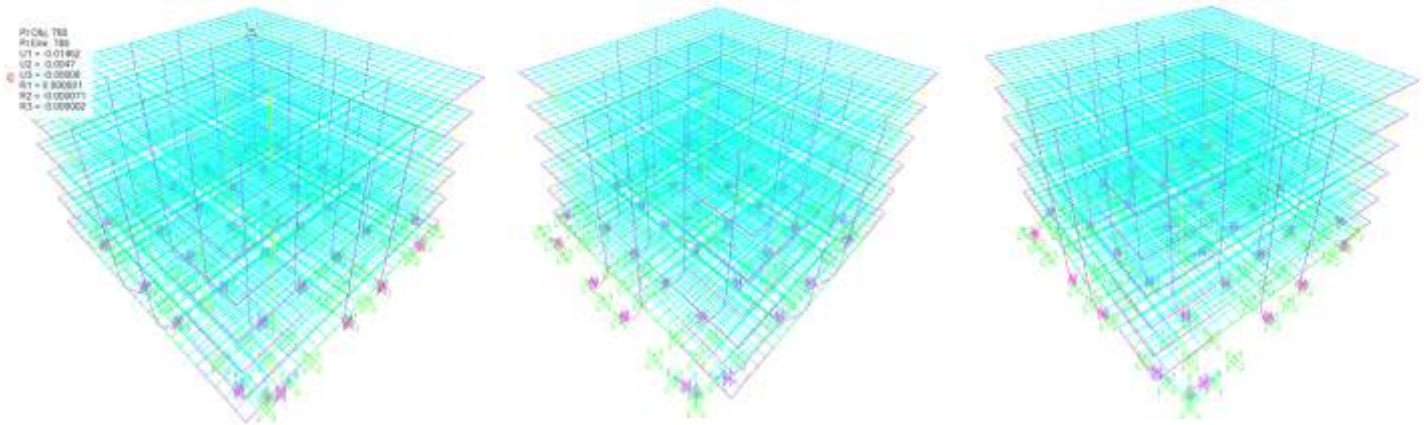
2.1. 6 KATLI ANKASTRE MESNETLİ BİNA MOD ŞEKİLLERİ



Şekil 2.2. 6 Katlı Ankastre Mesnetli Bina Modeli İlk Üç Mod Şekilleri

6 Katlı bina modelinin ilk üç mod periyotları sırayla T_{1x}=0.34517 s, T_{1y}=0.34517 s ve T_{3b}=0.14087 s olarak verilmiştir. Bina taban kesme kuvveti ise, Vt=33288.31 kN olarak bulunmuştur. En üst kat deplasmanı Δ_{6x}=0.02305m ve 1.kat deplasmanı ise, Δ_{1x}=0.00098m olarak elde edilmiştir. Buna göre en büyük deplasman Δ_{max}=0.02305-0.00098=0.02207m olarak hesaplanmıştır. Rölatif kat deplasmanları ise, tanα=0.02207/18=0.001226 olmak üzere, Δ_{R1x}=0.001226x3=0.00368m, Δ_{R6x}=0.001226x18=0.02207m olarak bulunmuştur. Değişim ise % olarak, (0.02207-0.00368)/0.00368=%5.0 elde edilmiştir.

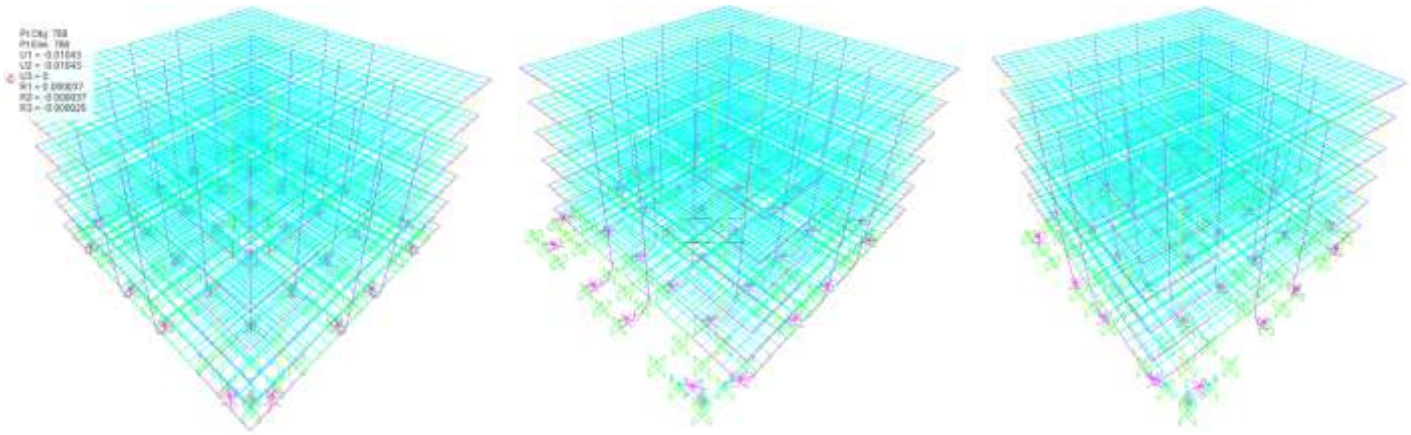
2.2. 6 KATLI KAUÇUK İZOLATÖRLÜ BİNA MOD ŞEKİLLERİ



Şekil 2.3. 6 Katlı Kauçuk İzolatörlü Bina Modeli İlk Üç Mod Şekilleri

6 Katlı bina modelinin ilk üç mod periyotları sırayla T_{1x}=1.28084 s, T_{1y}=1.28084 s ve T_{3b}=0.79363 s olarak verilmiştir. Bina taban kesme kuvveti ise, Vt=9526.68 kN olarak bulunmuştur. En üst kat deplasmanı Δ_{6x}=0.01462m ve 1.kat deplasmanı ise, Δ_{1x}=0.01308m olarak elde edilmiştir. Buna göre en büyük deplasman Δ_{max}=0.01462-0.01308=0.00154m olarak hesaplanmıştır. Rölatif kat deplasmanları ise, tanα=0.00154/18=0.000086 olmak üzere, Δ_{R1x}=0.000086x3=0.000258m, Δ_{R6x}=0.000086x18=0.00154m olarak bulunmuştur. Değişim ise % olarak, (0.00154-0.000258)/0.000258=%5.0 elde edilmiştir.

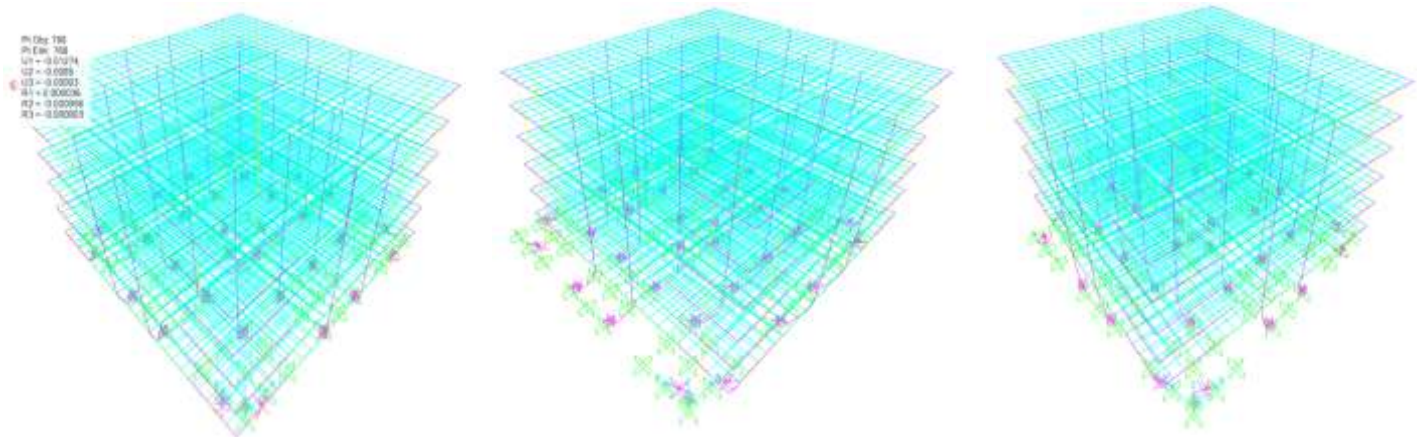
2.3. 6 KATLI SÜRTÜNMELİ İZOLATÖRLÜ BİNA MOD ŞEKİLLERİ



Şekil 2.4. 6 Katlı Sürtünmeli İzolatörlü Bina Modeli İlk Üç Mod Şekilleri

6 Katlı bina modelinin ilk üç mod periyotları sırayla T_{1x}=1.44537 s, T_{1y}=1.44537 s ve T_{3b}=1.1977 s olarak verilmiştir. Bina taban kesme kuvveti ise, Vt=9521.11 kN olarak bulunmuştur. En üst kat deplasmanı Δ_{6x}=0.01043m ve 1.kat deplasmanı ise, Δ_{1x}=0.00961m olarak elde edilmiştir. Buna göre en büyük deplasman Δ_{max}=0.01043-0.00961=0.00082m olarak hesaplanmıştır. Rölatif kat deplasmanları ise, tanα=0.00082/18=0.000046 olmak üzere, Δ_{R1x}=0.000046x3=0.00014m, Δ_{R6x}=0.000046x18=0.00082m olarak bulunmuştur. Değişim ise % olarak, (0.00082-0.00014)/0.00014=%4.9 elde edilmiştir.

2.4. 6 KATLI HİBRİT İZOLATÖRLÜ BİNA MOD ŞEKİLLERİ

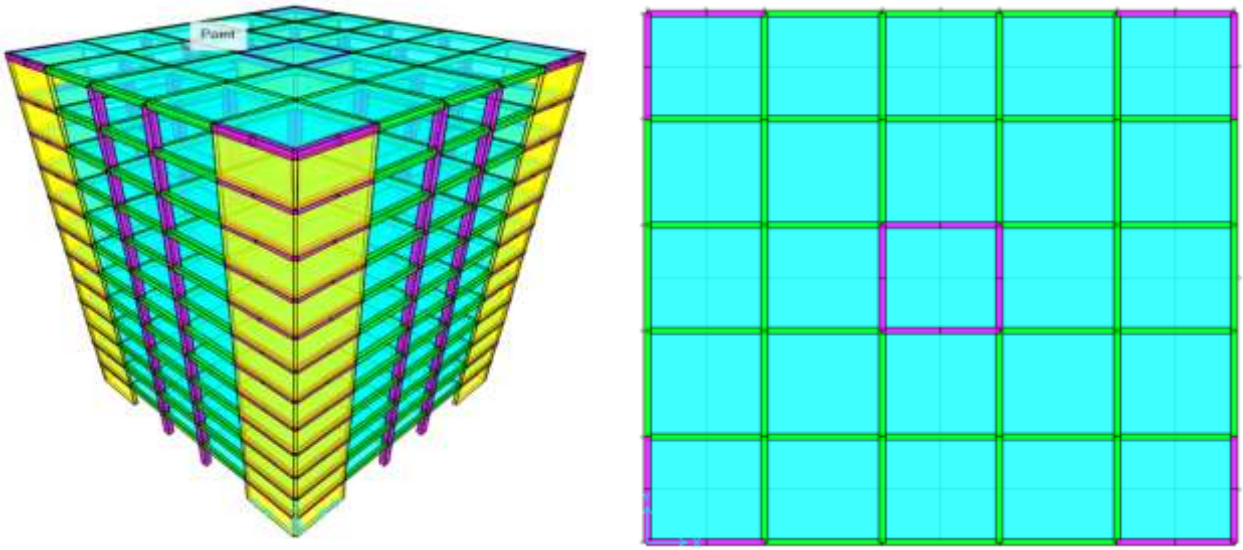


Şekil 2.5. 6 Katlı Hibrit İzolatörlü Bina Modeli İlk Üç Mod Şekilleri

6 Katlı bina modelinin ilk üç mod periyotları sırayla T_{1x}=1.23054 s, T_{1y}=1.23054 s ve T_{3b}=1.13626 s olarak verilmiştir. Bina taban kesme kuvveti ise, Vt=9525.24 kN olarak bulunmuştur. En üst kat deplasmanı Δ_{6x}=0.01274m ve 1.kat deplasmanı ise, Δ_{1x}=0.01145m olarak elde edilmiştir. Buna göre en büyük deplasman Δ_{max}=0.01274-0.01145=0.00129m olarak hesaplanmıştır. Rölatif kat deplasmanları ise, tanα=0.00129/18=0.000072 olmak üzere, Δ_{R1x}=0.000072x3=0.000215m, Δ_{R6x}=0.000072x18=0.001296m olarak bulunmuştur. Değişim ise % olarak, (0.001296-0.000215)/0.000215=%5.03 elde edilmiştir.

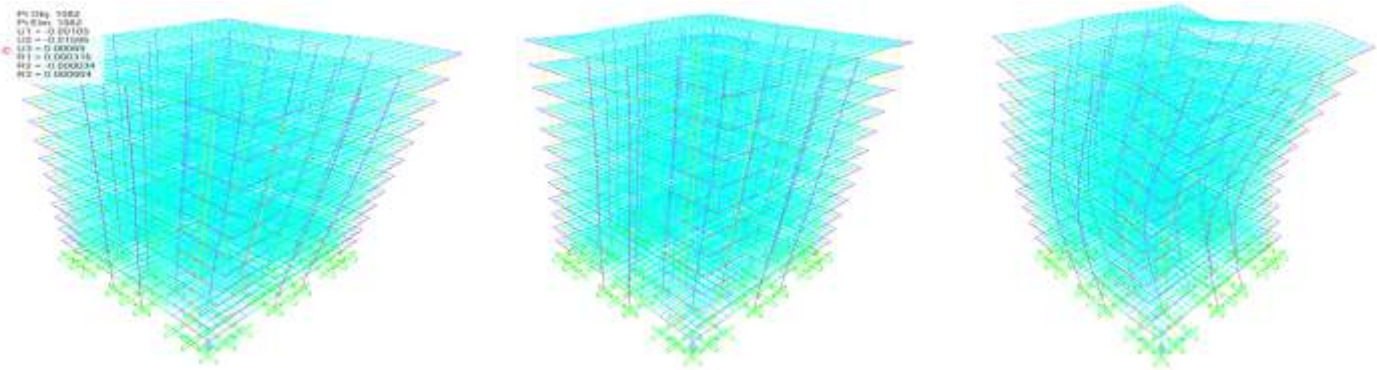
3. 12 KATLI BETONARME BİNA MODELİ

Bu bölümde 12 katlı betonarme bina modelinin ankastre mesnetli (AN), kurşun çekirdekli kauçuk izolatör (LRB), sürtünmeli sarkaç izolatörlü (FPS) ve hibrit izolatörlü (HIBRIT) binaların ilk mod periyotları, taban kesme kuvvetleri ve 1.mod tepe ve 1.kat deplasmanları verilmiştir. Ayrıca izolatörü binaların 1.mod periyotları ve taban kesme kuvvetleri, ankastre mesnetli bina ile karşılaştırılmış ve değişimleri % olarak ifade edilmiştir.



Şekil 3.1. 12 Katlı Bina Modeli ve Kat Planı

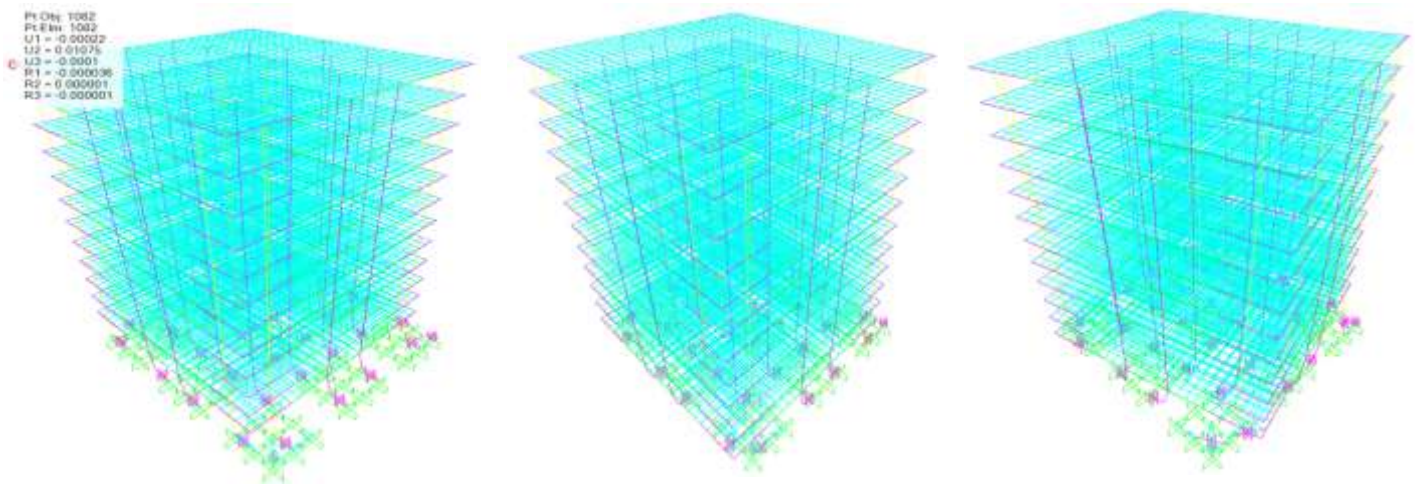
3.1. 12 KATLI ANKASTRE MESNETLİ BİNA MOD ŞEKİLLERİ



Şekil 3.2. 12 Katlı Ankastre Mesnetli Bina Modeli İlk Üç Mod Şekilleri

12 Katlı bina modelinin ilk üç mod periyotları sırayla T_{1y}=0.73073 s, T_{1x}=0.73073 s ve T_{3y}=0.2101 s olarak verilmiştir. Bina taban kesme kuvveti ise, Vt=34226.18 kN olarak bulunmuştur. En üst kat deplasmanı Δ_{12y}=0.01595m ve 1.kat deplasmanı ise, Δ_{1y}=0.00084m olarak elde edilmiştir. Buna göre en büyük deplasman Δ_{max}=0.01595-0.00084=0.01511m olarak hesaplanmıştır. Rölatif kat deplasmanları ise, tanα=0.01511/36=0.00042 olmak üzere, $\Delta_{R1/y}$=0.00042x3=0.001259m, Δ_{R12y}=0.00042x36=0.01512m olarak bulunmuştur. Değişim ise % olarak, (0.01512-0.001259)/0.001259=%11.01 elde edilmiştir.

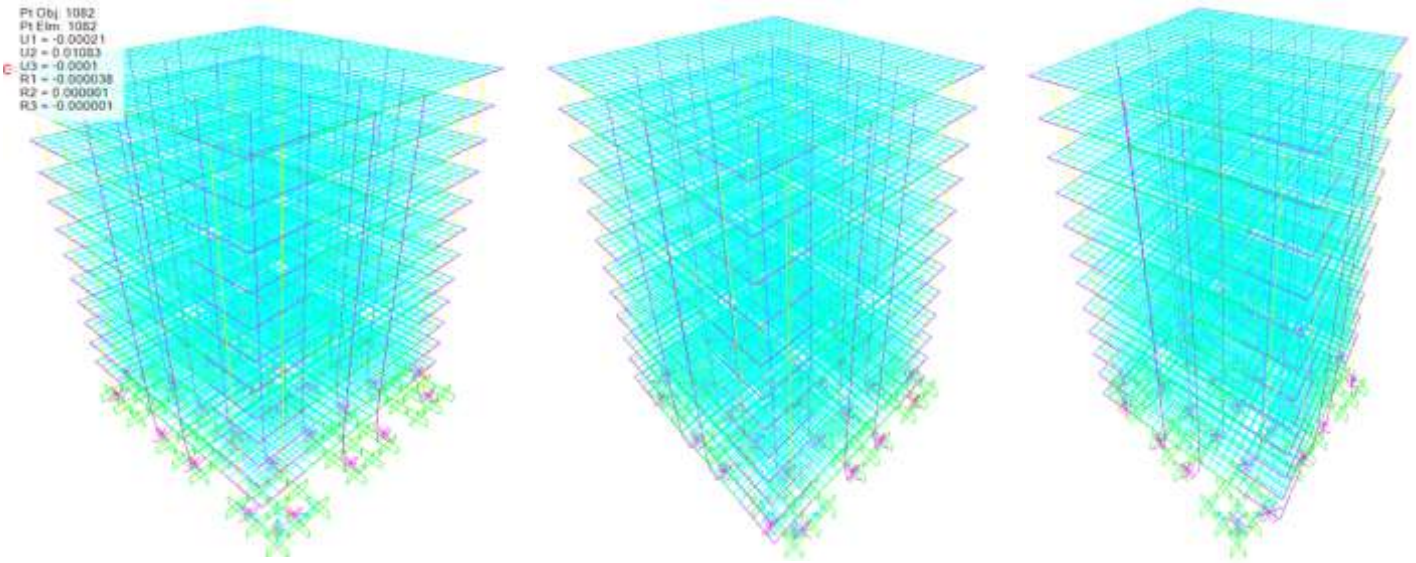
3.2. 12 KATLI KAUÇUK İZOLATÖRLÜ BİNA MOD ŞEKİLLERİ



Şekil 3.3. 12 Katlı Kauçuk İzolatörlü Bina Modeli İlk Üç Mod Şekilleri

12 Katlı bina modelinin ilk üç mod periyotları sırayla T_{1y}=2.09231 s, T_{1x}=2.09231 s ve T_{3b}=1.77285 s olarak verilmiştir. Bina taban kesme kuvveti ise, Vt=12253 kN olarak bulunmuştur. En üst kat deplasmanı Δ_{12y}=0.01075m ve 1.kat deplasmanı ise, Δ_{1y}=0.00876m olarak elde edilmiştir. Buna göre en büyük deplasman Δ_{max}=0.01075-0.00876=0.002m olarak hesaplanmıştır. Rölatif kat deplasmanları ise, tanα=0.002/36=0.000055 olmak üzere, Δ_{R1y}=0.000055x3=0.000166m, Δ_{R12y}=0.000055x36=0.002m olarak bulunmuştur. Değişim ise % olarak, (0.002-0.000166)/0.000166=%11.05 elde edilmiştir.

3.3. 12 KATLI SÜRTÜNMELİ İZOLATÖRLÜ BİNA MOD ŞEKİLLERİ

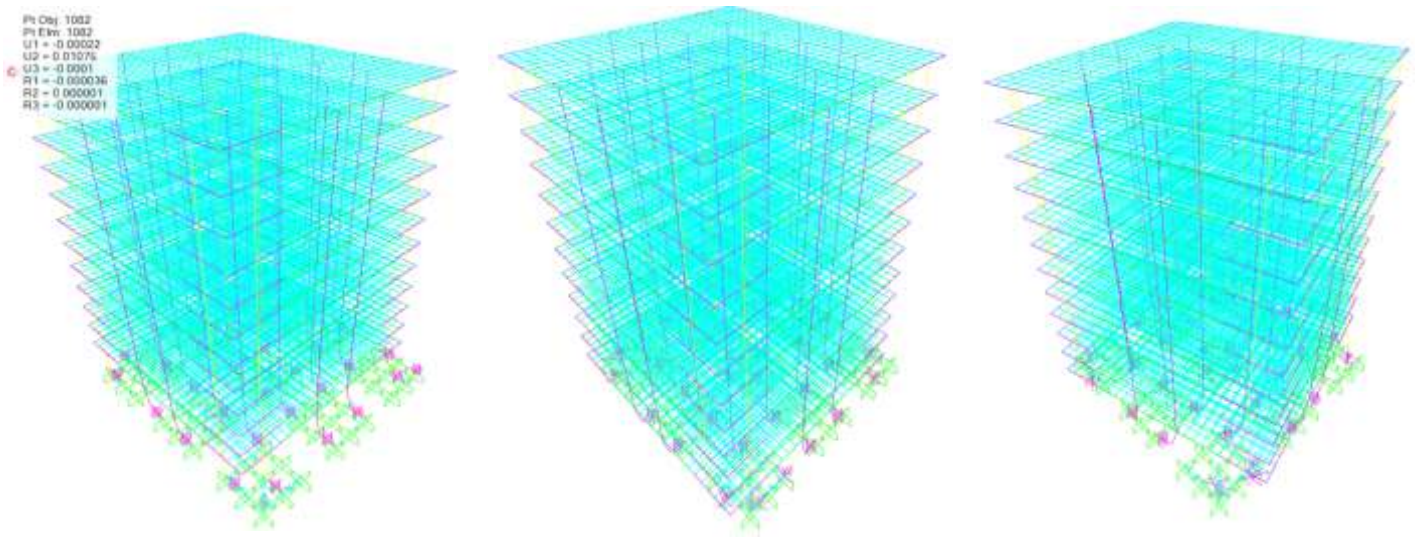


Şekil 3.4. 12 Katlı Sürtünmeli İzolatörlü Bina Modeli İlk Üç Mod Şekilleri

12 Katlı bina modelinin ilk üç mod periyotları sırayla T_{1y}=1.96243 s, T_{1x}=1.96243 s ve T_{3b}=1.65159 s olarak verilmiştir. Bina taban kesme kuvveti ise, Vt=13159 kN olarak bulunmuştur. En üst kat deplasmanı Δ_{12y}=0.01083m ve 1.kat deplasmanı ise, Δ_{1y}=0.00865m olarak elde edilmiştir. Buna göre en büyük deplasman

Δ_{max}=0.01083-0.00865=0.00218m olarak hesaplanmıştır. Rölatif kat deplasmanları ise, tanα=0.00218/36=0.0000605 olmak üzere, Δ_{R1y}=0.0000605x3=0.000182m, Δ_{R12y}=0.000060x36=0.00216m olarak bulunmuştur. Değişim ise % olarak, (0.00216-0.000182)/0.000182=%10.870 elde edilmiştir.

3.4. 12 KATLI HİBRİT İZOLATÖRLÜ BİNA MOD ŞEKİLLERİ

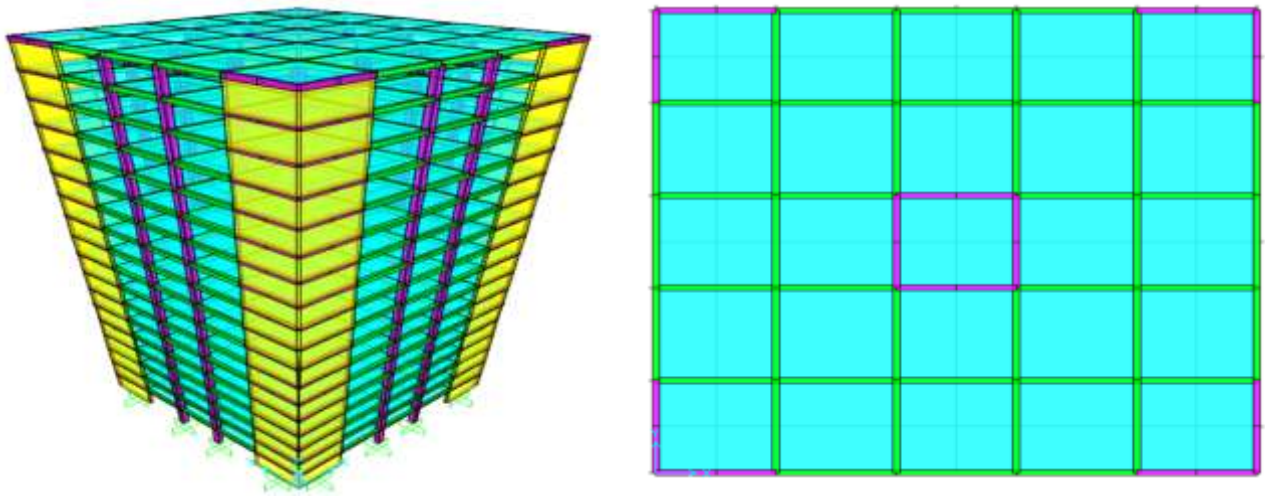


Şekil 2.5. 12 Katlı Hibrit İzolatörlü Bina Modeli İlk Üç Mod Şekilleri

12 Katlı bina modelinin ilk üç mod periyotları sırayla T_{1y}=1.91577 s, T_{1x}=1.91577 s ve T_{3b}=1.693 s olarak verilmiştir. Bina taban kesme kuvveti ise, Vt=13159 kN olarak bulunmuştur. En üst kat deplasmanı Δ_{12y}=0.01075m ve 1.kat deplasmanı ise, Δ_{1y}=0.00865m olarak elde edilmiştir. Buna göre en büyük deplasman Δ_{max}=0.01075-0.00865=0.0021m olarak hesaplanmıştır. Rölatif kat deplasmanları ise, tanα=0.0021/36=0.000058 olmak üzere, Δ_{R1y}=0.000058x3=0.000175m, Δ_{R12y}=0.000058x36=0.00209m olarak bulunmuştur. Değişim ise % olarak, (0.00209-0.000175)/0.000175=%10.94 elde edilmiştir.

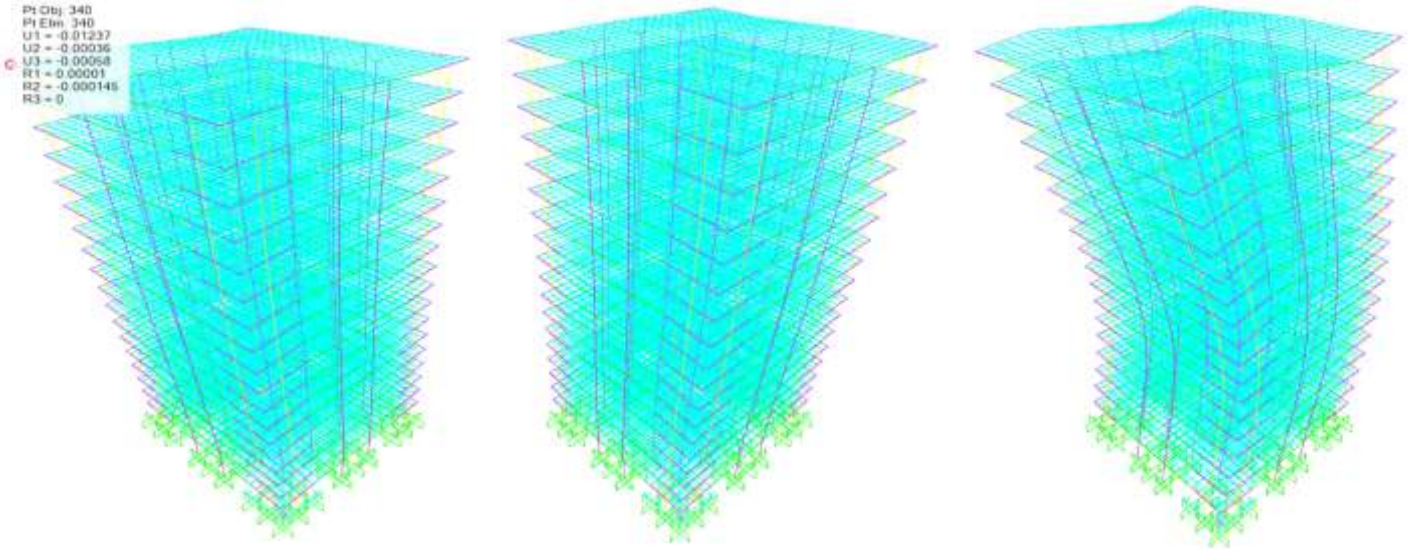
4. 18 KATLI BETONARME BİNA MODELİ

Bu bölümde 18 katlı betonarme bina modelinin ankastre mesnetli (AN), kurşun çekirdekli kauçuk izolatör (LRB), sürtünmeli sarkaç izolatörlü (FPS) ve hibrit izolatörlü (HIBRIT) binaların ilk mod periyotları, taban kesme kuvvetleri ve 1.mod tepe ve 1.kat deplasmanları verilmiştir. Ayrıca izolatörü binaların 1.mod periyotları ve taban kesme kuvvetleri, ankastre mesnetli bina ile karşılaştırılmış ve değişimleri % olarak ifade edilmiştir.



Şekil 4.1. 18 Katlı Bina Modeli ve Kat Planı

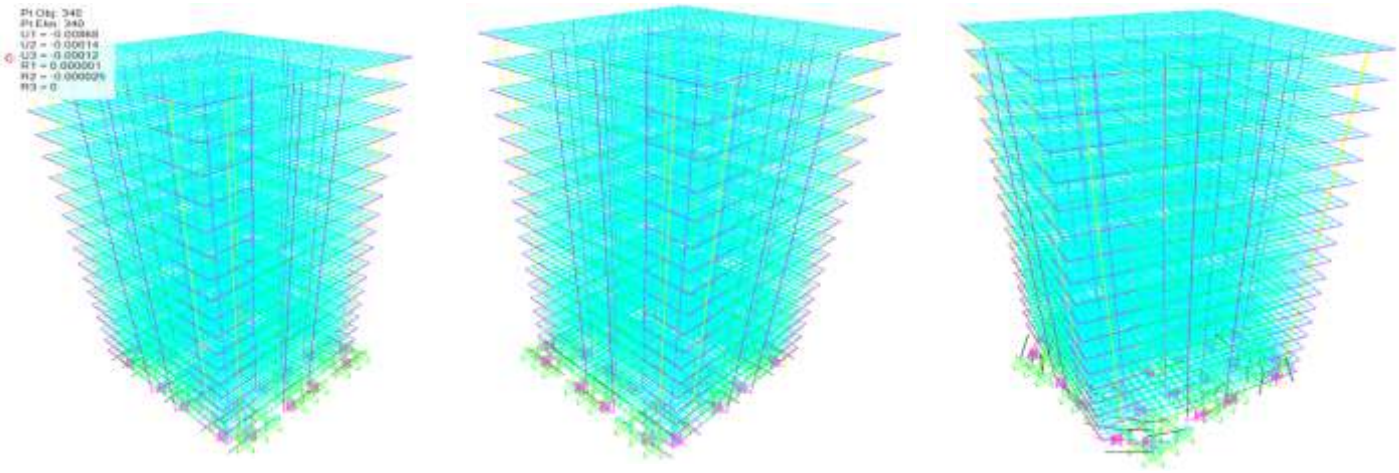
4.1. 18 KATLI ANKASTRE MESNETLİ BİNA MOD ŞEKİLLERİ



Şekil 4.2. 18 Katlı Ankastre Mesnetli Bina Modeli İlk Üç Mod Şekilleri

18 Katlı bina modelinin ilk üç mod periyotları sırayla T_{1x}=1.08185 s, T_{1y}=1.08185 s ve T_{3x}=0.3164 s olarak verilmiştir. Bina taban kesme kuvveti ise, Vt=45833 kN olarak bulunmuştur. En üst kat deplasmanı Δ_{18x}=0.00058m ve 1.kat deplasmanı ise, Δ_{1x}=0.00037m olarak elde edilmiştir. Buna göre en büyük deplasman Δ_{max}=0.00058-0.00037=0.00021m olarak hesaplanmıştır. Rölatif kat deplasmanları ise, tanα=0.00021/54=0.000039 olmak üzere, Δ_{R1x}=0.000039x3=0.000012m, Δ_{R18x}=0.000039x54=0.00021m olarak bulunmuştur. Değişim ise % olarak, (0.00021-0.000012)/0.000012=%16.5 elde edilmiştir.

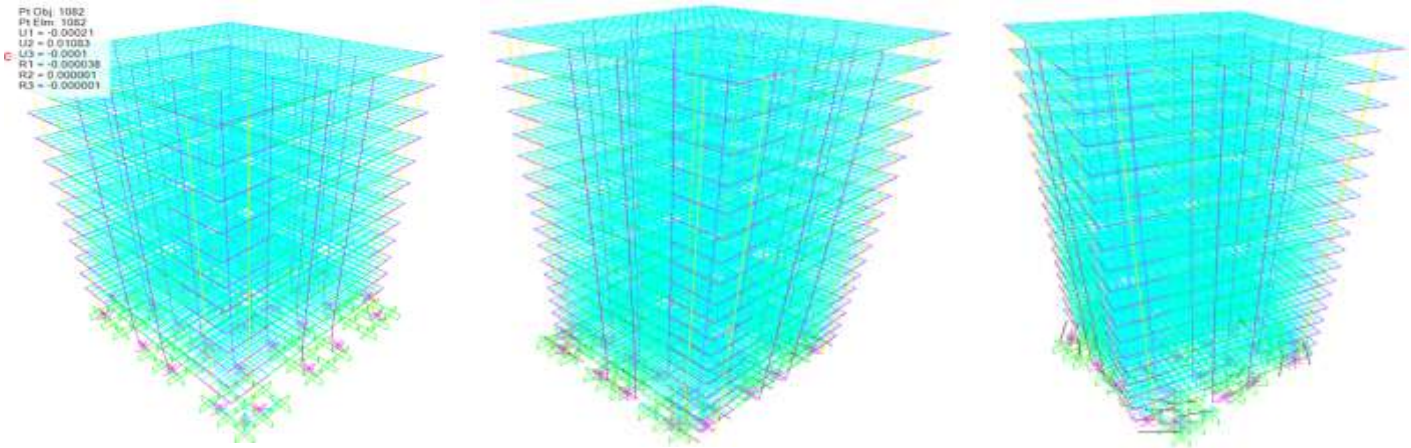
4.2. 18 KATLI KAUÇUK İZOLATÖRLÜ BİNA MOD ŞEKİLLERİ



Şekil 4.3. 12 Katlı Kauçuk İzolatörlü Bina Modeli İlk Üç Mod Şekilleri

18 Katlı bina modelinin ilk üç mod periyotları sırayla T_{1x}=2.5212 s, T_{1y}=2.5212 s ve T_{3b}=2.27875 s olarak verilmiştir. Bina taban kesme kuvveti ise, Vt=16583 kN olarak bulunmuştur. En üst kat deplasmanı Δ_{18x}=0.00868m ve 1.kat deplasmanı ise, Δ_{1x}=0.00627m olarak elde edilmiştir. Buna göre en büyük deplasman Δ_{max}=0.00868-0.00627=0.00241m olarak hesaplanmıştır. Rölatif kat deplasmanları ise, tanα=0.00241/54=0.000045 olmak üzere, Δ_{R1x}=0.000045x3=0.00013m, Δ_{R18x}=0.000045x54=0.00243m olarak bulunmuştur. Değişim ise % olarak, (0.00243-0.00013)/0.00013=%17.69 elde edilmiştir.

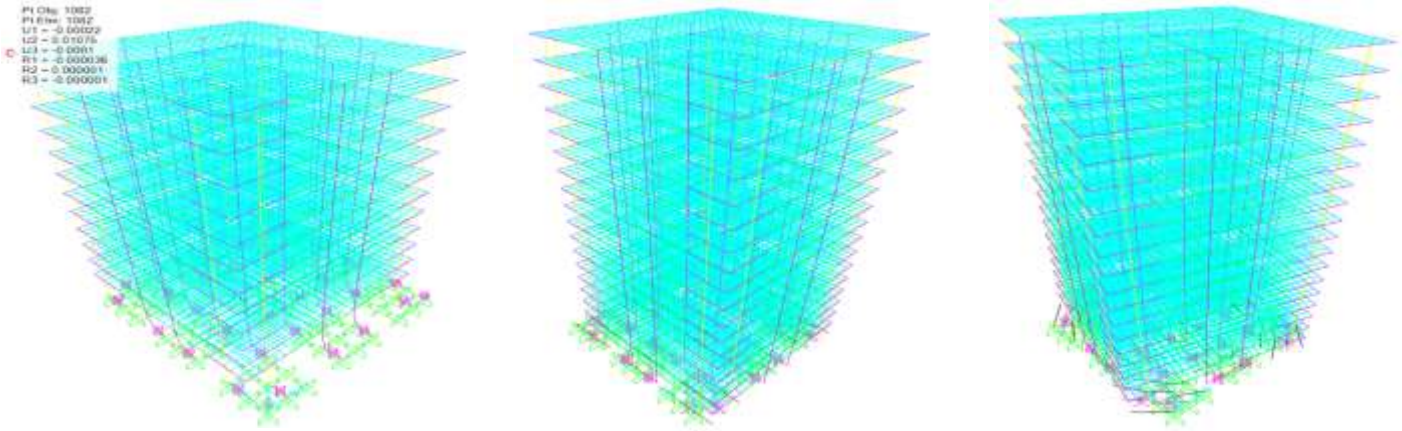
4.3. 18 KATLI SÜRTÜNMELİ İZOLATÖRLÜ BİNA MOD ŞEKİLLERİ



Şekil 4.4. 18 Katlı Sürtünmeli İzolatörlü Bina Modeli İlk Üç Mod Şekilleri

18 Katlı bina modelinin ilk üç mod periyotları sırayla T_{1y}=1.96243 s, T_{1x}=1.96243 s ve T_{3b}=1.65159 s olarak verilmiştir. Bina taban kesme kuvveti ise, Vt=13159 kN olarak bulunmuştur. En üst kat deplasmanı Δ_{18y}=0.01083m ve 1.kat deplasmanı ise, Δ_{1y}=0.00865m olarak elde edilmiştir. Buna göre en büyük deplasman Δ_{max}=0.01083-0.00865=0.00218m olarak hesaplanmıştır. Rölatif kat deplasmanları ise, tanα=0.00218/54=0.00004 olmak üzere, Δ_{R1y}0.00004x3=0.00012m, Δ_{R18y}=0.00004x54=0.00218m olarak bulunmuştur. Değişim ise % olarak, (0.00218-0.00012)/0.00012=%17.17 elde edilmiştir.

4.4. 18 KATLI HİBRİT İZOLATÖRLÜ BİNA MOD ŞEKİLLERİ

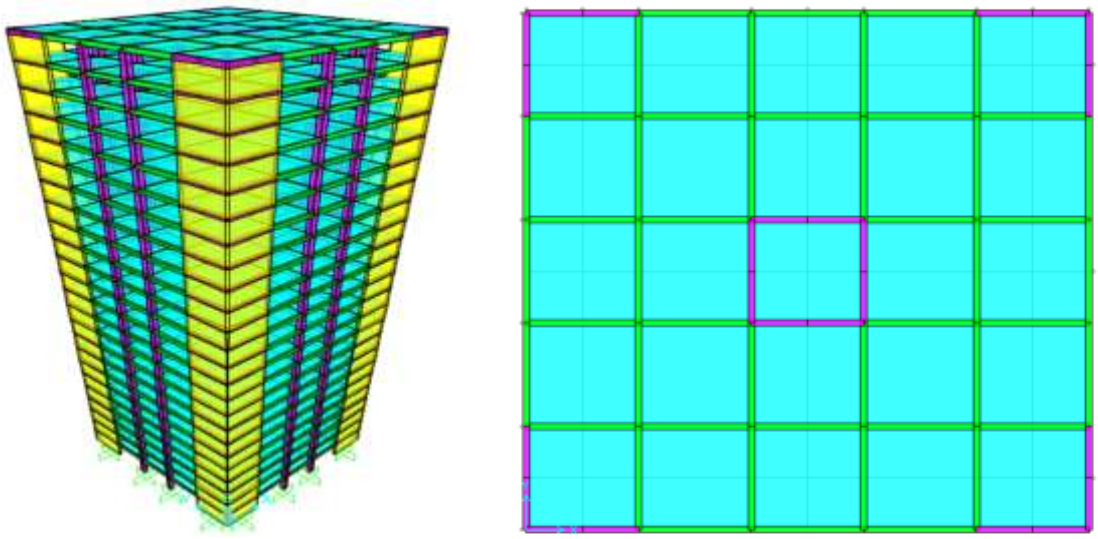


Şekil 4.5. 18 Katlı Hibrit İzolatörlü Bina Modeli İlk Üç Mod Şekilleri

18 Katlı bina modelinin ilk üç mod periyotları sırayla T_{1y}=1.91577 s, T_{1x}=1.91577 s ve T_{3b}=0.1.693 s olarak verilmiştir. Bina taban kesme kuvveti ise, Vt=13159 kN olarak bulunmuştur. En üst kat deplasmanı Δ_{18y}=0.01075m ve 1.kat deplasmanı ise, Δ_{1y}=0.00865m olarak elde edilmiştir. Buna göre en büyük deplasman Δ_{max}=0.01075-0.00865=0.0021m olarak hesaplanmıştır. Rölatif kat deplasmanları ise, tanα=0.0021/54=0.000039 olmak üzere, Δ_{R1y}=0.000039x3=0.00012m, Δ_{R18y}=0.000039x54=0.0021m olarak bulunmuştur. Değişim ise % olarak, (0.0021-0.00012)/0.00012=%16.5 elde edilmiştir.

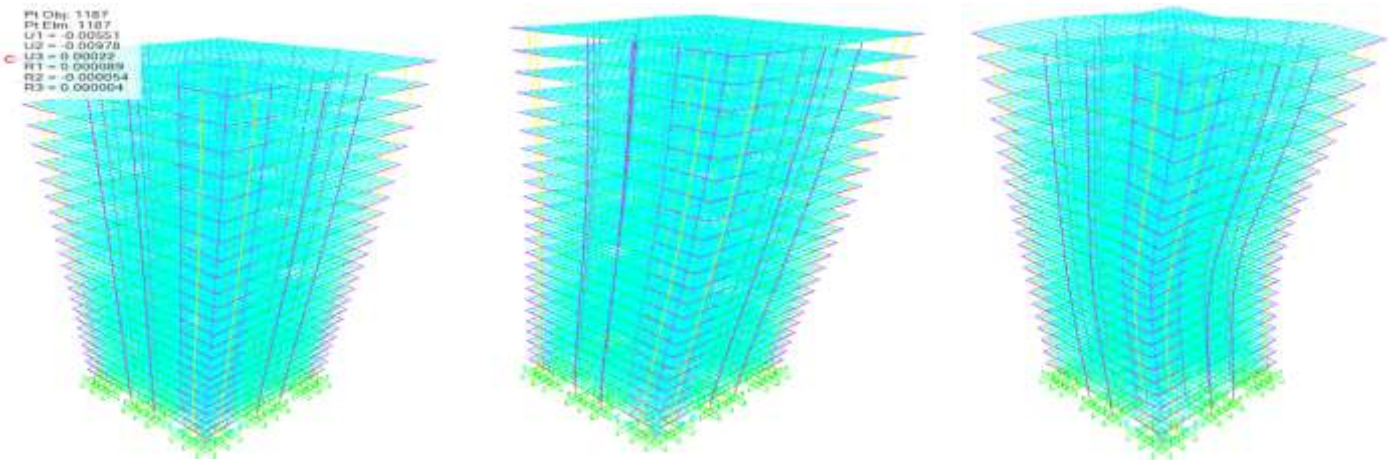
5. 24 KATLI BETONARME BİNA MODELİ

Bu bölümde 24 katlı betonarme bina modelinin ankastre mesnetli (AN), kurşun çekirdekli kauçuk izolatör (LRB), sürtünmeli sarkaç izolatörlü (FPS) ve hibrit izolatörlü (HIBRIT) binaların ilk mod periyotları, taban kesme kuvvetleri ve 1.mod tepe ve 1.kat deplasmanları verilmiştir. Ayrıca izolatörü binaların 1.mod periyotları ve taban kesme kuvvetleri, ankastre mesnetli bina ile karşılaştırılmış ve değişimleri % olarak ifade edilmiştir.



Şekil 5.1. 24 Katlı Bina Modeli ve Kat Planı

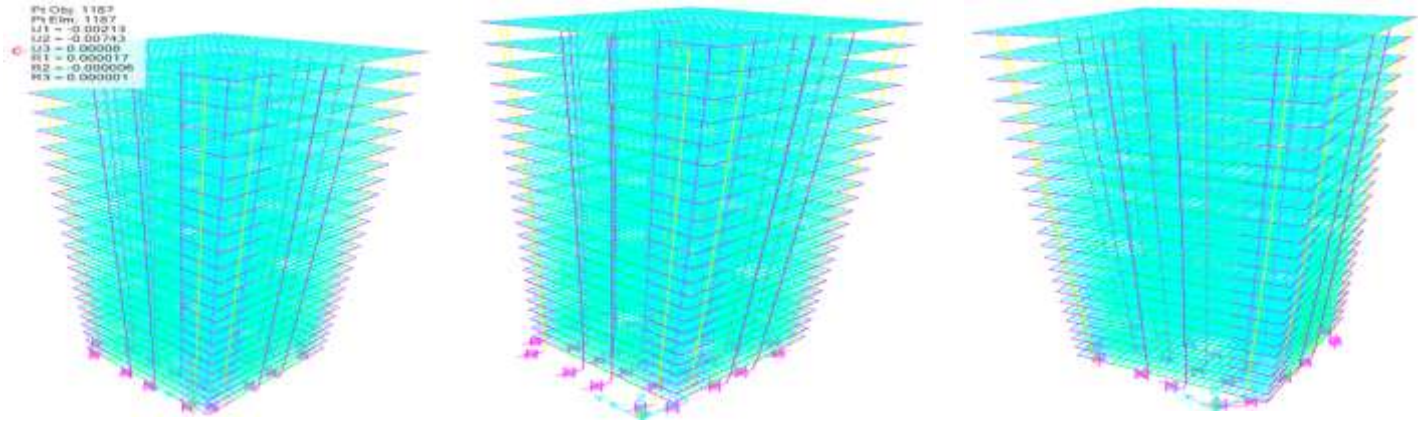
5.1. 24 KATLI ANKASTRE MESNETLİ BİNA MOD ŞEKİLLERİ



Şekil 5.2. 24 Katlı Ankastre Mesnetli Bina Modeli İlk Üç Mod Şekilleri

24 Katlı bina modelinin ilk üç mod periyotları sırayla T_{1y}=1.35346 s, T_{1x}=1.35346 s ve T_{3b}=0.415 s olarak verilmiştir. Bina taban kesme kuvveti ise, Vt=45833 kN olarak bulunmuştur. En üst kat deplasmanı Δ_{24y}=0.00978m ve 1.kat deplasmanı ise, Δ_{1y}=0.00017m olarak elde edilmiştir. Buna göre en büyük deplasman Δ_{max}=0.00978-0.00017=0.00961m olarak hesaplanmıştır. Rölatif kat deplasmanları ise, tanα=0.00961/72=0.00013 olmak üzere, Δ_{R1y}=0.00013x3=0.0004m, Δ_{R24y}=0.00013x72=0.00961m olarak bulunmuştur. Değişim ise % olarak, (0.00961-0.0004)/0.0004=%23.03 elde edilmiştir.

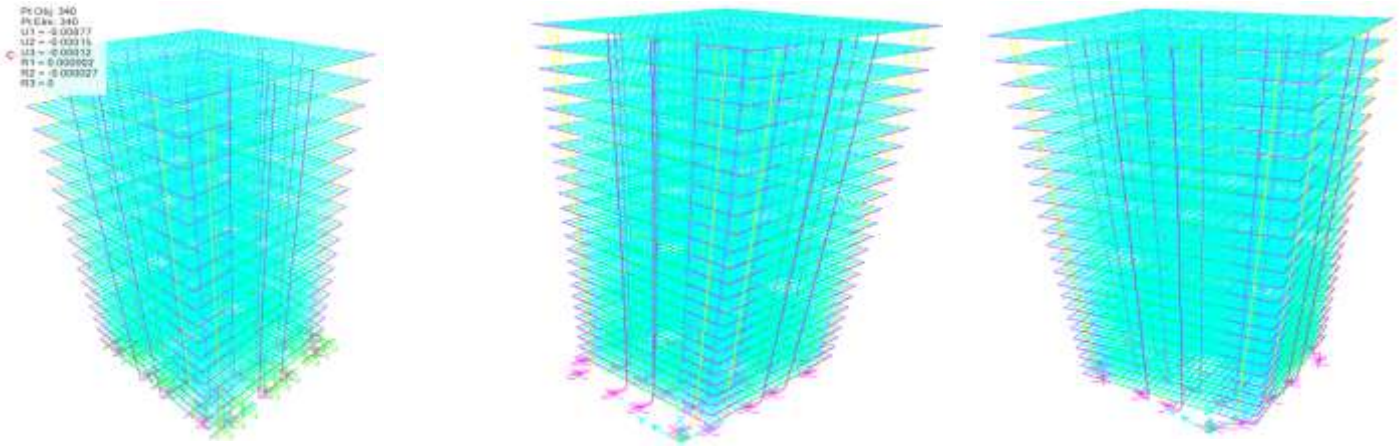
5.2. 24 KATLI KAUÇUK İZOLATÖRLÜ BİNA MOD ŞEKİLLERİ



Şekil 5.3. 24 Katlı Kauçuk İzolatörlü Bina Modeli İlk Üç Mod Şekilleri

24 Katlı bina modelinin ilk üç mod periyotları sırayla T_{1y}=3.10801 s, T_{1x}=3.10801 s ve T_{3b}=2.67453 s olarak verilmiştir. Bina taban kesme kuvveti ise, Vt=17154.74 kN olarak bulunmuştur. En üst kat deplasmanı Δ_{24y}=0.00743m ve 1.kat deplasmanı ise, Δ_{1y}=0.00098m olarak elde edilmiştir. Buna göre en büyük deplasman Δ_{max}=0.00743-0.00098=0.00645m olarak hesaplanmıştır. Rölatif kat deplasmanları ise, tanα=0.00645/72=0.000090 olmak üzere, Δ_{R1y}=0.000090x3=0.00027m, Δ_{R24y}=0.000090x72=0.00645m olarak bulunmuştur. Değişim ise % olarak, (0.00645-0.00027)/0.00027=%22.89 elde edilmiştir.

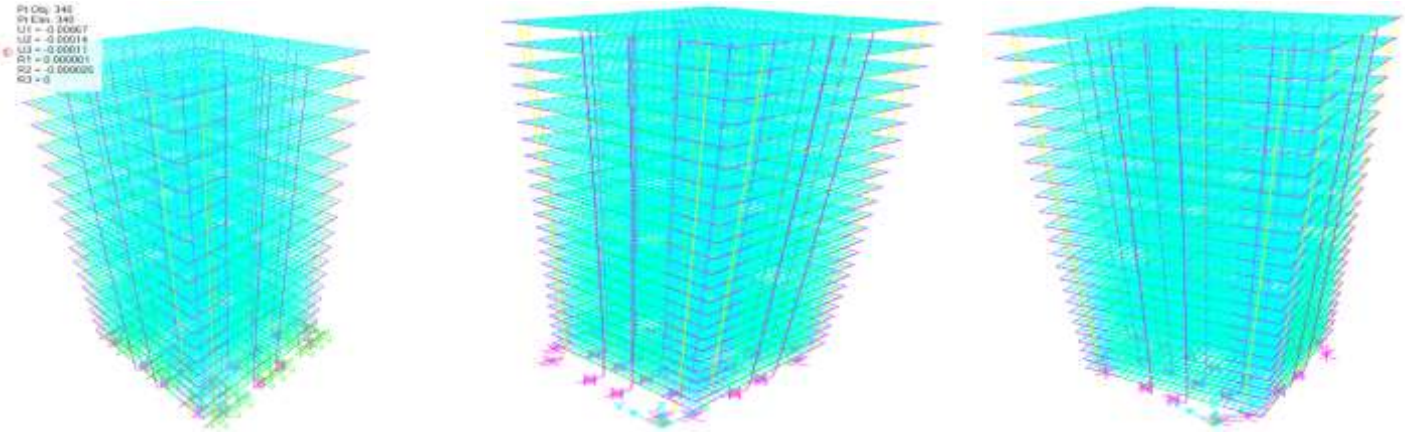
5.3. 24 KATLI SÜRTÜNMELİ İZOLATÖRLÜ BİNA MOD ŞEKİLLERİ



Şekil 5.4. 24 Katlı Sürtünmeli İzolatörlü Bina Modeli İlk Üç Mod Şekilleri

24 Katlı bina modelinin ilk üç mod periyotları sırayla T_{1x}=2.33407 s, T_{1y}=2.33407 s ve T_{3b}=2.09562 s olarak verilmiştir. Bina taban kesme kuvveti ise, Vt=17909.57 kN olarak bulunmuştur. En üst kat deplasmanı Δ_{24x}=0.00877m ve 1.kat deplasmanı ise, Δ_{1x}=0.00612m olarak elde edilmiştir. Buna göre en büyük deplasman Δ_{max}=0.00867-0.00612=0.00255m olarak hesaplanmıştır. Rölatif kat deplasmanları ise, tanα=0.00255/72=0.0000354 olmak üzere, Δ_{R1x}=0.0000354x3=0.000106m, Δ_{R24x}=0.0000354x72=0.00255m olarak bulunmuştur. Değişim ise % olarak, (0.00255-0.000106)/0.000106=%23.06 elde edilmiştir.

5.4. 24 KATLI HİBRİT İZOLATÖRLÜ BİNA MOD ŞEKİLLERİ



Şekil 5.5. 24 Katlı Hibrit İzolatörlü Bina Modeli İlk Üç Mod Şekilleri

24 Katlı bina modelinin ilk üç mod periyotları sırayla T_{1x}=2.46011 s, T_{1y}=2.46011 s ve T_{3b}=2.17981 s olarak verilmiştir. Bina taban kesme kuvveti ise, Vt=16994 kN olarak bulunmuştur. En üst kat deplasmanı Δ_{24x}=0.00867m ve 1.kat deplasmanı ise, Δ_{1x}=0.00627m olarak elde edilmiştir. Buna göre en büyük deplasman Δ_{max}=0.00867-0.00627=0.0024m olarak hesaplanmıştır. Rölatif kat deplasmanları ise, tanα=0.0024/72=0.000033 olmak üzere, Δ_{R1x}=0.000033x3=0.0001m, Δ_{R24x}=0.000033x72=0.0024m olarak bulunmuştur. Değişim ise % olarak, (0.0024-0.0001)/0.0001=%23.0 elde edilmiştir.

6. BULGULAR VE TARTIŞMA

Tablo 6.1. Birinci Mod Periyodu T1'in Modellere Göre Değişimi

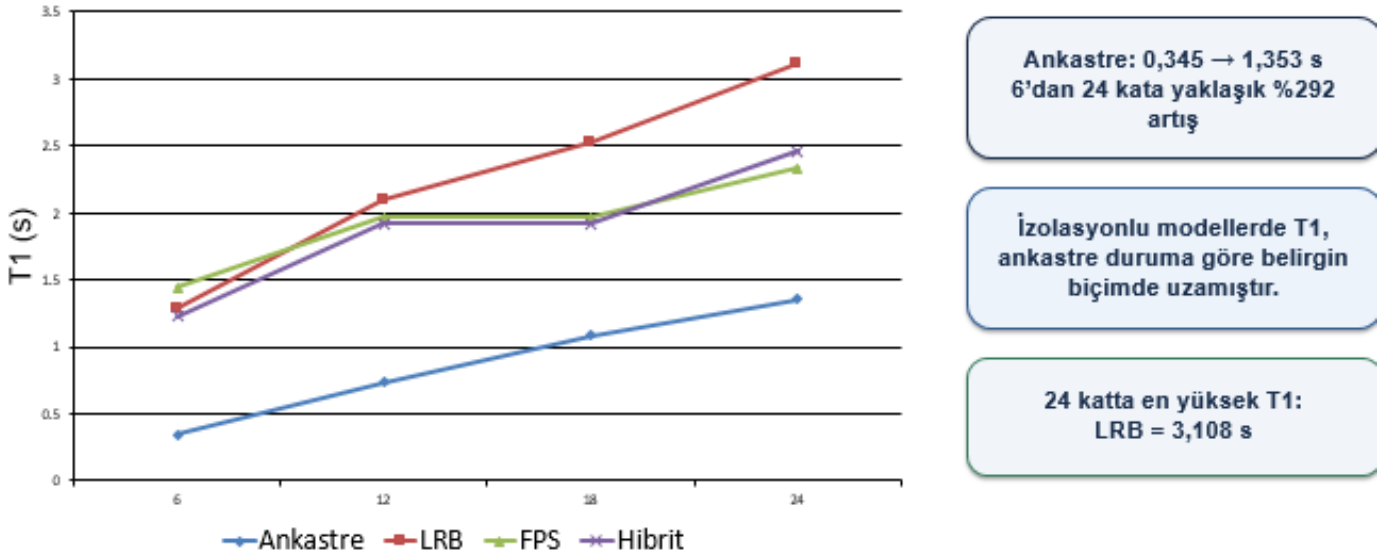
Kat	Ankastre T1	LRB T1	FPS T1	Hibrit T1
6	0,345 s	1,281 s	1,445 s	1,231 s
12	0,731 s	2,092 s	1,962 s	1,916 s
18	1,082 s	2,521 s	1,962 s	1,916 s
24	1,353 s	3,108 s	2,334 s	2,460 s

6 katlı modelde izolasyonun göreli periyot uzatması en belirgindir.

Kat sayısı arttıkça ankastre yapının kendi periyodu uzadığı için izolasyonun göreli katkısı azalmaktadır.

12 kat ve üzerindeki modellerde LRB sistemi en yüksek T1 değerlerini vermiştir.

FPS ve hibrit sistemlerde T1 değerleri kat sayısıyla her modelde monoton artmamıştır; izolatör mekanizması sonuç üzerinde belirleyicidir.



Şekil 6.1. Birinci Mod Periyodu T1'in Modellere Göre Karşılaştırma Grafiği

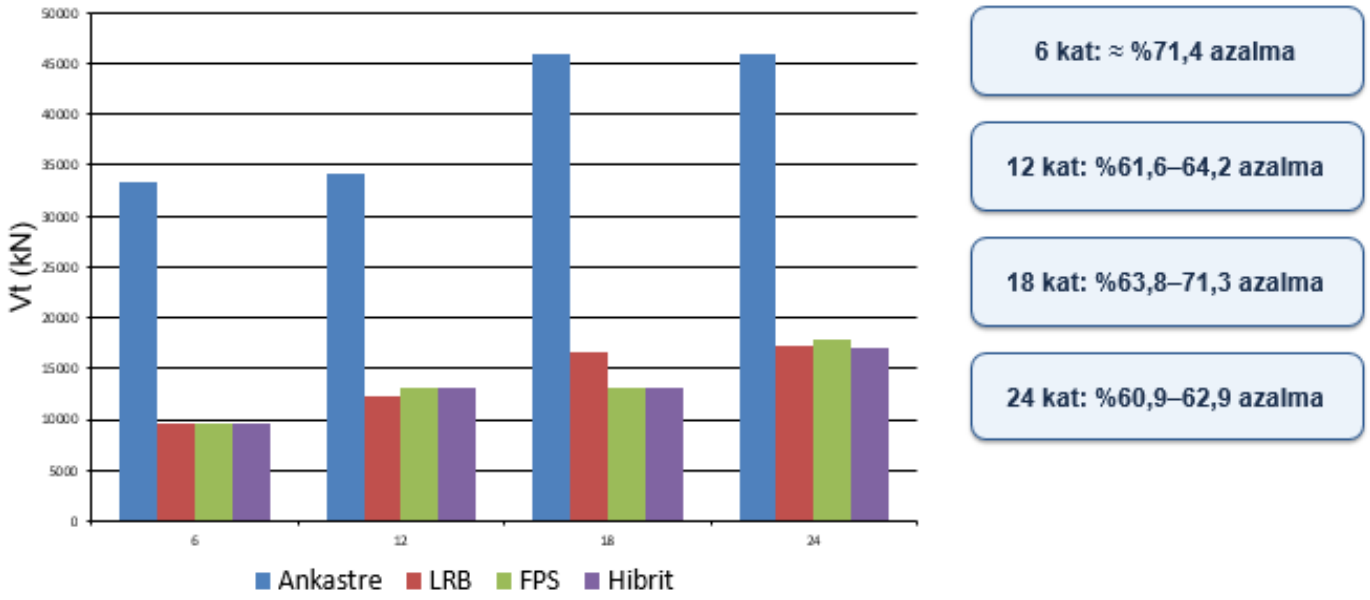
Tablo 6.1 Vt Sonuçlarının Kat Sayısına Göre Karşılaştırılması

Kat	Ankastre (kN)	LRB (kN)	FPS (kN)	Hibrit (kN)	İzolasyonlu aralık
6	33.288	9.527	9.521	9.525	9.521–9.527
12	34.226	12.253	13.159	13.159	12.253–13.159
18	45.833	16.583	13.159	13.159	13.159–16.583
24	45.833	17.155	17.910	16.994	16.994–17.910

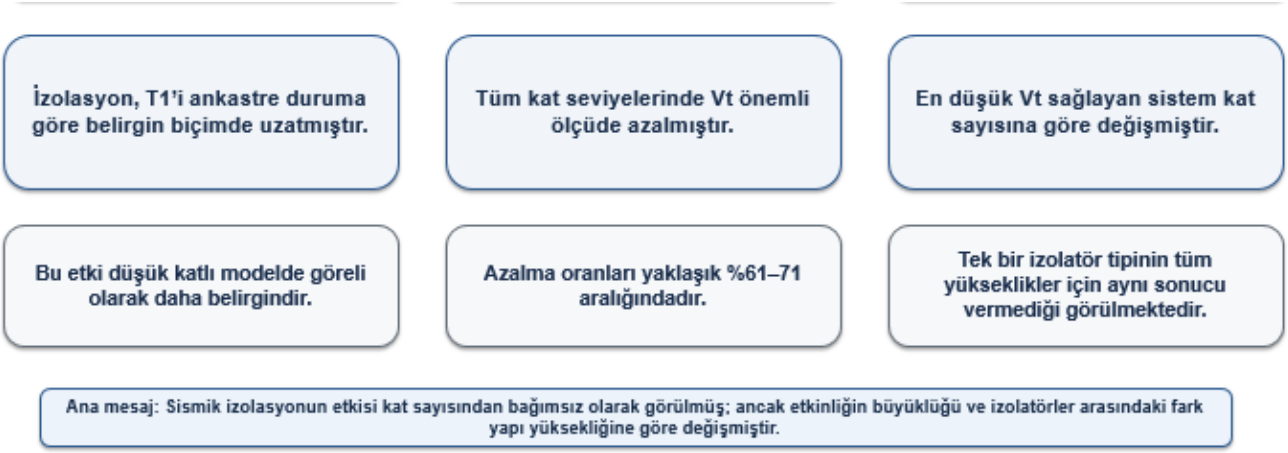
İzolatörlü modellerin tamamında Vt, aynı kat seviyesindeki ankastre modele göre daha düşüktür.

En düşük Vt sağlayan izolatör tipi kat sayısına göre değişmektedir: 6 katta FPS, 12 katta LRB, 18 katta FPS/Hibrit, 24 katta Hibrit.

Bu nedenle izolatör seçiminin yalnızca tek bir Vt kriterine göre yapılması yeterli değildir.



Şekil 6.2 Taban Kesme Kuvvetinin Modellere ve Katsayısına göre Değişimi



Şekil 6.3 Genel Bulguların Birlikte Değerlendirilmesi

7. SONUÇ

Kat sayısı 6'dan 24'e çıktığında ankastre modellerin T1 değeri 0,345 s'den 1,353 s'ye yükselmiştir. İzolasyonlu modellerin tümünde T_1, aynı kat seviyesindeki ankastre modele göre daha fazla artmıştır. İzolatörlü modellerde Vt, ankastre modele göre tüm kat seviyelerinde yaklaşık %61–71 oranında daha düşük bulunmuştur. 6 katta izolatörler arasındaki Vt farkı çok sınırlıyken, 12–24 kat aralığında izolatör tiplerinin sonuçları daha fazla farklılaşmıştır. 24 katlı modelde Vt bakımından hibrit sistem 16.994 kN ile, incelenen üç izolasyonlu model içinde en düşük değeri vermiştir. Sonuçlar, izolasyon tasarımında kat sayısı ile birlikte yapı dinamiğinin ve izolatör mekanizmasının birlikte değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir. İzolatör seçimi yalnızca taban kesme kuvvetinin en küçüğüne göre belirlenmeye indirgenmemelidir. İzolatör deplasmanı, göreli kat ötelenmesi, kat ivmeleri, enerji sönümleme kapasitesi ve yapısal eleman iç kuvvetleri birlikte değerlendirilmelidir. Yüksek katlı yapılarda uzun doğal periyot, üst mod katkısı, devrilme etkileri ve izolasyon deplasmanı ayrıca dikkate alınmalıdır. Hibrit sistemler, tekil izolatörlerin özelliklerini bir araya getirebilme potansiyeline sahip olmakla birlikte daha karmaşık tasarım ve uyumlandırma gerektirir. Bu çalışma, kat sayısının izolasyon performansındaki rolünü ortaya koyan karşılaştırmalı bir temel oluşturmaktadır. İzolasyon, yapının dinamik karakterini değiştirerek T_1'i uzatmıştır. İzolatörlü modellerde taban kesme kuvveti tüm kat seviyelerinde belirgin biçimde azalmıştır. En uygun izolatör tipi tek bir sistemle ifade edilemez; kat sayısı ve performans ölçütü birlikte ele alınmalıdır. Gelecek aşamada çok kriterli ve parametrik analizlerle optimum tasarım alanı daha ayrıntılı olarak ortaya konabilir.

8. KAYNAKLAR

ASCE/SEI 7-10 (2010). Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures. American Society of Civil Engineers, Reston, VA.

Buckle, I.G., Mayes, R.L. (1990). Seismic Isolation: History, Application, and Performance - A World View. Earthquake Spectra, 6(2).

Chopra, A.K. (2012). Dynamics of Structures: Theory and Applications to Earthquake Engineering. Prentice Hall, New Jersey.

Computers and Structures Inc. (CSI) (2020). SAP2000 Analysis Reference Manual. Berkeley, California.

Constantinou, M.C., Symans, M.D. (1993). Seismic Response of Structures with Supplemental Damping. Earthquake Spectra, 9(2).

Jangid, R.S., Kelly, J.M. (2001). Base Isolation for Near-Fault Motions. Earthquake Engineering & Structural Dynamics, 30(5).

Kelly, J.M. (1997). Earthquake-Resistant Design with Rubber. Springer-Verlag, London.

Kılar, V., Koren, D. (2010). Simplified Nonlinear Seismic Analysis of Base-Isolated Structures. Engineering Structures, 32(8).

Naeim, F., Kelly, J.M. (1999). Design of Seismic Isolated Structures: From Theory to Practice. John Wiley & Sons, New York.

Providakis, C.P. (2008). Effect of LRB and FPS Isolators on Seismic Response of Buildings. Engineering Structures, 30(5).

Skinner, R.I., Robinson, W.H., McVerry, G.H. (1993). An Introduction to Seismic Isolation. John Wiley & Sons, Chichester.

Soong, T.T., Dargush, G.F. (1997). Passive Energy Dissipation Systems in Structural Engineering. John Wiley & Sons, Chichester.

Symans, M.D., Constantinou, M.C. (1998). Passive Fluid Viscous Damping Systems for Seismic Energy Dissipation. ISET Journal of Earthquake Technology, 35(4).

TBDY(2018). Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY-2018). Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Ankara.

Zayas, V.A., Low, S.S., Mahin, S.A. (1990). A Simple Pendulum Technique for Achieving Seismic Isolation. Earthquake Spectra, 6(2).

FLOOD RISK ANALYSIS AND EVALUATION OF FLOOD CONTROL MEASURES IN HOZAT STREAM, TUNCELİ

İnşaat Yük. Müh. Yağmur Elif ALEV / Dr. Öğr. Üyesi Hilal ARSLANOĞLU IŞIK

[1] Tunceli Provincial Special Administration, ygmrelfyvz@gmail.com.tr, ORCID: 0009-0004-2079-268X

[2] Munzur University, Department of Civil Engineering, hilalarslanoglu@munzur.edu.tr,

ORCID: 0000-0002-8878-8984

Abstract

Floods can cause significant environmental, economic, and social losses as a result of rivers and streams overflowing their channels due to heavy rainfall, snowmelt, and sudden flooding events. Climate change, irregular precipitation patterns, improper land use, deforestation, and inadequate infrastructure are among the main factors increasing flood risk. The aim of this study is to determine the flood potential of Hozat Stream, assess potential flood risks, and develop recommendations for flood management.

Within the scope of the study, field surveys were conducted to determine the morphological and topographical characteristics of the basin, and data from the Hozat Meteorological Station for the period 2015–2023 were evaluated. The region has a continental climate, with an annual average precipitation of 939 mm. The low basin slope (%0–3) and the presence of areas opened for development along the stream were identified as important factors increasing flood risk. In the hydrological analyses, flood discharges were calculated using the Mockus method, and the Q_{100} flood discharge was determined as 15.19 m^3/s for a 9.44 km^2 basin of Stream 1. In addition, flood discharges corresponding to different return periods ranging from Q_2 to Q_{500} were calculated. Hydraulic analyses were performed using the Manning roughness coefficient (n=0.025) and the modified Cowan method.

As a result of the hydraulic cross-section assessments, the construction of nine reinforced-concrete weirs was recommended to safely convey the Q_{500} discharge in Stream 1, and the cross-sections were found to be sufficient to convey the design discharge. The results indicate that structural measures such as weirs, walls, check dams, ponds, and channel rehabilitation should be implemented together with non-structural measures, including early warning systems, appropriate land-use planning, and public awareness, in order to reduce flood risks.

Keywords: Flood risk, Mockus method, Hozat Stream, Tunceli

TUNCELİ HOZAT DERESİ'NDE TAŞKIN RİSK ANALİZİ VE TAŞKIN KONTROL ÖNLEMLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

İnşaat Yük. Müh. Yağmur Elif ALEV[1] / Dr. Öğr. Üyesi Hilal ARSLANOĞLU IŞIK[2]

[1]Tunceli İl Özel İdaresi, ygmrelfyvz@gmail.com.tr, ORCID: 0009-0004-2079-268X,

[2]Munzur Üniversitesi, İnşaat Müh. Böl., hilalarslanoglu@munzur.edu.tr, ORCID: 0000-0002-8878-8984

Özet

Taşkınlar; yoğun yağış, kar erimesi ve ani su baskınları sonucunda akarsu ve derelerin yataklarından taşmasıyla çevresel, ekonomik ve sosyal kayıplara neden olabilmektedir. İklim değişikliği, düzensiz yağış rejimi, yanlış arazi kullanımı, ormansızlaşma ve altyapı yetersizlikleri taşkın riskini artıran başlıca etkenlerdir. Bu çalışmanın amacı, Hozat Deresi'nin taşkın potansiyelini belirlemek, olası taşkın risklerini değerlendirmek ve taşkın yönetimine yönelik öneriler geliştirmektir.

Çalışma kapsamında arazi etütleri gerçekleştirilerek havzanın morfolojik ve topoğrafik özellikleri belirlenmiş, 2015–2023 yılları arasındaki Hozat Meteoroloji İstasyonu verileri değerlendirilmiştir. Bölgenin karasal iklim özelliklerine sahip olduğu ve yıllık ortalama yağış miktarının 939 mm olduğu belirlenmiştir. Havza eğiminin düşük (%0–3) olması ve dere kenarlarında imara açılmış alanların bulunması, taşkın riskini artıran önemli unsurlar olarak değerlendirilmiştir. Hidrolojik analizlerde Mockus yöntemi kullanılarak taşkın debisi hesaplanmış ve Dere 1 için 9,44 km²'lik havzada Q_{100} taşkın debisi 15,19 m³/s olarak belirlenmiştir. Ayrıca Q_2'den Q500'e kadar farklı tekerrür periyotlarına ait taşkın debileri hesaplanmıştır. Hidrolik analizlerde Manning pürüzlülük katsayısı (n=0,025) ve modifiye Cowan metodu kullanılmıştır.

Hidrolik kesit tahkikleri sonucunda, Dere 1 için Q_{500} debisinin güvenli şekilde iletilmesi amacıyla dokuz adet betonarme brit yapılması önerilmiş ve kesitlerin debiyi karşılamada yeterli olduğu belirlenmiştir. Sonuçlar, taşkın risklerinin azaltılmasında brit, duvar, bent, gölet ve kanal ıslahı gibi yapısal önlemlerin; erken uyarı sistemleri, imar planlarının düzenlenmesi ve halkın bilinçlendirilmesi gibi yapısal olmayan önlemlerle birlikte ele alınmasının gerekli olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Taşkın riski, Mockus yöntemi, Hozat Deresi, Tunceli

1. INTRODUCTION

Floods are natural disasters that occur when the carrying capacity of riverbeds is exceeded due to hydrological processes such as heavy rainfall and snowmelt, and they have historically influenced settlement patterns and land use (Taş et al., 2016). The preservation of historical records regarding floods from the past to the present reveals the impact of these events on human life and the development of settlements. Particularly in the last three decades, studies examining flood chronologies and formation processes have gained importance as climate change and rapid urbanization have increased flood risks (Sanchez-García and Schulte, 2023).

Today, flood risk is escalating due to the influence of not only meteorological and hydrological conditions but also urbanization, industrialization, and changes in land use. For this reason, hydrological and hydrodynamic models are utilized as essential tools in determining the formation and propagation processes of floods (Wu et al., 2023; Deng et al., 2024; Liang et al., 2024). Determining the impacts of climate change and land cover alterations on the frequency and severity of floods is of critical importance, particularly for mitigating risks in urban areas (Martín-Raya et al., 2024; Gao et al., 2024; Girayhan, 2015; Zhu et al., 2024). Furthermore, floods do not manifest solely as riverine floods; they can also occur in various forms, such as coastal, lacustrine, and ice-jam floods (DSİ, 2007).

Hazard and vulnerability constitute the fundamental components of flood risk assessment. In addition to precipitation intensity, duration, and temporal distribution, factors such as the physical characteristics of the basin, drainage structure, soil composition, and vegetation cover directly influence flood generation (El Baida et al., 2024). Since floods can lead to loss of life and property, infrastructural damage, and environmental degradation, the pre-determination and spatial modeling of risk are paramount. In this context, determining the discharge rates corresponding to different return periods through hydraulic calculations enables the delineation of flood boundaries, water depths, and flow velocities, thereby facilitating the preparation of risk maps (Görür and Karadeniz, 2018; URL-1, 2025)

The impacts of floods encompass economic, social, and ecological dimensions. Alongside the damage incurred by infrastructure and economic activities, the disruption of daily life entails significant socio-economic consequences; nevertheless, floods can also serve as processes that contribute to the rejuvenation of natural ecosystems (Demir and Ülke Keskin, 2022). Consequently, flood management must rely not only on mitigating damages but also on developing sustainable approaches that are compatible with natural processes

2. FLOOD TYPES AND CAUSES OF FORMATION

Today, global climate change and environmental degradation are evaluated among the fundamental problems directly affecting the disaster resilience of cities and sustainable development goals. The significant concentration of population and economic activities in urban areas increases the exposure of these settings to climate-induced hazards. Therefore, enhancing urban resilience, mitigating climate-related risks, and strengthening policies and practices aimed at ensuring sustainable urbanization on an international scale are of paramount importance (Macedo et al., 2025).

Global temperature rise, which is one of the primary indicators of climate change, entails significant consequences for the formation conditions of natural disasters and hydrological processes. According to evaluations published by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), the global surface temperature during the 2011–2020 period was approximately 1.09 °C higher compared to the pre-industrial period representing the years 1850–1900 (IPCC, 2021). This trend has heightened the importance of international efforts directed toward limiting global warming. Indeed, the IPCC's Special Report on Global Warming of 1.5 °C demonstrated that limiting the global temperature increase to 1.5 °C instead of 2 °C presents a lower-risk scenario in terms of reducing climate-induced risks, and noted that this requires comprehensive transformations across energy, economy, transportation,

industry, and other sectors. In line with this, it was targeted to reduce anthropogenic net carbon dioxide emissions by approximately 45% by 2030 compared to 2010 levels and to reach net-zero emissions by 2050 (URL-2, 2025).

The continuation of the increase in global temperatures can alter not only atmospheric conditions but also the functioning of the hydrological cycle. Shifts in precipitation regimes and the growing prominence of extreme hydrological events can affect the occurrence conditions of water-related hazards such as droughts, floods, and typhoons (Karaman and Gökalp, 2010). This situation necessitates a holistic approach to addressing climate-induced disaster risks, particularly in urban areas where population and infrastructure are concentrated.

Within hydrological processes, floods exhibit a complex and stochastic character due to the involvement of numerous variables in their formation; nonetheless, they possess a reproducible nature under certain hydrological and meteorological conditions. Flood events constitute one of the major meteorological hazards capable of causing significant physical and economic losses on life safety, residential areas, agricultural production, transportation systems, and infrastructure (Jaman et al., 2025). It must be taken into account that flood risk does not stem solely from natural processes; human interventions also play a role in the occurrence of these events or the exacerbation of their impacts.

In this framework, regular inspection and maintenance of structural interventions implemented for flood protection carry immense importance. Structural flood control elements—such as walls, dikes, and embankments—that lose their functionality due to insufficient maintenance and cleaning activities can increase flood risk when water levels in ponds and dams exceed the limits projected for design or operation (Eren et al., 2015). Consequently, the implementation of structural measures alone is not sufficient in flood management; the operation, maintenance, and monitoring processes of these structures must also be conducted continuously.

The narrowing of the cross-section in a riverbed can limit the flow passage area, thereby causing the water to exceed the channel capacity and exacerbating the impact of the flood. In addition, rapid snowmelt occurring due to sudden temperature rises can generate high-discharge flows, which significantly increase the risk of flooding, particularly in areas with inadequate drainage capacity. Floods induced by snowmelt differ from rainfall-induced floods in terms of their formation and propagation characteristics. While peak discharge values are reached in a shorter period in rainfall-dependent floods, the time to peak discharge is longer in floods resulting from snowmelt. This variance indicates that the temporal character of flood hydrographs changes depending on the formation mechanism of the flood (Aslami, 2024).

n mitigating the potential loss of life and property caused by floods, pre-disaster risk reduction practices are as crucial as post-disaster intervention efforts. In this regard, the risk-based disaster management approach, which aims to identify and control hazards before they transform into disasters, comes to the fore. It is stated that effective risk management does not solely consist of planning based on hazard and risk analyses; it also requires the integration of early warning systems, emergency planning, and coordination among different sectors into the process (Özcan et al., 2009). Thus, pre-determining flood risks, mitigating potential impacts, and enhancing the resilience of societies against disasters become possible.

3. FLOOD EFFECTS AND MANAGEMENT

Structural and non-structural measures implemented prior to a disaster hold a significant place in mitigating the damages caused by floods. Alongside engineering practices such as retention basins, dikes, diversion structures, and riverbed regulations, public awareness campaigns, educational activities, and afforestation efforts also contribute to the reduction of flood risk. While the direct effects of floods encompass loss of life and property as well as infrastructure and structural damage, their indirect effects can manifest as economic losses, unemployment, social issues, and, in large-scale events, migration (Taşkın Yönetimi, 2017).

Factors such as climate change, urbanization, land use alterations, and inadequate infrastructure play a combined role in the escalation of flood risk. The impacts of floods, which cause substantial economic losses on a global scale, can lead to more severe consequences, particularly in developing countries due to deficient infrastructure and early warning systems (UNDRR, 2023; URL-3, 2025; URL-4, 2025). The influence of climate change on the frequency and intensity of extreme precipitation indicates that flood risks may increase in the future (IPCC, 2007; IPCC, 2021).

In addition to the loss of life and property, floods can cause serious disruptions in drinking water supply, transportation, and infrastructure services. Especially in severe events, the inundation of residential areas directly threatens both human life and economic assets. Damage to bridges and roads leads to the interruption of transportation, whereas the contamination of water resources compromises access to safe drinking water. Furthermore, losses arising from the disruption of economic activities and public services by floods are evaluated within the scope of indirect damages (Uçar, 2010; Erkek and Ağıralioğlu, 1998).

For this reason, rather than assessments based solely on past events, risk-based approaches that incorporate future climate scenarios must be adopted in flood management. Although technological advancements and early warning systems contribute to risk reduction, unplanned urbanization, irregular population movements, and construction in risky areas increase the probability of floods transforming into disasters. Accordingly, mitigating flood risk requires a holistic approach wherein engineering measures, climate projections, urban planning, land use decisions, and public awareness are evaluated collectively.

While the traditional protection mindset in flood management mostly focuses on controlling floods through engineering structures, approaches based on a holistic assessment of risk have come to the fore today. Flood risk management offers a broader framework that encompasses not only reducing the probability of floods but also evaluating hazard, exposure, and potential damages collectively (Thaler and Kaufmann, 2024).

Effective flood management needs to be addressed as an integrated process comprising pre-flood risk reduction and preparedness, response during the flood, and post-flood recovery. Prior to a flood, practices such as regulating human activities in the basin, raising public awareness, afforestation, and erosion control are of vital importance; whereas after the event, the reconstruction of damaged structures and the operation of financial support mechanisms are required (Altun, 2018; Taşkın Yönetimi, 2017; Akman, 2021).

The existence of diverse geographical and hydroclimatic characteristics in Türkiye causes flood risk to differentiate on a regional scale. In order to mitigate the impacts of floods, which cause significant loss of life and property after earthquakes among natural disasters, non-structural applications must be carried out concurrently with structural measures (Efe and Önen, 2015). In this context, risk assessments, flood hazard and risk maps, and early warning systems constitute the fundamental elements of management before and during a flood.

4. MATERIAL AND METHOD

4.1. Geography of the Study Area

Tunceli province is situated in the Eastern Anatolia geographical region and within the Euphrates River basin. Numerous high peaks and deep valleys are located in this surrounding area. Figure 1 illustrates the physical map of Tunceli province.

The Hozat district of Tunceli province generally exhibits a mountainous topography. A typical continental climate is observed, characterized by very hot and dry summers, and very cold winters. The snow depth can vary between 1 and 2 meters. The vegetation cover consists predominantly of wild oak (shrub oak), which is dwarfed and generally does not exceed 1.5 to 2 meters in height. In the landslide inventory prepared by the General Directorate of Mineral Research and Exploration (MTA), the Hozat district is indicated as an area with high landslide density (İRAP, 2021). Furthermore, ancient oyster and starfish fossils are found in the region.

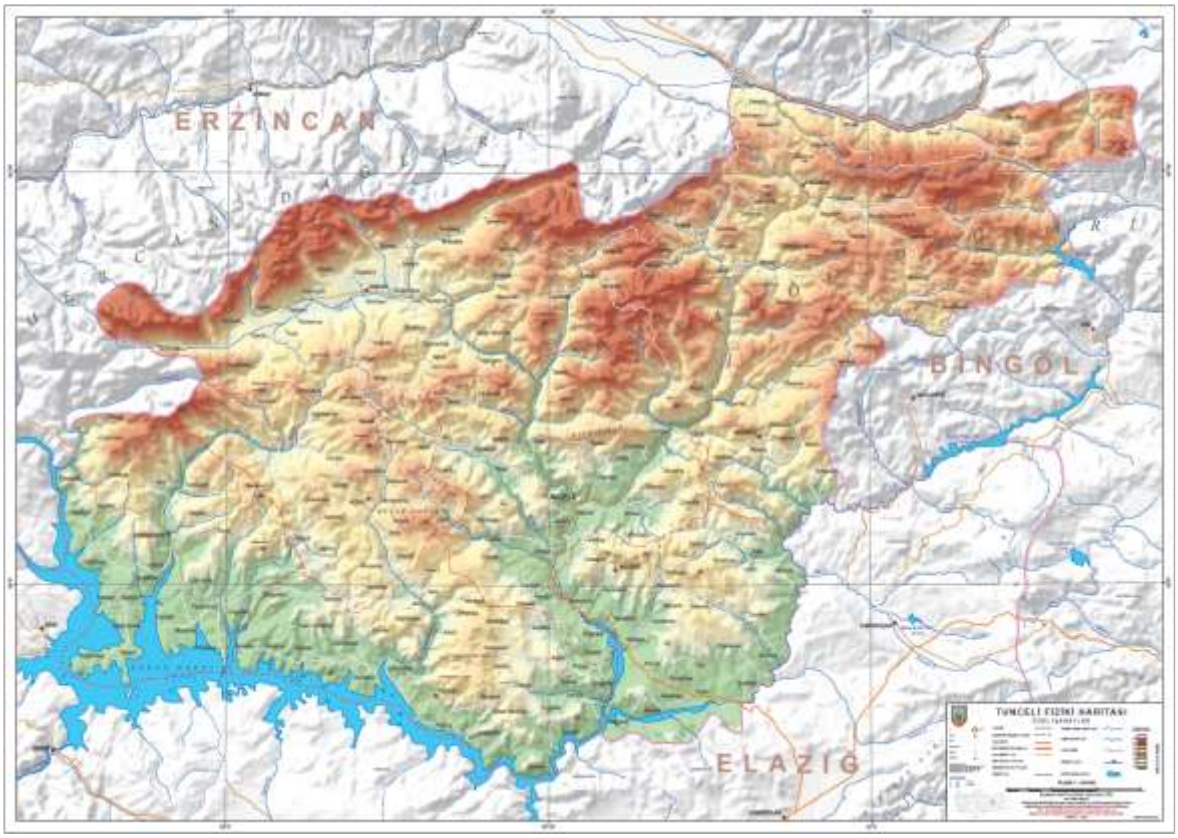


Figure 1. Physical map of Tunceli province (URL-5, 2025).

4.2. General Geology of the Study Area

Hozat is situated in the Upper Euphrates Basin of the Eastern Anatolia Region, 85 kilometers east of Tunceli province. Historically, the exact time of its establishment and its founders have not been determined. It is suggested that the settlement referred to as Huzana in written Urartu sources might be Hozat (Şen and Sezgin, 2020).

In the southern part of Tunceli, between the Munzur River and its tributary, the Dinar Stream, the Middle Eocene limestone has been eroded by fluvial processes. Lower Eocene flysch has formed in this area. However, a similar limestone formation outcrops extensively to the southwest of the Dinar Valley. Occupying a considerable area around Cilasur and Kayındul, this formation extends toward the west and southwest, reaching the villages of Teştek, Cet, Kinik, and Erkan in the Hozat region. The Lower Eocene flysch, which possesses identical lithological characteristics to the formation in the Tunceli-Nazimiye region, is also heavily observed in the Hozat area. A section similar to the lithology in the Pah region outcrops in and around the Hozat Valley, 4 kilometers south of Hozat. Correspondingly, through the reversible intercalation of different types of atoms, molecules, or groups between layers, the stratified tuff, agglomerate, and carbonate beds here pass upwards into the 30-meter-thick and dense Middle Eocene limestone (Afshar, 1965).

Landslides occurring within the basin where the Hozat district of Tunceli province is located cause significant damage to residential areas, roads, and agricultural lands. The destruction caused by these landslides severely impacts ecological life and socio-economic elements in the region. For these reasons, determining the areas with landslide susceptibility in the region carries critical importance (Esen and Avcı, 2018).

4.3. Seismicity of the Study Area

The Earthquake Hazard Map of Türkiye, which includes Tunceli province where Hozat is located, was updated by the AFAD Earthquake Department following recent earthquakes and published in the Official Gazette dated March 18, 2018, numbered 30364 (duplicate), to be effective from January 1, 2019. According to geophysical and disaster data, the central district of Tunceli along with Pertek, Hozat, Mazgirt, and Çemişgezek districts are evaluated as second-degree earthquake zones. On the other hand, Ovacık, Pülümür, and Nazımiye districts are settlements located within the first-degree earthquake zone (İRAP, 2021).

4.4. Climate of the Study Area

Continental climate conditions are predominantly felt in Tunceli. In this continental climate, summers are hot and dry, whereas winter months are cold and precipitous. The average annual precipitation in the province is 939 mm. Upon examining the meteorological data, it has been determined that the amount of precipitation is exceptionally low during the summer months, and rainfall occurs mostly in autumn and winter. The severe winds blowing from the northwest play an influential role in the drought experienced during the summer season.

The number of natural disaster types that occurred in the Hozat district of Tunceli province between the years 1958 and 2018 is given in Table 1. According to this table, 3 floods occurred in the Hozat district within the specified years (İRAP, 2021).

Table 1. Number of natural disaster types occurring in the Hozat district of Tunceli province (İRAP, 2021).

District	Landslide	Rockfall	Avalanche	Flood Fire	Fire	Total
Hozat	11	4	6	3	3	27

4.5. Determination of Flood Recurrence Discharges

Maximum flood discharges can be determined using synthetic, statistical, and hydrological modeling methods. Synthetic methods, also referred to as classical methods, are based on developing and applying various empirical formulas to calculate the maximum flood discharge depending on the physical characteristics of the watershed. In cases where streamflow data is insufficient or completely unavailable, the synthetic unit hydrograph method has been developed. Especially in ungauged basins without flow observations, the Mockus, SCS, Snyder, and DSI Synthetic methods are widely utilized in the literature for the determination of flood discharges (Dikici and Aksel, 2019; Demir and Keskin, 2022; Demir and Kişi, 2015).

In flood frequency analysis, flood discharges are obtained through annual instantaneous maximum streamflow data, Probability Distribution Functions (PDFs), and Point and Regional Flood Frequency Analysis methods. In this study, 5 different Probability Density Functions (PDFs) that are most preferred in the literature were utilized. These are the Normal distribution, Log-Normal Type-2, Log-Normal Type-3, Gumbel, Log-Pearson Type-3, and Pearson distributions. Regional flood frequency analysis should not be conducted for streamflow gauging stations that lack sufficient data within the same time period (Demir and Keskin, 2022).

The rainfall-runoff model, on the other hand, is applied in regions where there is insufficient observation data in the river to be analyzed, or where no station exists within its basin. In the study area, flood discharges can be obtained through synthetic unit hydrograph methods using Thiessen polygons constructed via meteorological stations and surrounding station data. Consequently, the Mockus method, which is the most frequently deployed method in the literature, was selected within the scope of this study.

4.5.1. Mockus Method

The Mockus method is an approach that yields reliable results in estimating flood discharges in drainage basins with a time of concentration of less than thirty hours. In larger areas, the drainage areas must be divided into smaller sub-basins, and the hydrographs generated for each sub-basin must be analyzed based on their lag times. In the Mockus method, it is assumed that the precipitation falling on the basin during the project design rainfall duration (D) occurs at a constant intensity and in a homogeneous distribution.

To determine the parameters belonging to the Mockus method, the following operational sequence is followed. First, the harmonic slope of the terrain must be calculated. For this purpose, starting from the upstream of the watercourse, elevations and distances are recorded in accordance with the project cross-section. Subsequently, the total length is divided into 10 equal segments, and the harmonic slope of the riverbed is calculated using Equation (1). The time of concentration of the basin, depending on the harmonic slope and the riverbed length, is given in Equation (2).

$$\sqrt{S} = \frac{10}{\Sigma(\frac{1}{\sqrt{S_i}})} \quad (1)$$

$$T_c = 0{,}00032 * \frac{L^{0,77}}{S^{0,385}} \quad (2)$$

Where;
S: Average harmonic slope of the drainage area
Si: Harmonic slope between cross-sections
L: Hydraulic length of the drainage area (Stream length, m)
T_c: Time of concentration of the basin, hours

The rainfall duration (YD) corresponding to the time of concentration is determined with the help of Equation (3). In practical applications, the rainfall duration is rounded up to the nearest integer. In cases where T_c is calculated to be less than 1 hour, the rainfall duration value is taken as equal to the time of concentration.

$$YD = 2 * \sqrt{T_c} \quad (3)$$

The recession limb of the hydrograph (T_r) is determined as a function of the rising limb using Equation (4).

$$T_r = 1.67 * T_p \quad (4)$$

The base time of the flood hydrograph (T_s) is the sum of the rising limb duration and the recession limb duration, as shown in Equation (4).

$$T_s = T_p + T_r \quad (5)$$

The value observed in Equation (3) is also specified as the rainfall duration corresponding to the time of concentration of the water. The time to peak discharge is calculated using Equation (6);

$$T_p = \left(\frac{YD}{2}\right) + (0{,}6 * T_C) \quad (6)$$

The discharge that will be generated by 1 mm of precipitation is given in Equation (7).

$$Q_p = \frac{(k*A*h_a)}{T_p} \quad (7)$$

Where; ha is a coefficient that varies between 1 and 2 depending on the basin characteristics. Although the climate parameter "k" is taken as 0.208, it is a basin coefficient that generally ranges between 0.21 and 1.60.

The flood discharge (Q_n) is determined by multiplying the Q_p value obtained in Equation (7) by the maximum precipitation depth value (Dikici and Kazezyılmaz-Alhan, 2018; Sönmez et al., 2012; Kumanlıoğlu and Ersoy, 2018; Gevrek and İrvem, 2021).

$$Q_n = Q_p * h_n \quad (8)$$

Equation (9) is an equation that enables the estimation of discharges corresponding to high flood periods through interpolation and extrapolation methods based on more frequent floods such as Q_{10} and $Q_{10}0$. Such empirical formulas are utilized for preliminary estimation purposes in engineering designs including dams, culverts, and flood control structures, particularly in regions that lack long-term observation data.

$$Q_{500} = Q_{10} + 1{,}962 * (Q_{100} - Q_{10}\ ) \quad (9)$$

Where;
Q_{500}: is the 500 year flood discharge (estimated)

The United States Soil Conservation Service developed an empirical method for direct runoff calculation in ungauged basins. Letting P represent the precipitation depth, P_e the effective precipitation depth, and F the infiltration depth;

Pe = P - F can be written. (10)

If the maximum value that F will reach during prolonged precipitation events is denoted by S;

$$\frac{F}{S} = \frac{P_e}{P} \quad (11)$$

From these two acceptable equations,

$$P_e = \frac{(P^2)}{P+S} \quad (12)$$

Assuming that a fraction of the precipitation equal to 0.2S is retained or accumulates in surface depressions and evaporates, if P-0.2S is substituted for P;

$$P_e = \frac{(P-0{,}2S)^2}{P+0{,}8S} \quad (13)$$

The S value in inches is related to the CN curve number, which depends on the vegetative cover on the surface, the land use type, the hydrologic soil group, and the antecedent moisture content at the beginning of the precipitation event. Hydrologic soil group A includes soils with high infiltration capacity such as silt, sand, and gravel; group B consists of soils with moderate infiltration capacity; group C comprises soils with low infiltration capacity such as clay; and group D contains soils with very low infiltration capacity (Bayazıt, 2013).

4.6. Roughness (Manning) Coefficient Calculations

The Manning equation is the most widely used formula in open-channel calculations for uniform flows. It is possible to determine the Manning roughness coefficient using four different approaches.

These are: identifying the factors that influence the Manning roughness coefficient to limit the estimation interval, utilizing the charts of previously determined n coefficients for various channels, examining channels with known n coefficients, and determining the n coefficient based on theoretical velocity distribution and roughness measurements. One of the most frequently deployed methods for determining the Manning roughness coefficient (n) in our country is the Cowan method, which was developed by W. L. Cowan in 1956 and subsequently modified by the U.S. Geological Survey. In the roughness table belonging to “the modified Cowan method” prepared by the General Directorate of State Hydraulic Works (DSİ) flood specialization commission, the parameter of channel bank slopes (n_1) was added, and it has reached its final form as follows:

$$n = (n_b + n_1 + n_2 + n_3 + n_4)m \quad (14)$$

The channel roughness coefficient n utilized in this equation was calculated through components that take into account different hydrological and morphological factors. Here, nb is selected depending on the bed soil characteristics of the channel, and this value is determined based on the median diameter. The median diameter is obtained through the sieve analysis of samples taken from the field. The other correction coefficients are as follows:

n_1: The correction coefficient that takes into account the effect of irregularities (cracks, depressions, etc.) on the channel surface.

n_2: Represents the effect of changes in the shape and size of the channel cross-section (for instance, trapezoidal, rectangular, or natural cross-section).

n_3: A coefficient that considers the degree of flow obstruction caused by obstructions within the channel (stones, vegetation, structures, etc.).

n_4: The coefficient that defines the flow conditions (laminar/turbulent flow) and the impact of vegetation cover on the flow.

m: Expresses the degree of channel sinuosity (the more curved the channel is, the more the flow resistance increases) (Demir and Ülke Keskin, 2019).

The "n_b" coefficient located in Equation (14) is determined according to the median diameter illustrated in Table 2.

Table 2. DSİ modified Cowan method "n_b" values according to material type

Type of bed material					
	Concrete	Median diameter D_{50}	-	n_b	0.012-0.018
	Rock		-		-
	Hard earth		-		0.025-0.032
	Coarse sand		1-2		0.026-0.035
	Fine gravel		-		-
	Gravel		2-64		0.028-0.035
	Coarse gravel		-		-
	Cobble		64-256		0.030-0.050
	Cobbles and boulders		>256		0.040-0.070

Table 3 illustrates the "n_1" values according to the bank slope condition in the DSİ modified Cowan method (Demir and Ülke Keskin, 2019).

Table 3. The "n_1" values according to the bank slope condition in the DSİ modified Cowan method (Demir and Ülke Keskin, 2019).

Channel bank slope condition	Smooth		n_1	0.000
		Concrete wall		0.003
	Minor	Stone wall		0.005
		Stacked riprap		0.008
	Medium	Earthen slope		0.010
		Unstacked riprap		0.015
	Severe	Wooded slope		0.020

According to the classification made by Demir and Ülke Keskin (2019) within the scope of the DSİ modified Cowan method, the "n_2" correction coefficient utilized depending on the change condition in the channel cross-section is determined as follows:

- In cases where the channel cross-section changes gradually, meaning that the transitions in the cross-section are regular and smooth, altering in a way that does not disrupt the flow pattern, the "n_2" coefficient is taken as 0.000.
- In cases where the channel cross-section changes occasionally, meaning that it shows variations in some areas but these changes are not frequent, the "n_2" coefficient is accepted as 0.005.
- In cases where the channel cross-section changes frequently, meaning that there are frequent and distinct cross-sectional variations in the riverbed, this situation can affect the flow regime; therefore, the "n_2" coefficient can be taken between 0.010 and 0.015.

Within the scope of the DSİ modified Cowan method, the presence and density of obstructions inside the channel can increase roughness by disrupting the flow pattern. The "n_3" correction coefficient used in the evaluation of this situation is illustrated in Table 4 according to the obstruction condition in the channel. The % slope values located in Table 4 are calculated with the relation of (Obstruction / Cross-Sectional Area)x100.

Table 4. The "n_3" values according to channel obstructions in the DSİ modified Cowan method (Demir and Ülke Keskin, 2019).

Obstructions in the channel	Negligible	<%5	n_3	0.000
	Minor	%5-15		0.01-0.015
	Appreciable	%15-50		0.02-0.03
	Severe	>%50		0.04-0.06

In the study conducted by Demir and Ülke Keskin (2019), according to the DSİ modified Cowan method, the density of vegetation within the channel was evaluated as a significant resistance element against the flow, and the n4 correction coefficient utilized accordingly was classified as follows:

- In the case of low vegetation density, since there is no plant growth in the riverbed to an extent that would obstruct the flow, the n_4 coefficient is taken within the range of 0.005 – 0.010.

- In channels with medium vegetation density, plants influence the velocity and direction of the water to a certain degree. In this case, the n_4 coefficient is determined between 0.010 – 0.025.
- In sections with high vegetation, plants significantly slow down the flow and narrow the channel cross-section. In this case, the n_4 coefficient is evaluated within the range of 0.025 – 0.050.
- When a very high vegetation density is concerned, the riverbed can be almost completely covered with vegetation. In this situation, the flow of water is severely obstructed, and the n_4 coefficient reaches high values such as 0.050 – 0.100.

The channel sinuosity values located in Table 5 are obtained by proportioning the river length to the straight-line river length. Subsequently, whichever range the calculated value falls into, the corresponding m value is selected (Demir and Ülke Keskin, 2019).

Tablo 5. Table 5. The "m" values according to channel sinuosity condition in the DSİ modified Cowan method (Demir and Ülke Keskin, 2019).

Channel sinuosity	Minor	1-1.2 m	m	1.000
	Appreciable	1.2-1.5		1.150
	Severe	>1.5		1.300

5. RESULTS AND DISCUSSION

In this study, which was conducted for the flood protection of the streams within the center of the Hozat district in Tunceli province, field surveys were performed to evaluate the current situation. Accordingly, the project area and the stream basin were examined to ensure that the streams passing through the district do not cause damage to the residential areas within the district, or to keep the potential damages at a minimum. Figure 2 illustrates the study area and Stream 1. During the field studies, 3 streams with perennial flow were identified, and the analyses were carried out for Stream 1, for which the maximum amount of data could be obtained.

Houses, a village road, and agricultural lands located along the banks of the stream within the center of the Hozat district in Tunceli province are situated inside the flood zone. The discharges of the streams within the center of the Hozat district in Tunceli province increase as a result of rising precipitation during the spring months. Due to the issuance of zoning and construction permits at locations close to the stream within the village, the flood threatens not only agricultural lands or the village road but also poses a risk of damage to the buildings in the settlement. The slope of the basin ranges between 0% and 3%. The soils in the flood locality are of medium depth, and a portion of the area has the characteristics of plots and residential properties.

Figure 2. Satellite image of Stream 1 in the Hozat district of Tunceli province

5.1. Meteorological Data

The precipitation data obtained from the Hozat Automated Meteorological Observation Station numbered 18354 between the years 2015 and 2023 are illustrated in Figure 3, and the temperature data are shown in Figure 4. In the hydraulic calculations performed for Stream 1, the baseline basin parameters regarding the Hozat streams were obtained from the hydrological preliminary investigation report prepared by the DSİ.

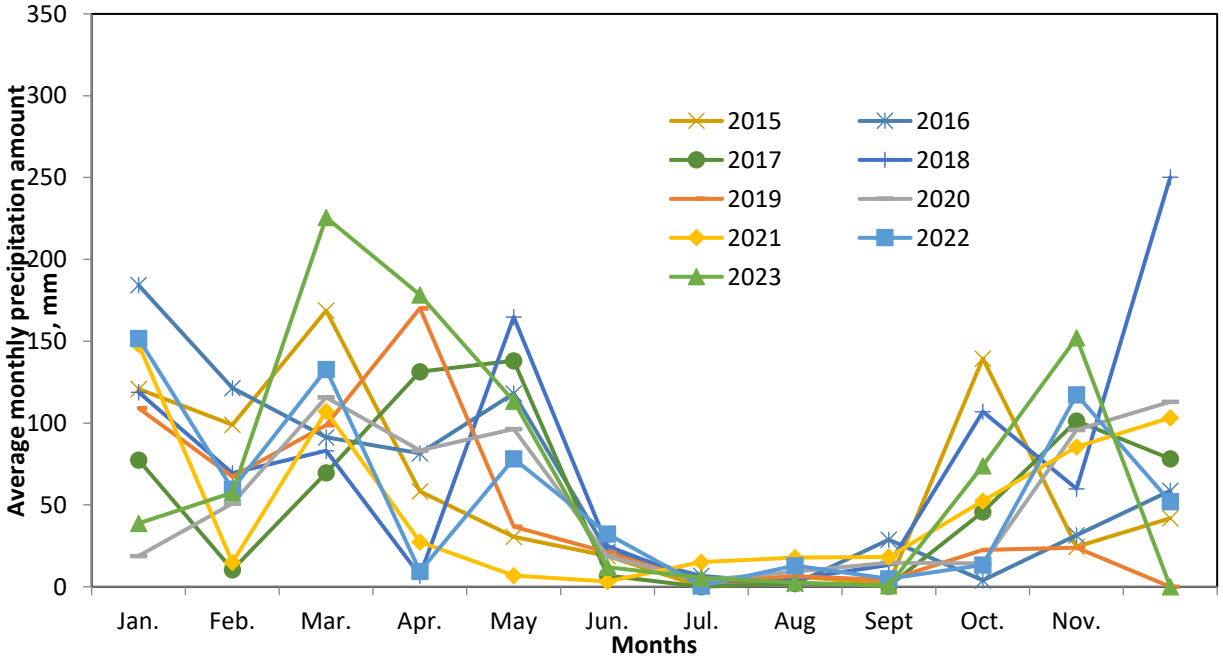


Figure 3. Precipitation amounts of the Hozat district in Tunceli province

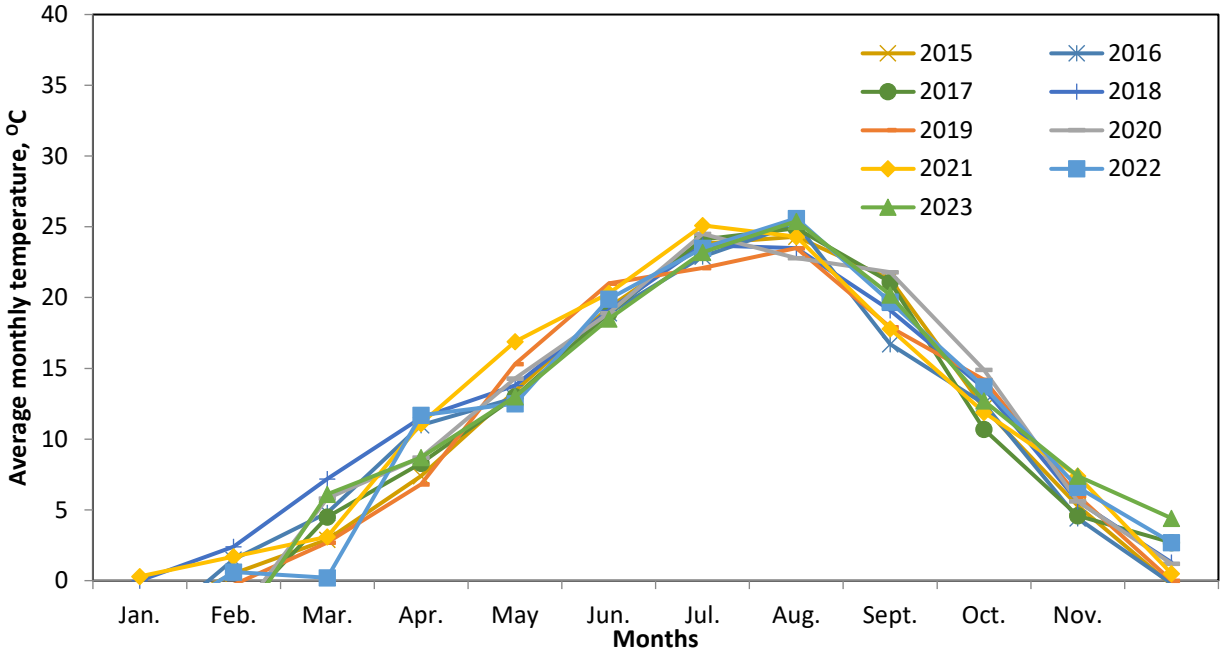


Figure 4. Temperature values of the Hozat district in Tunceli province

The area, slope, precipitation characteristics of the basin, and existing streamflow observations are the fundamental criteria in selecting the method to be utilized for determining the recurrence discharges. While the unit hydrograph can be obtained from observational data in basins with sufficient streamflow and precipitation observation data, synthetic methods such as the DSİ Synthetic, Mockus, and Snyder methods can be utilized in cases where no streamflow gauging station is available (Demir and Ülke Keskin, 2022).

In studies in the literature comparing different synthetic methods, it has been stated that the Mockus method yields appropriate results in determining flood discharges because it takes more basin-related parameters into account (Sönmez et al., 2017). Similarly, Rustam Oghly and Güngör (2025) demonstrated that the Mockus method is applicable for estimating peak discharges and representing the runoff conversion of short-duration and high-intensity rainfall events. In the study conducted by Aydın and Ulu (2023), the Mockus method was also evaluated as one of the reliable methods. Considering these studies together with the hydrological characteristics of the investigation area, it was decided to use the Mockus method to calculate the recurrence discharges for Stream 1. Furthermore, it is recommended to prefer the Mockus method in small basins with a drainage area between 0 and 10 km² (Demir and Ülke Keskin, 2022). The harmonic slope table belonging to Stream 1 in the investigation area is presented in Table 6. The calculated 24-hour precipitation values are illustrated in Table 7.

Table 6. Harmonic slope table of Stream 1

Number	Elevation	H Elevation difference	L/10 Interval distance	S_i=H/L	$\sqrt{S_i}$	$1/\sqrt{S_i}$
0	1470	-	-	-	-	-
1	1482	12.3	567.5	0.022	0.147	6.793
2	1514	32.0	567.5	0.056	0.237	4.213
3	1550	35.7	567.5	0.063	0.251	3.985
4	1599	48.9	567.5	0.086	0.294	3.407
5	1684	85.2	567.5	0.150	0.387	2.581
6	1786	102.0	567.5	0.180	0.424	2.359
7	1900	113.9	567.5	0.201	0.448	2.232
8	1941	40.9	567.5	0.72	0.269	3.723
9	1996	55.0	567.5	0.97	0.311	3.211
10	2100	104.1	567.5	0.183	0.428	2.335
						$\sum\left(1/\sqrt{S_i}\right)$ =34,840

Tablo 7. 24-hour precipitation values

Year	2	5	10	25	50	100
Precipitation (mm)	42.96	51.94	57.35	63.68	68.09	72.27

The YAD coefficient was taken as 1, and the PLV coefficient was taken as 0.35.

The runoff curve numbers are utilized to calculate the amounts that transition into runoff as a result of the infiltration of surface waters into the soil. The runoff curve numbers were obtained from the standard chart utilized in the literature. Table 8 illustrates the precipitation and runoff values.

Tablo 8. Yağış ve akış değerleri

Return period (Year)	Precipitation intensity (mm) (Multiplied by 1.13)	Runoff value (mm)
2	16.99	2.72
5	20.54	4.46
10	22.68	5.63
25	25.19	7.11
50	26.93	8.19
100	28.58	9.26

The values calculated for various recurrence discharges computed with the help of Equation (8) and Equation (9) are illustrated in Table 9.

Table 9. Various flood discharge values according to the Mockus Method for Hozat Stream 1

Flood area	Alan (km^2)	Q_2	Q_5	Q_{10}	Q_{25}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{500}
		(m^3/sn)						
Hozat District Center Stream 1	9.44	4.47	7.31	9.23	11.66	13.44	15.19	20.92

Roughness (Manning) Coefficient Calculations: The current state of the streambed was evaluated and interpreted to determine the roughness coefficient, and it was matched with the values in Table 10. The stream bed is planned to be lined with concrete. Since the bed material type is planned as concrete-lined, the value within the range was taken as n_b= 0,017. Because the channel bank slope condition is planned as a concrete wall, n_1 = 0.003 was selected. The channel cross-section change is occasionally variable and differs from region to region; hence, n_2 = 0.005 was used. Since the obstructions in the channel (sediment accumulation, humps, drops, rocks, and bridge piers) satisfy the condition of (Obstruction/Cross-Sectional Area)x100 < 5%, n_3 = 0.000 was taken. Since there is no channel vegetation, n_4 = 0.000 was selected.

Channel sinuosity = river length / straight-line length = 510 / 480 = 1.06

Since this value falls within the 1–1.2 range, it is considered minor, and m = 1 was chosen. When the selected values are substituted into Equation (14), the roughness n value was found to be 0.025, as illustrated in Table 10.

Tablo 10. able 10. Roughness (Manning) coefficient calculations

Coefficient	Value
n_b	0.017
n_1	0.003
n_2	0.005
n_3	0.000
n_4	0.000
m	1
$n=m*(n_b+n_1+n_2+n_3+n_4)$	0.025

6. CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS

In this study, the flood potential of Stream 1, one of the watercourses passing through the district center of Hozat in Tunceli province, was evaluated from hydrological and hydraulic perspectives. In the study, meteorological observation data, land use maps, and digital maps were utilized along with the hydrological preliminary investigation data provided by the General Directorate of State Hydraulic Works. The precipitation and temperature characteristics of the basin were examined in line with long-term meteorological data, and the Mockus method was deployed to determine the flood recurrence discharges. Taking into account the hydrological and land use characteristics of the basin, the runoff curve number (CN) was accepted as 89, and flood discharges were calculated for return periods of 5, 10, 50, 100, 500, and 1000 years. As a result of the calculations, the 100-year recurrence discharge (Q_{100}) for Stream 1 was determined as 15.19 m^3/s.

Hydraulic analyses revealed that although some recurrence discharges can be conveyed by the existing cross-sections of Hozat Center Stream 1, the flow velocity and shear stress increase with the escalation of the return period, thereby elevating the flood risk accordingly. In this regard, to control the flow velocity and mitigate flood impacts, it is proposed to construct nine reinforced concrete bed sills on Stream 1. Additionally, it is required to

restrict construction near the riverbed, re-evaluate zoning decisions in risky areas by taking the flood hazard into account, and remove excavations and materials that narrow the cross-section. Protecting natural drainage areas and expanding afforestation and terracing practices will also contribute to the reduction of surface runoff and erosion. Stream restoration, increasing the hydraulic capacities of culverts and bridges, and developing dikes, retention ponds, and drainage systems in necessary areas hold immense importance. Furthermore, non-structural measures such as early warning systems, raising public awareness, and preparing disaster scenarios should be implemented. Consequently, mitigating flood risk in Hozat necessitates an integrated management approach encompassing engineering applications, land use planning, and interdisciplinary cooperation (Yavuz, 2025).

7. REFERENCES

Afshar, F. A., 1965. Geology of Tunceli - Bingöl region of eastern turkey, *Bulletin of the Mineral Research and Exploration, 65, 31-41.*

Akman, M. U., 2021. Assessment of Flood Protection and Control Structures. *Tur. J. Hyd.,*5, 1, 25-31.

Altun, F., 2018. Economic and Social Impacts of Disasters: An Assessment of The Example of Turkey, *Journal of Social Work, ,* Vol: 2, 1-5.

Aslami, A. K., 2024. Şehirlerde taşkın yataklarının yapılaşması etkisi altında taşkın risk haritalarının incelenmesi, çalışma alanın: İstanbul Göksu Deresi, *Master's Thesis,* Istanbul Gelisim University, Istanbul, 61 p.

Aydın, M. C., Ulu, A.E., 2023. A Case Study on the Estimation of Flood Flows in Rivers with Different Methods, *Turkish Journal of Water Science & Management,* 7 (1), 46 – 70.

Bayazıt, M., 2013. Hidroloji, Birsen Yayınevi, İstanbul, 219s.

Demir, V., Kişi, Ö., 2015. Coğrafi bilgi sistemleri yardımıyla taşkın haritalarının oluşturulması: Samsun Mert Irmağı örneği, *VIII. Ulusal Hidroloji Kongresi, 08-10 Ekim 2015, Harran Üniversitesi, Şanlıurfa,* 107-120.

Demir, V., Ülke Keskin, A., 2019. Determination of Manning Roughness Coefficient by Cowan Method and Remote Sensing , *Gazi Journal of Engineering Sciences*, 5(2): 167-177

Demir, V., Ülke Keskin, A., 2022. Flood flow calculation and flood modeling in rivers that do not have enough flow measurement (Samsun, Mert River sample). *Geomatik,* 7(2); 149-162.

Deng, J., Zhang, R., Chen, S., Li, Z., Gao, L., Li, Y., 2024. Chunxia Wei Spatiotemporal evolution and influencing factors of flood resilience in Beibu Gulf Urban Agglomeration, *International Journal of Disaster Risk Reduction,* 114 (2024) 104905, 1-20.

Dikici M. ve Aksel, M. 2019. Determining the Best Method of Flood Flow Rate Estimation Based on Basin Size: A Case Study of the Eastern Mediterranean Basin, ALKU Journal of Science, 120-131

Dikici, M., Kazezyılmaz-Alhan, C. M., 2018. Alibeyköy havzası için farklı hidrolojik modelleme yöntemleri ile taşkın debilerinin belirlenmesi, *DÜMF Mühendislik Dergisi,* 9:2, 919-928s.

DSİ, 2007. DSİ genel müdürlüğü faaliyet raporu, Ankara, 351s.

Efe, H., Önen, F., 2015. Batman Çayı'nın taşkın analizinin HEC-RAS programıyla yapılması. *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi 6.2, 83-92*.

El Baida, M., M., Boushaba F., Chourak, M., Hosni, M., Sabar, H., Zahaf, T., 2024. Flood risk decomposed: Optimized machine learning hazard mapping and multi-criteria vulnerability analysis in the city of Zaio, *Journal of African Earth Sciences*, Volume 220, December 2024, 105431

Eren, M., E. Coşar, A., Bostan, T., 2015. Silivri Kayalı (Boğluca) Deresi taşkın riskinin irdelenmesi. *VIII. Ulusal Hidroloji Kongresi 08-10 Ekim 2015, Harran Üniversitesi,* Şanlıurfa, 93-106.

Erkek, C., Ağıralioğlu, N., 1998. Su Kaynakları Mühendisliği. BETA Basım Yayım Dağıtım A.Ş., İstanbul, 360s.

Esen, F., Avcı, V., 2018. Analysis of landslides according to geological and geomorphological factors in the Singeç Stream Basin (Tunceli), *71st Geological Congress of Turkey 71*, Türkiye Jeoloji Kurultayı, 23-27 Nisan/April 2018

Gao, G., Li, J., Feng, P., J Liu, J., Wang, Y., 2024. Impacts of climate and land-use change on flood events with different return periods in a mountainous watershed of North China. *Journal of Hydrology: Regional Studies,* 55- 1-15.

Gevrek, İ., İrvem, A., 2021. Estimation of flood using hydrograph analysis of creeks causing of floods in Antakya , *Mustafa Kemal University Journal of Agricultural Sciences,* 26 (3):533-542.

Girayhan, T., F., 2015. Nicel taşkın risk değerlendirmesinde hasar modellemesi ve metodolojinin geliştirilmesi, *Uzmanlık Tezi,* Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Ankara, 174s.

Görür, A. E., Karadeniz, C., 2018. Evaluation of morphometric parameters for watershed hydrology *Turkish Journal of Forestry,* 19(4): 447-454.

Hakan, K., 2007. Mekân organizasyonu ve planlama bağlamında sel riskinin irdelenmesi, *TMMOB Afet Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, s.337-347.

IPCC, 2007. Climate Change 2007 Synthesis Report, *Published by the intergovernmental panel on climate change,* Intergovernmental Panel on Climate Change.

IPCC, 2021. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

İRAP, 2021. İl Afet Risk Azlatma Planı, T.C. Tunceli Valiliği İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü, 236s.

Jaman, T., Bhaskar, S., Swain, S. K., Biswakarma, P., Gogoi, R. B., Nongkynrih, J. M., Sarma, K. K. Aggarwal, S. P., 2025. Comprehensive geospatial approaches to delineate near real-time (NRT) flood inundation and damage assessment of Tripura, India, *International Journal of Disaster Risk Reduction,* Volume 124, 1-23.

Karaman, S., Gökalp, Z., 2010. Impacts of Global Warming and Climate Change Over Water Resources, *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 3 (1): 59-66.

DSİ, 2007. DSİ genel müdürlüğü faaliyet raporu, Ankara, 351s.

Kumanlıoğlu, A. A., Ersoy, S., A., 2018. Determination of Flood Currents in Basins without Current Monitoring: Kızıldere Basin, *Dokuz Eylul University-Faculty of Engineering Journal of Science and Engineering,* 20, 60, 890-904

Liang, Y. , Liao, W., Zhang, Z., Li, H., Wang, H., 2024. Using a multiphysics coupling-oriented flood modelling approach to assess urban flooding under various regulation scenarios combined with rainstorms and tidal effects. *Journal of Hydrology,* 645 (2024) 132189, 1-18.

Macedo, M. B. D., Fava, M. C., Silva, L, B, L, D., Alencar, M. H., 2025. Integrating nature-based solutions into urban flood risk and resilience analysis: A bowtie and sendai framework approach, *Environmental Science & Policy,* Volume 172, 1-18.

Martín-Raya, N., Díaz-Pacheco, J., Antequera, P. D., Lopez-Díez, A., 2024. Identifying urban prone areas to flash floods: The case of Santa Cruz de Tenerife. *Progress in Disaster Science*, Volume 24, December 2024, 100372

Özcan, O., Musaoğlu, N., Şeker, D. Z., 2009. Taşkın alanlarının CBS ve uzaktan algılama yardımıyla belirlenmesi ve risk yönetimi; Sakarya Havzası örneği, *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 12. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı 11-15 Mayıs 2009*, Ankara

Rustam Oghly, A, ve Güngör, M., 2025. Determination of flood inundation of Serinhisar district center of Denizli province with HEC-RAS software and geographic information systems, *Pamukkale University Journal of Engineering Sciences,* 1-11.

Sanchez-García, C.´ Schulte, L., 2023. Historical floods in the southeastern Iberian Peninsula since the 16th century: Trends and regional analysis of extreme flood events. *Global and Planetary Change,* Volume 231, 1-19.

Sönmez, O., Hırca, T., Demir, F., 2017. Akım ölçümü olmayan nehirlerde Farklı yağış akış modelleri ile tekerrürlü taşkın debisi hesabı: Mudurnu Çayı örneği, *5th International Symposium on Innovative Technologies in Engineering and Science 29-30 September 2017 (ISITES2017 Baku - Azerbaijan)*, 1091-1100.

Sönmez, O., Öztürk, M., Doğan, E., 2012. Estimation of flood discharge in Istanbul rivers, *SAÜ. Fen Bilimleri Dergisi,* 16. Cilt, 2. Sayı, s. 130-135.

Şen, K., Sezgin, K., 2020. Ottoman Period Historical Artifacts in The Tunceli-Hozat Town Center. NEÜ press, 18, 35, p 117-143.

Taş, E., Y İçağa, Y., , Zorluer, İ., 2016. Constitution of Flood Inundation Maps and Flood Damage Analysis: A Case Study of Akarcay Afyon Subbasin. *AKU J. Sci. Eng.,* 16, 035602, 711-721.

Taşkın Yönetimi, 2017. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, Ankara.

Thaler, T., Kaufmann, M., 2024. Implementing catchment-wide flood risk management plans: futures and justice conflicts, *Futures,* Volume 164, 1-10.

Uçar, İ., 2010. Trabzon Değirmendere Havzası'nda coğrafi bilgi sistemleri. *Master's Thesis,* Gazi University, Ankara, 158.

UNDRR, 2023. Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction (GAR 2023). United Nations Office for Disaster Risk Reduction, Geneva.

URL-1, 2025. https://politeknik.org.tr/her-yagis-neden-taskina-donusuyor-neden-onlenemiyor-politeknik/

URL-2, 2025, https://www.ipcc.ch/sr15/

URL-3, 2025. https://environment.ec.europa.eu/topics/water_en

URL-4, 20025. https://www.worldbank.org/en/topic/disasterriskmanagement

URL-6, 2025. http://cografyaharita.com/haritalarim/4l_tunceli_ili_haritasi.png

Yavuz, Y. E., 2025. Flood Control of the Central Stream in Hozat District, Tunceli Province, *Master's Thesis*, Munzur University, Tunceli, 42.

Zhu, W., Cao, Z., Kawaike, K., Luo, P., Yamanoi, K., Koshiba, T., 2024. A novel urban flood risk assessment framework based on refined numerical simulation technology, *Journal of Hydrology,* 645 (2024) 132152, 1-15.

ÇEKME KARAVANLAR İÇİN RÜZGÂR–GÜNEŞ HİBRİT ENERJİ SİSTEMİNİN ENERJİ TEMELLİ BOYUTLANDIRILMASI VE DENEYSEL İNCELENMESİ

Dr. Öğr. Üyesi, Mustafa AYDIN[1], Umut Can ERSOY[2]

[1]Pamukkale Üniversitesi Teknoloji Fakültesi, Otomotiv Mühendisliği Bölümü, mustafa_aydin@pau.edu.tr, 0000-0002-6187-6722

[2] Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Otomotiv Mühendisliği ABD, umutcanersoy47@gmail.com, 0000-0003-0606-2213

Özet

Çekme karavanlarda elektrik enerjisi gereksiniminin şebekeden bağımsız olarak karşılanması, yenilenebilir enerji kaynaklarının değişken üretim karakteristikleri nedeniyle önemli bir tasarım problemidir. Bu çalışmada, çekme karavan uygulamaları için rüzgâr–güneş hibrit enerji sisteminin enerji temelli boyutlandırılması ve deneysel çalışma davranışı incelenmiştir. İlk olarak elektrikli yüklerin günlük kullanım süreleri dikkate alınarak yük profili oluşturulmuş ve temel günlük enerji gereksinimi 864 Wh/gün olarak belirlenmiştir. AC yüklerde invertör verimi, %20 tasarım güvenlik payı, şarj kontrol cihazı verimi ve kablolama kayıpları dikkate alındığında üretim tarafındaki tasarım enerji gereksinimi yaklaşık 1,23 kWh/gün olarak hesaplanmıştır. Belirlenen tasarım kabulleri altında minimum fotovoltaik güç gereksinimi yaklaşık 196 W, rüzgâr kaynağı için gerekli ortalama eşdeğer güç 163 W ve minimum akü kapasitesi 194 Ah olarak belirlenmiştir. Kurulan deneysel sistemde fotovoltaik, rüzgâr ve hibrit şarj senaryoları ile farklı yük koşulları incelenmiştir. Fotovoltaik testte ortalama şarj akımı yaklaşık 0,26 A olarak ölçülürken, rüzgâr türbininin 335,636, 419,545 ve 503,454 rpm rotor hızlarında gerçekleştirilen testleri arasında en yüksek ortalama şarj akımı 419,545 rpm'de 4,37 A olarak elde edilmiştir. Hibrit çalışma deneyinde fotovoltaik ve rüzgâr kaynaklarının aynı akü sistemi üzerinde eş zamanlı olarak çalışabildiği deneysel olarak gösterilmiştir. Bununla birlikte, farklı başlangıç koşulları nedeniyle hibrit ve tekil kaynak testleri arasında doğrudan enerji verimliliği karşılaştırması yapılmamıştır. Elde edilen sonuçlar, çekme karavan ölçeğindeki hibrit enerji sistemlerinin günlük enerji talebi, sistem kayıpları, depolama kapasitesi ve kaynak çalışma koşullarının birlikte değerlendirilmesiyle sistematik olarak boyutlandırılabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Hibrit enerji sistemleri, çekme karavan, fotovoltaik enerji, rüzgâr enerjisi, enerji temelli tasarım, enerji depolama, enerji yönetimi.

ENERGY-BASED SIZING AND EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF A WIND-SOLAR HYBRID ENERGY SYSTEM FOR TOWABLE CARAVANS

Asst. Prof. Dr. Mustafa AYDIN[1], Umut Can ERSOY[2]

[1]Pamukkale University, Faculty of Technology, Automotive Engineering Department, mustafa_aydin@pau.edu.tr, 0000-0002-6187-6722

[2]Pamukkale University, The Graduate School of Natural and Applied Sciences, Automotive Engineering Department, umutcanersoy47@gmail.com, 0000-0003-0606-2213

Abstract

Meeting the electrical energy demand of towable caravans in off-grid conditions represents an important design challenge due to the intermittent nature of renewable energy sources. In this study, an energy-based sizing approach and the experimental operating behavior of a wind–solar hybrid energy system for towable caravan applications were investigated. First, a daily load profile was established by considering the operating durations of the electrical loads, and the basic daily energy demand was determined as 864 Wh/day. When inverter efficiency for AC loads, a 20% design safety margin, charge-controller efficiency, and cabling losses were considered, the required generation-side design energy was calculated to be approximately 1.23 kWh/day. Under the adopted design assumptions, the minimum photovoltaic power requirement was approximately 196 W, the required average equivalent wind power was 163 W, and the minimum battery capacity was 194 Ah. Photovoltaic, wind, and hybrid charging scenarios, together with different load conditions, were experimentally investigated using the developed prototype. During the photovoltaic test, an average charging current of approximately 0.26 A was measured. Among the wind-turbine tests conducted at rotor speeds of 335.636, 419.545, and 503.454 rpm, the highest average charging current of 4.37 A was obtained at 419.545 rpm. The hybrid experiment demonstrated that the photovoltaic and wind sources could operate simultaneously on the same battery system. However, because the individual and hybrid tests were conducted under different initial conditions, no direct comparison of energy efficiency between these operating modes was made. The results indicate that small-scale hybrid energy systems for towable caravans can be systematically sized by jointly considering daily energy demand, system losses, storage capacity, and source operating conditions.

Keywords: Hybrid energy system, towable caravan, photovoltaic energy, wind energy, energy-based design, energy storage, energy management.

GİRİŞ

Yenilenebilir enerji kaynaklarının taşınabilir ve şebekeden bağımsız uygulamalarda kullanımı, enerji gereksiniminin yerinde karşılanması ve fosil yakıtlara bağımlılığın azaltılması açısından giderek önem kazanmaktadır. Çekme karavanlar gibi mobil yaşam alanlarında elektrik enerjisi; aydınlatma, soğutma, haberleşme, su temini ve ısıtma gibi temel gereksinimlerin karşılanmasında kullanılmaktadır. Bu yüklerin kullanım sürelerinin ve enerji taleplerinin değişken olması, enerji üretim ve depolama sistemlerinin uygun şekilde boyutlandırılmasını gerekli kılmaktadır.

Karavan uygulamalarında fotovoltaik (FV) sistemler, basit yapıları ve mobil sistemlere kolay entegrasyonları nedeniyle yaygın olarak kullanılmaktadır. Bununla birlikte, güneş enerjisi üretiminin gün içi ve mevsimsel değişkenliği, yalnızca FV kaynağına dayalı sistemlerde enerji sürekliliğini sınırlayabilmektedir. Bu nedenle farklı üretim karakteristiklerine sahip yenilenebilir kaynakların birlikte kullanılması, küçük ölçekli ve şebekeden bağımsız sistemler açısından önemli bir seçenek oluşturmaktadır. Rüzgâr ve güneş kaynaklarının birlikte kullanıldığı hibrit sistemler, tek bir kaynağa bağımlılığın azaltılmasına ve üretim süreksizliğinin etkilerinin sınırlandırılmasına katkı sağlayabilmektedir.

Hibrit enerji sistemlerinde üretim kaynaklarının yanı sıra enerji depolama birimlerinin uygun şekilde boyutlandırılması da sistem güvenilirliği açısından önem taşımaktadır. Depolama birimleri, üretim fazlası enerjinin daha sonra kullanılmak üzere saklanmasına ve yenilenebilir üretimin yetersiz olduğu dönemlerde yüklerin beslenmesine olanak sağlamaktadır (Duan ve ark., 2006; Xiao ve ark., 2024). Bu nedenle hibrit sistemlerin tasarımında günlük enerji talebi, kaynakların üretim karakteristikleri, depolama kapasitesi ve enerji dönüşüm kayıpları birlikte değerlendirilmelidir. Şebeke bağlantılı sistemlerde ise bu unsurlara ek olarak ihtiyaç fazlası enerjinin şebekeye aktarılması ve üretim–tüketim–depolama arasındaki güç akışının yönetilmesi de önem kazanmaktadır (Arıcı & Iskender, 2020; Öztürk & Demirci, 2023).

Literatürde rüzgâr–güneş hibrit enerji sistemlerine yönelik çalışmaların önemli bir bölümü konut, sabit şebekeden bağımsız sistemler veya şebeke ölçeğindeki uygulamalarda optimizasyon, ekonomik analiz ve enerji yönetimi konularına odaklanmaktadır. Karavan ve benzeri küçük ölçekli mobil uygulamalarda ise enerji temelli sistematik boyutlandırma ve deneysel doğrulama çalışmalarının daha sınırlı olduğu görülmektedir. Özellikle günlük yük talebinin Wh/gün cinsinden modellenmesi, enerji dönüşüm kayıplarının tasarım sürecine dahil edilmesi ve farklı kaynak çalışma koşullarının gerçek bir prototip üzerinde incelenmesi açısından uygulamaya yönelik çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır.

Bu çalışmada, çekme karavan uygulamaları için rüzgâr–güneş hibrit enerji sisteminin enerji temelli boyutlandırılması ve deneysel çalışma davranışı incelenmiştir. Elektriksel yükler AC ve DC olarak ayrılarak günlük enerji gereksinimi belirlenmiş; invertör, şarj kontrol cihazı ve kablolama kayıpları ile tasarım güvenlik payı dikkate alınarak fotovoltaik panel, rüzgâr türbini, akü grubu ve invertör boyutlandırılmıştır. Kurulan prototip üzerinde fotovoltaik, farklı rüzgâr türbini rotor hızları ve hibrit çalışma senaryoları ile farklı elektriksel yük koşulları deneysel olarak değerlendirilmiştir. Böylece enerji temelli boyutlandırma yaklaşımı ile deneysel sistem davranışı aynı çalışma kapsamında ele alınarak çekme karavan ve benzeri küçük ölçekli şebekeden bağımsız mobil uygulamalar için uygulanabilir bir mühendislik yaklaşımı sunulmuştur.

1. LİTERATÜR TARAMASI

Rüzgâr–güneş hibrit enerji sistemlerine yönelik çalışmalar; kaynakların birlikte kullanımı, sistem boyutlandırması, enerji depolama, ekonomik optimizasyon ve enerji yönetimi üzerinde yoğunlaşmaktadır. Yang ve ark. (2008), bağımsız güneş–rüzgâr sistemlerinin boyutlandırılmasında kaynak özellikleri ile depolama kapasitesinin birlikte değerlendirilmesi gerektiğini göstermiştir. Benzer şekilde, farklı yenilenebilir enerji kaynaklarının birlikte kullanılmasının tekil kaynakların süreksiz üretim karakteristiklerinin etkilerini azaltabileceği bildirilmektedir (Xiao ve ark., 2024).

Hibrit sistemlerin tasarımında yalnızca nominal kurulu güçlerin dikkate alınması yeterli değildir. Küçük rüzgâr türbinlerinde gerçek üretim; rüzgâr hızı, rotor alanı, güç katsayısı ve elektriksel dönüşüm kayıplarına bağlıdır (Ackermann, 2005). Bu nedenle küçük rüzgâr türbinlerinin değerlendirilmesinde uygun ölçüm yöntemleri ve ilgili standartların dikkate alınması gerekmektedir (International Electrotechnical Commission [IEC], 2013). Benzer biçimde, şebekeden bağımsız sistemlerde akü kapasitesinin belirlenmesinde günlük enerji talebi, izin verilen deşarj derinliği ve otonomi süresi; fotovoltaik sistemlerde ise güneş ışınımı, tepe güneş saati ve sistem kayıpları temel tasarım parametreleri arasında yer almaktadır (Duffie & Beckman, 1980).

Literatürdeki birçok çalışma daha büyük ölçekli veya sabit sistemlere odaklanmaktadır. Amer ve ark. (2013), rüzgâr–güneş–batarya içeren hibrit sistemlerin parçacık sürü optimizasyonu kullanılarak ekonomik açıdan boyutlandırılmasını incelemiştir. Elhadidy ve Shaahid (2004) ise güneş–rüzgâr–dizel–batarya sistemlerini enerji arzı ve emisyonlar açısından değerlendirmiştir. Şebekeden bağımsız sistemlere yönelik çalışmalarda sayısal modelleme ve simülasyon yöntemlerinin yaygın olduğu; Chauhan ve Saini (2014) tarafından da hibrit sistem yapılandırmaları, depolama seçenekleri ve HOMER gibi araçlara dayalı boyutlandırma yöntemlerinin kapsamlı biçimde ele alındığı görülmektedir. Altun (2021) ise batarya ve hidrojen depolamalı hibrit sistemlerin dinamik modellenmesi ile enerji, ekserji ve maliyet analizlerini incelemiştir.

Buna karşılık, karavan ve benzeri küçük ölçekli mobil uygulamalara yönelik deneysel çalışmalar daha sınırlıdır. Bu uygulamalarda fotovoltaik sistemler çoğunlukla temel enerji kaynağı olarak ele alınmakta, rüzgâr enerjisi ise destekleyici bir kaynak olarak değerlendirilmektedir. Mevcut çalışmalarda günlük enerji talebinin Wh/gün cinsinden açık biçimde modellenmesi, sistem kayıplarının boyutlandırmaya dahil edilmesi ve rüzgâr ile güneş kaynaklarının ayrı ve birlikte çalıştığı koşulların aynı deneysel sistem üzerinde incelenmesi sınırlı kalmaktadır (Ali ve ark., 2018; Khan & Iqbal, 2009; Khan & Mathew, 2017).

Bu nedenle bu çalışmada, çekme karavan ölçeğinde rüzgâr–güneş hibrit sistem tasarımı günlük enerji gereksinimi temelinde ele alınmış ve farklı kaynak çalışma senaryoları deneysel olarak değerlendirilmiştir. Böylece enerji temelli boyutlandırma yaklaşımı ile gerçek prototip davranışı aynı çalışma kapsamında incelenmiştir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Enerji Talebi ve Yük Profili Modeli

Çekme karavanın günlük elektriksel yük profili Tablo 1'de verilen cihazların güçleri ve kullanım süreleri esas alınarak oluşturulmuştur. Mini buzdolabının üretici tarafından bildirilen yıllık enerji tüketimi 133,04 kWh/yıl olup yaklaşık 365 Wh/gün'e karşılık gelmektedir. Ortam sıcaklığı ve kompresör çalışma süresindeki değişimler dikkate alınarak muhafazakâr tasarım amacıyla buzdolabının günlük enerji tüketimi 400 Wh/gün olarak kabul edilmiştir.

Tablo 1. Karavanda kullanılan cihazların yük değerleri.

Cihaz	Adet	Güç(W)	Kullanım süresi	Günlük Enerji (Wh/Gün)
Mini buzdolabı	1	90	Termostatik/aralıklı çalışma (24 h bağlı)	400
Dizel ısıtıcı	1	30	2 saat	60
Laptop	1	60	2 saat	120
Aydınlatma	4	3	6 saat	72
Usb bağl.	2	5	2 saat	20
Hidrofor	1	96	2 saat	192

Verilen yükler için toplam günlük elektrik enerjisi talebi Eşitlik (1) kullanılarak 864 Wh/gün olarak hesaplanmıştır.

$$E_i = P_i * t_i \quad (1)$$

Burada E_i, ilgili cihazın günlük enerji tüketimini (Wh/gün), P_i cihazın elektriksel gücünü (W) ve t_i günlük çalışma süresini (h/gün) ifade etmektedir.

Sistemde mini buzdolabı ve dizüstü bilgisayar 220 V AC ile çalıştığından invertör üzerinden, diğer yükler ise doğrudan 12 V DC hat üzerinden beslenmektedir. Bu nedenle sistem kayıplarının hesaplanmasında AC ve DC yükler ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

DC yüklerin günlük enerji ihtiyacı: $E_{DC} = 60 + 72 + 20 + 192 = 344$ Wh/gün,

AC yüklerin günlük enerji ihtiyacı ise: $E_{AC} = 400 + 120 = 520$ Wh/gün, olarak hesaplanmıştır.

İnvertör verimi η_{inv} =0,90 katalog değeri hesaba dahil edildiğinde, AC yüklerin akü tarafındaki eşdeğer enerji gereksinimi: $E_{AC,akü} = \frac{520}{0,90} = 578$ Wh/gün olarak hesaplanmıştır. Buna göre akü tarafından karşılanması gereken temel günlük enerji:

$E_{günlük} = E_{DC} + E_{AC,akü}$ =344+578=922 Wh/gün olarak bulunmuştur.

Gerçek kullanım koşullarında yük profilindeki değişimler, ölçüm belirsizlikleri ve sistem bileşenlerinde zaman içerisinde meydana gelebilecek performans değişimleri dikkate alınarak hesaplanan günlük enerji talebine %20 tasarım güvenlik payı uygulanarak;

$E_{günlük}$ = 1,20*922=1106 Wh/gün elde edilmiştir.

Şarj kontrol cihazı verimi, η_{sc} = %95 ve kablolama/bağlantı verimleri, η_k: %95 olarak kabul edildiğinde yenilenebilir enerji kaynaklarının üretim tarafında sağlaması gereken günlük enerji Eşitlik (2) kullanılarak hesaplanmıştır.

$$E_d = \frac{E_{günlük}}{\eta_{sc} * \eta_k} = \frac{1106}{0,95 \times 0,95} = 1226 \text{ Wh/gün} \quad (2)$$

2.2. Fotovoltaik Sistem Boyutlandırması

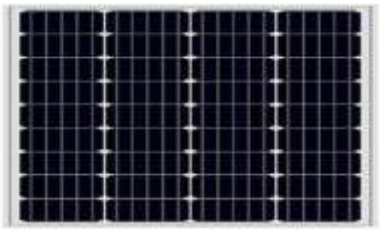
Hibrit sistemde günlük düzeltilmiş enerji ihtiyacının yaklaşık %60'ının FV sistem tarafından karşılanması hedeflenmiştir. Kış koşulları, yüksek modül sıcaklığı, ışınım değişimleri, kirlenme ve diğer sistem kayıplarının FV enerji üretimine etkisini temsil etmek amacıyla FV sistem performans katsayısı PR_{FV}=0,75 kabul edilmiştir. Günlük eşdeğer tepe güneşlenme süresi H_{PSH}=5 h/gün olarak alınmıştır. Buna göre FV sistemden beklenen günlük enerji:

$E_{FV} = 0,60 * E_d = 0,60 * 1226 = 736$ Wh/gün elde edilmektedir.

Gerekli fotovoltaik panel gücü Eşitlik (3) ile hesaplanmıştır:

$$P_{FV} \geq \frac{E_{FV}}{H_{PSH} * PR_{FV}} = \frac{736}{5*0,75} = 196\ W \quad (3)$$

Güneş paneli gücü için hesaplanan teorik minimum değer yaklaşık 196 W olup, deneysel çalışmada hesaplanan minimum kurulu güç gereksinimini karşılayan 205 W monokristal fotovoltaik panel kullanılmıştır. Şekil 1'de sistemde kullanılan güneş paneli görülmektedir.



Şekil 7. 205 W monokristal güneş paneli.

2.3. Rüzgâr Türbini Boyutlandırması

Hibrit tasarımda FV sistemin günlük düzeltilmiş enerji ihtiyacının %60'ını karşılaması hedeflendiğinden, kalan yaklaşık %40'lık bölümün rüzgâr kaynağı tarafından desteklenmesi öngörülmüştür. Gerekli günlük rüzgâr enerjisi:

$E_R = E_d - E_{FV} = 1226 - 736 = 490$ Wh/gün olarak hesaplanmıştır.

Rüzgâr türbinlerinde de alternatör verimi, sürtünme kayıpları ve değişken rüzgâr hızı dikkate alındığında türbin sistemi verimlilik katsayısı 0,75 ve ortalama etkin rüzgâr süresi 4 saat/gün kabul edildiğinde gerekli ortalama elektriksel güç Eşitlik (4) kullanılarak hesaplanmıştır.

$$P_{R,avg} \geq \frac{E_R}{t_R * \eta_R} = \frac{490}{4*0,75} = 163\ W \qquad (4)$$

Hesaplanan 163 W değeri, belirtilen tasarım kabulleri altında günlük rüzgâr enerjisi hedefinin karşılanması için gerekli ortalama eşdeğer elektriksel gücü ifade etmektedir. Gerçek enerji üretimi rüzgâr hızı, türbin güç eğrisi ve sistem kayıplarına bağlı olduğundan bu değer türbinin nominal gücüyle doğrudan eşdeğer değildir. Deneysel prototipte Şekil 2'de görülen, hesaplanan güç gereksiniminin üzerinde kurulu kapasite sağlayan 500 W nominal güce sahip küçük ölçekli bir rüzgâr türbini kullanılmıştır.

Şekil 8. 500 W rüzgâr türbini ve 650 W şarj kontrol cihazı.

2.4. İnvertör ve Akü boyutlandırması

Akü kapasitesi, yük tarafında karşılanması gereken günlük enerji ihtiyacı, hedeflenen otonomi süresi, sistem gerilimi ve izin verilen deşarj derinliği dikkate alınarak belirlenmiştir. Şarj kontrol cihazı kayıpları üretim tarafında gerçekleştiğinden akü kapasitesinin hesaplanmasında bu kayıp tekrar dikkate alınmamıştır. Kablolama/bağlantı kayıpları dikkate alındığında akü tarafındaki tasarım enerji gereksinimi yaklaşık $E_{akü}$ = 1164 Wh/gün olarak belirlenmiştir. Akü kapasitesi Eşitlik (5) kullanılarak hesaplanmıştır.

$$C_{akü} = \frac{E_{akü} * N_{gün}}{V_{akü} * DoD} \qquad (5)$$

Burada $N_{gün}$=1 gün, $V_{akü}$=12 V ve maksimum deşarj derinliği DoD=0,50 kabul edilmiştir. Buna göre;
$C_{akü} = \frac{1164*1}{12*0,5} = 194\ Ah$ elde edilmektedir.

Dolayısıyla teorik akü gereksinimi yaklaşık 194 Ah'dir. Deneysel prototipte teorik ihtiyacın yaklaşık %8,2 üzerinde kapasite sağlayan akü kullanılmıştır. Sistemde kullanılan iki adet 12 V, 105 Ah jel akünün paralel bağlantısı ile, $C_{akü}$=2*105=210 Ah olmaktadır.

İnvertör seçimi günlük enerji tüketiminden değil, AC yüklerin aynı anda talep edebileceği sürekli ve anlık güç değerlerinden hareketle yapılmalıdır. Kompresörlü mini buzdolabında ilk kalkış sırasında sürekli çalışma gücünün üzerinde kısa süreli bir güç talebi meydana gelebilmektedir. Bu nedenle invertör seçiminde buzdolabının gerçek etiket/ölçüm çalışma gücü ile kalkış gücünün ve dizüstü bilgisayar adaptörünün nominal giriş gücünün birlikte değerlendirilmesi gerekir. Kurulan sistemde mini buzdolabı ve dizüstü bilgisayarın eş zamanlı çalışması durumunda sürekli AC yük gereksinimi 90+60=150 W olarak belirlenmiştir. İnvertör verimi %90 kabul edilerek, mevcut tasarımda güvenli çalışma, kalkış akımının karşılanması ve ileride oluşabilecek ek AC yükler için güç rezervi sağlanması amacıyla 1 kW tam sinüs invertör kullanılmıştır.

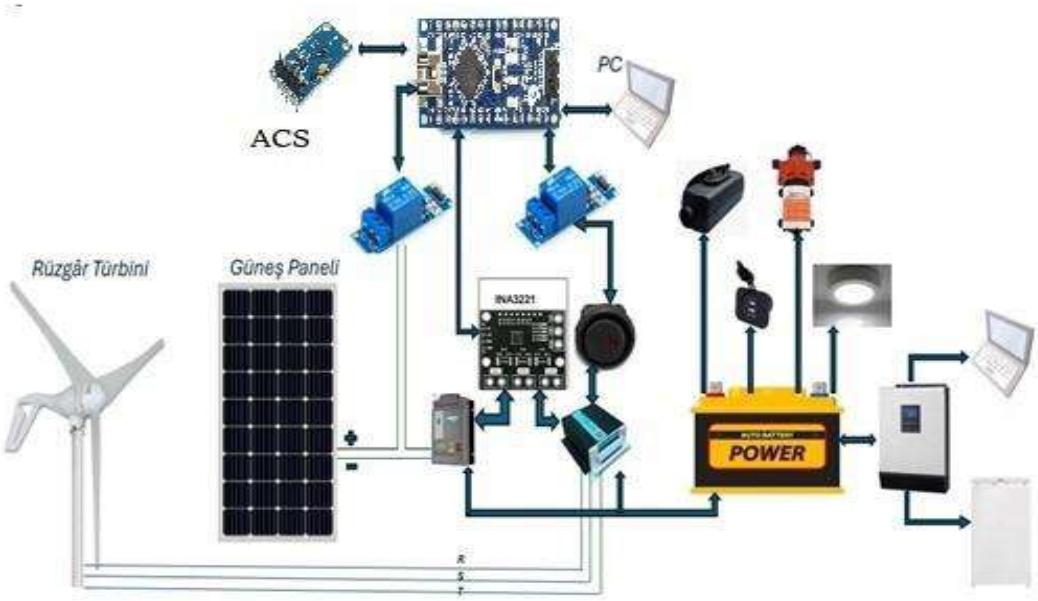
2.5. Deşarj Senaryoları

Hibrit enerji sisteminin farklı yük koşullarındaki davranışını incelemek amacıyla akü grubu üzerinde farklı cihaz kombinasyonlarını içeren deşarj testleri gerçekleştirilmiştir. Testlerde karavanda kullanılması öngörülen USB şarj yükleri, dizüstü bilgisayar, aydınlatma, mini buzdolabı, hidrofor ve dizel ısıtıcı farklı kombinasyonlarda devreye alınmıştır. Her bir yük senaryosunda akü gerilimi ve aküden çekilen akım izlenmiş, böylece artan elektriksel yükün akü sistemi üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. Mini buzdolabının kompresörlü yapısı nedeniyle ilk çalıştırma anındaki geçici yük davranışı da deneysel gözlemler kapsamında dikkate alınmıştır. Deneylerde kullanılan yük kombinasyonları Bulgular ve Tartışma bölümünde ayrı ayrı tanımlanmış ve akü gerilimi ile akım değişimleri karşılaştırılmıştır.

2.6. Deneysel Düzeneğin Kurulumu ve Ölçüm Yöntemi

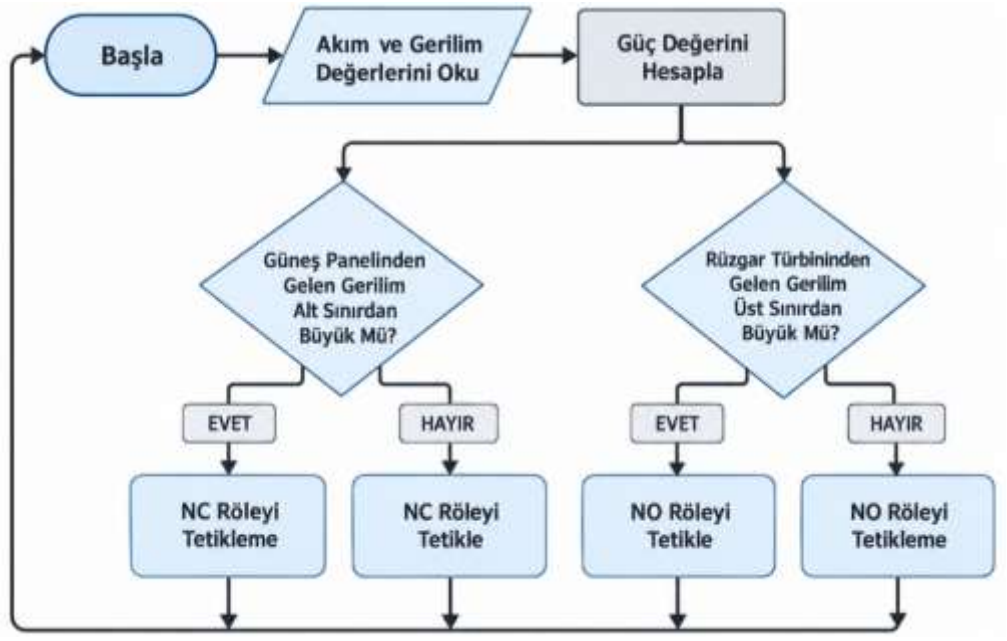
Deneysel hibrit enerji sistemi; iki adet jel aküden oluşan akü grubu, 205 W FV panel, 500 W rüzgâr türbini, rüzgâr ve MPPT şarj kontrol cihazları, 1 kW tam sinüs invertör ve Arduino Nano tabanlı kontrol ünitesinden oluşturulmuştur. Sistem; FV, rüzgâr ve hibrit çalışma koşullarında test edilmiş, deneyler sırasında akü gerilimi, kaynak şarj akımları ve rüzgâr türbini rotor devri kaydedilmiştir.

Kaynak gerilim ve akımları INA3221 ölçüm modülüyle, ortam aydınlık düzeyi ise GY-30 dijital optik sensörle izlenmiştir. Arduino Nano tarafından değerlendirilen ölçümler doğrultusunda 5 V iki kanallı röle kartı üzerinden kaynak anahtarlaması gerçekleştirilmiştir. Rüzgâr şarj sistemi için alt ve üst akü gerilim sınırları sırasıyla 12,5 ve 14,4 V olarak belirlenmiş; üst sınırda şarj kontrol cihazının frenleme fonksiyonu devreye alınmıştır. FV anahtarlaması 12,5 V alt sınırına göre gerçekleştirilmiş ve ters akımı önlemek amacıyla şarj kontrol çıkışlarında 10 A diyotlar kullanılmıştır. INA3221 ölçümleri deneyler sırasında multimetre ve pens ampermetre ile karşılaştırılarak kontrol edilmiştir. Sistem bağlantısı Şekil 3'te, kontrol algoritması ise Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 9. Kontrol ünitesi ve sistemin genel şeması.

Hibrit enerji üretiminde enerji kaynaklarının etkin bir şekilde kullanılabilmesi ve devre elemanlarının aşırı gerilim ve akım etkilerinden korunabilmesi amacıyla Arduino Nano kart ile anahtarlama kontrolü sağlanmıştır. Anahtarlamayı sağlayan programın akış diyagramı Şekil 4'te görülmektedir.



Şekil 10. Programın akış diyagramı.

2.7. Test Düzeneği ve Deneysel Prosedür

Kurulan hibrit enerji sisteminin deneysel performansı fotovoltaik, rüzgâr ve hibrit çalışma koşullarında ayrı ayrı incelenmiştir. Rüzgâr türbini ve fotovoltaik sistem için kullanılan deneysel düzenekler Şekil 5'te gösterilmiştir. Rüzgâr türbininin farklı mekanik çalışma koşullarındaki şarj davranışını değerlendirmek amacıyla türbin mili, kayış-kasnak mekanizması üzerinden 250 W nominal güce ve 1420 rpm nominal devre sahip bir AC motor ile

tahrik edilmiştir. Güneş paneli ile yapılan testlerde ise güneşli ve açık bir gün için sistemin performans ölçümleri gerçekleştirilmiştir.

Şekil 11. Hibrit sistem performansı ölçümleri; a) Rüzgâr türbini, b) Güneş paneli.

AC motor miline bağlı 65 mm çapındaki kasnak ile türbin tarafındaki 110 mm çapındaki kasnak arasındaki aktarım oranı kullanılarak türbin rotorunun farklı devirlerde çalıştırılması sağlanmıştır. Kasnak çapları dikkate alındığında teorik türbin rotor devri Eşitlik (6) ile hesaplanmıştır.

$$n_R = n_M \frac{D_M}{D_R} = 1420 \frac{65}{110} = 839.1\ rpm \quad (6)$$

Burada n_M motor devrini, n_R türbin rotor devrini, D_M motor kasnağı çapını ve D_R türbin kasnağı çapını ifade etmektedir. Deneysel testlerde motorun farklı çalışma seviyeleri uygulanarak türbin yaklaşık 503.5 rpm, 419.5 rpm ve 335.6 rpm rotor hızlarında çalıştırılmıştır. Bu koşullar sırasıyla nominal aktarım devrinin yaklaşık %60, %50 ve %40'ına karşılık gelmektedir. Bu düzenek gerçek atmosferik rüzgâr akışını doğrudan temsil etmediğinden rotor devri değerleri rüzgâr hızına dönüştürülmemiştir. Sonuçlar yalnızca farklı mekanik rotor hızlarında türbin–şarj sisteminin karşılaştırmalı davranışını değerlendirmek amacıyla kullanılmıştır. Her test 30 dakika sürmüş ve gerilim ile akım değerleri 5 dakikalık aralıklarla kaydedilmiştir. FV testleri açık ve güneşli koşullarda gerçekleştirilmiş; hibrit deneyde FV panel ve rüzgâr türbini eş zamanlı olarak devreye alınmıştır.

3. BULGULAR

Sistem performansı; akü gerilimi, kaynaklardan aküye aktarılan şarj akımı, rüzgâr türbini rotor hızı ve farklı yük koşullarında aküden çekilen akım temel alınarak değerlendirilmiştir. Fotovoltaik, rüzgâr ve hibrit çalışma senaryolarında ölçülen gerilim ve akım davranışları karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

3.1. Günlük Enerji Talebinin Değerlendirilmesi

Oluşturulan yük profiline göre temel günlük elektrik enerjisi gereksinimi 864 Wh/gün olarak belirlenmiştir. AC/DC yük ayrımı ve invertör kaybı dikkate alındığında akü tarafındaki temel enerji gereksinimi yaklaşık 922 Wh/gün, %20 tasarım güvenlik payı sonrasında ise 1106 Wh/gün olarak hesaplanmıştır. Şarj kontrol cihazı ve kablolama kayıpları dahil edildiğinde yenilenebilir kaynakların üretim tarafında sağlaması gereken günlük tasarım enerjisi yaklaşık 1226 Wh/gün (1,23 kWh/gün) olarak elde edilmiştir.

Tasarım senaryosunda bu enerjinin %60'ının FV, %40'ının rüzgâr kaynağından karşılanması öngörülmüş; minimum FV kurulu gücü yaklaşık 196 W, gerekli ortalama rüzgâr gücü ise 163 W olarak hesaplanmıştır. Deneysel prototipte 205 W FV panel ve 500 W nominal rüzgâr türbini kullanılmıştır. Bir günlük otonomi, 12 V

sistem gerilimi ve %50 DoD için minimum akü kapasitesi yaklaşık 194 Ah olarak belirlenirken, prototipte 210 Ah nominal kapasite kullanılmıştır. Tasarım ve deneysel sistem değerleri Tablo 2'de özetlenmiştir.

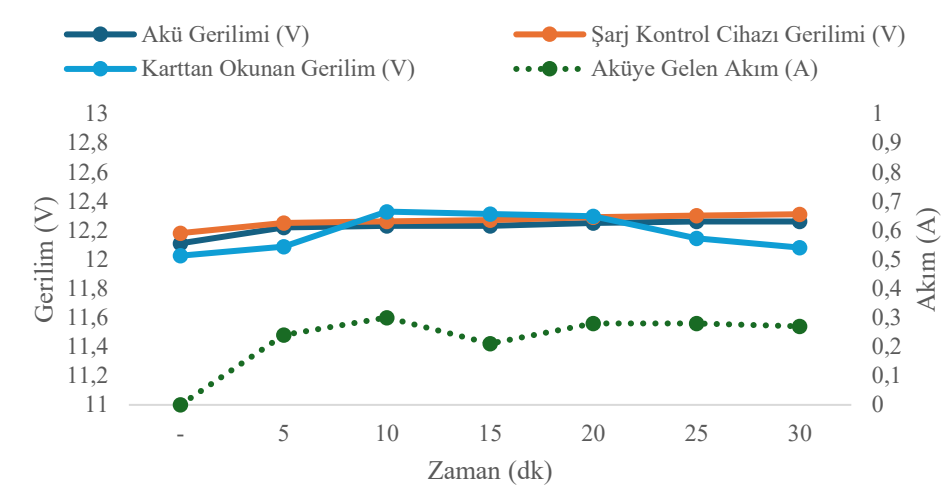
Cihazların yalnızca nominal güçleri yerine günlük çalışma sürelerinin dikkate alınması, yük profilinin Wh/gün temelinde oluşturulmasını sağlamıştır. Bu yaklaşım, karavan uygulamalarında sistem bileşenlerinin anlık güç değerlerinden ziyade günlük enerji gereksinimi esas alınarak boyutlandırılmasına olanak sağlamaktadır. Bu çalışmada incelenen literatür kapsamında, küçük ölçekli hibrit sistem çalışmalarının önemli bir bölümünde güç temelli yaklaşımların öne çıktığı, günlük enerji talebinin ise her zaman açık biçimde modellenmediği görülmektedir. Bu çalışmada benimsenen enerji temelli yaklaşım, sistem bileşenlerinin günlük kullanım gereksinimlerine göre boyutlandırılmasına olanak sağlamaktadır. Tablo 2, sistemde kullanılan FV panel ve akü grubunun teorik boyutlandırma sonuçlarına yakın olduğunu göstermektedir. Rüzgâr türbininde ise hesaplanan 163 W değeri gerekli ortalama üretim gücünü ifade ederken kullanılan 500 W değeri türbinin nominal gücüdür. İlave yükler için güç rezervi sağlanması ve ticari olarak yaygın bulunabilirlik dikkate alınarak 500 W nominal güce sahip türbin seçilmiştir.

Tablo 2. Teorik tasarım ve Deneysel sistem performansı

Parametre	**Teorik/tasarım değeri**	**Deneysel sistem**	**Değerlendirme**
Günlük enerji talebi	864 Wh/gün	864 Wh/gün	Yük profiline göre
AC yük enerjisi	520 Wh/gün	—	İnvertör üzerinden
DC yük enerjisi	344 Wh/gün	—	Doğrudan 12 V DC
Akü tarafı enerji	≈922 Wh/gün	—	İnvertör kaybı dahil
%20 güvenlik payı	≈1106 Wh/gün	—	Tasarım marjı
Üretim tarafı enerji gereksinimi	≈1226 Wh/gün	—	Kablo ve şarj kontrol kayıpları dahil
FV enerji hedefi	≈736 Wh/gün	—	Tasarım senaryosunun %60'ı
Minimum FV gücü	≈196 W	205 W	PR_{FV}=0,75, H_{PSH}=5 h/gün
Rüzgâr enerji hedefi	≈490 Wh/gün	—	Tasarım senaryosunun %40'ı
Gerekli ortalama rüzgâr gücü	≈163 W	500 W nominal	Güç rezervi ve ticari bulunabilirlik
Minimum akü kapasitesi	≈194 Ah, 12 V	2×105 Ah = 210 Ah	Yaklaşık %8 kapasite marjı
Sürekli AC yük	150 W	1 kW tam sinüs invertör	90 W buzdolabı + 60 W laptop

3.2. Fotovoltaik Sistem Performansı

Şekil 6'da güneş paneli üzerinden şarj edilen akü ile yapılan ölçümler görülmektedir. Fotovoltaik kaynağın tek başına çalıştırıldığı 30 dakikalık testte akü gerilimi 12,11 V'tan 12,26 V'a yükselmiş ve ortalama şarj akımı yaklaşık 0,26 A olarak ölçülmüştür. Bu sonuç, test koşullarında FV kaynağın akü şarjına katkı sağladığını göstermektedir. Bununla birlikte, akü terminal gerilimindeki değişim başlangıç doluluk oranı, sıcaklık ve akü kimyasından etkilendiğinden doğrudan depolanan enerji veya şarj durumu olarak değerlendirilmemelidir. Deneysel bulgular, literatürde fotovoltaik sistemlerin mobil uygulamalarda temel enerji kaynağı olarak kullanılmasına rağmen mevsimsel değişkenliklere karşı hassas olduğuna dair yapılan değerlendirmelerle uyumludur. Chauhan ve Saini (2014), benzer ölçekli otonom sistemlerde fotovoltaik kaynakların tek başına kullanılması durumunda enerji sürekliliğinin garanti edilemediğini vurgulamıştır.



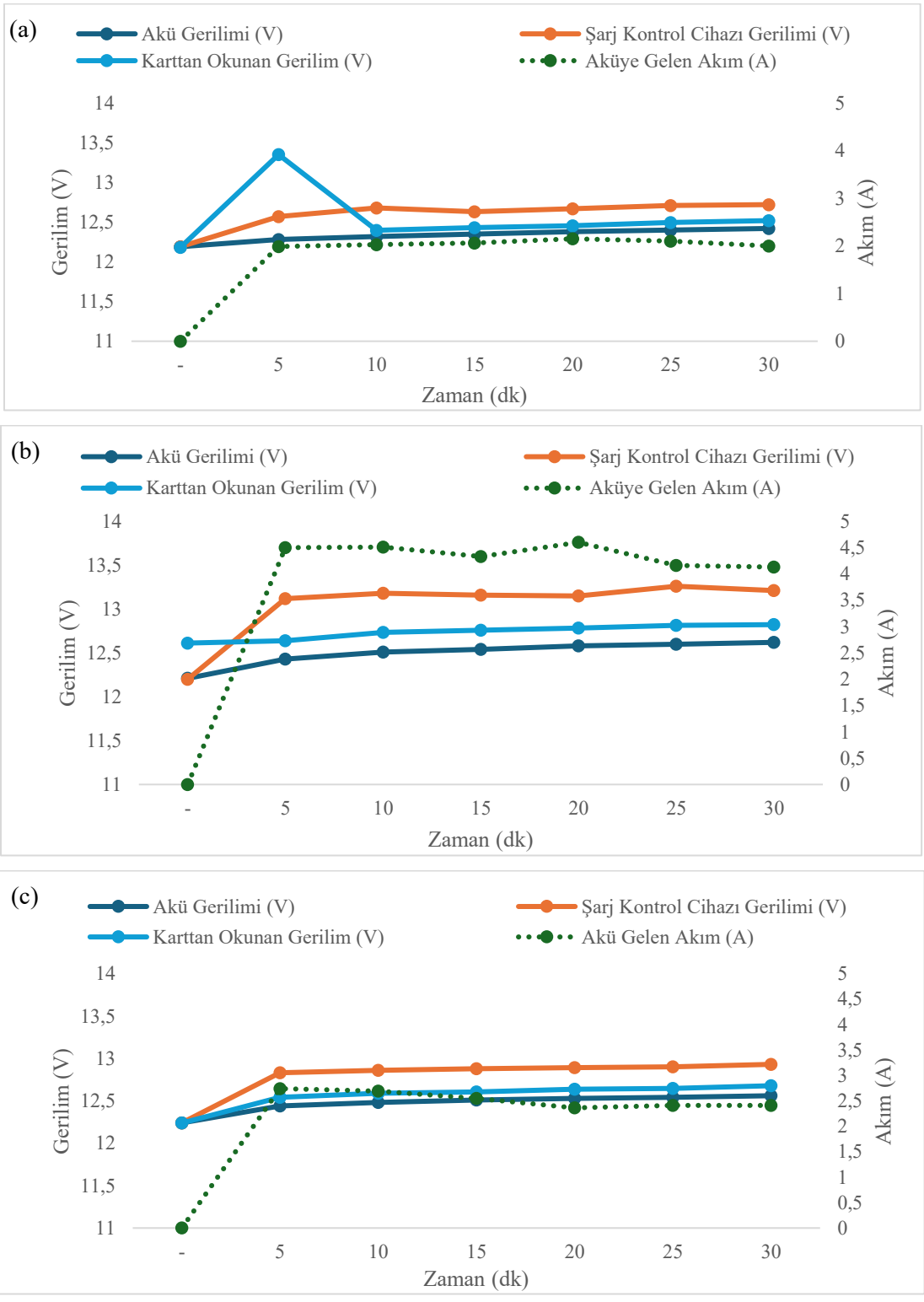
Şekil 12. Fotovoltaik şarj testinde gerilim ve akım değişimi.

3.3. Rüzgâr Türbini Performansı

Rüzgâr türbininin şarj davranışı 335,636, 419,545 ve 503,454 rpm rotor hızlarında incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar Tablo 3'te verilmiştir. Test edilen üç koşul arasında en yüksek ortalama şarj akımı ve akü gerilim artışı 419,545 rpm'de sırasıyla 4,37 A ve 0,41 V olarak elde edilmiştir. Bununla birlikte bu sonuç, söz konusu rotor hızının aerodinamik veya elektriksel optimum çalışma noktası olduğunu göstermemektedir. Optimum noktanın belirlenebilmesi için rotor torku, mekanik giriş gücü, gerçek rüzgâr hızı ve elektriksel çıkış gücünün eş zamanlı ölçülmesi gerekir. Bu nedenle sonuçlar yalnızca kullanılan motor–kasnak tahrik düzeneği ve türbin–şarj sistemi için karşılaştırmalı şarj davranışı olarak değerlendirilmiştir. Rüzgâr türbininin farklı rotor hızlarındaki şarj davranışı Şekil 7'de toplu olarak verilmiştir.

Tablo 3. Farklı rotor hızlarında alınan ölçümler

Rotor hızı (rpm)	**Başlangıç akü gerilimi (V)**	**Son akü gerilimi (V)**	**Gerilim artışı (V)**	**Ortalama şarj akımı (A)**
335,636	12,24	12,56	0,32	2,53
419,545	12,21	12,62	0,41	4,37
503,454	12,19	12,42	0,23	2,06



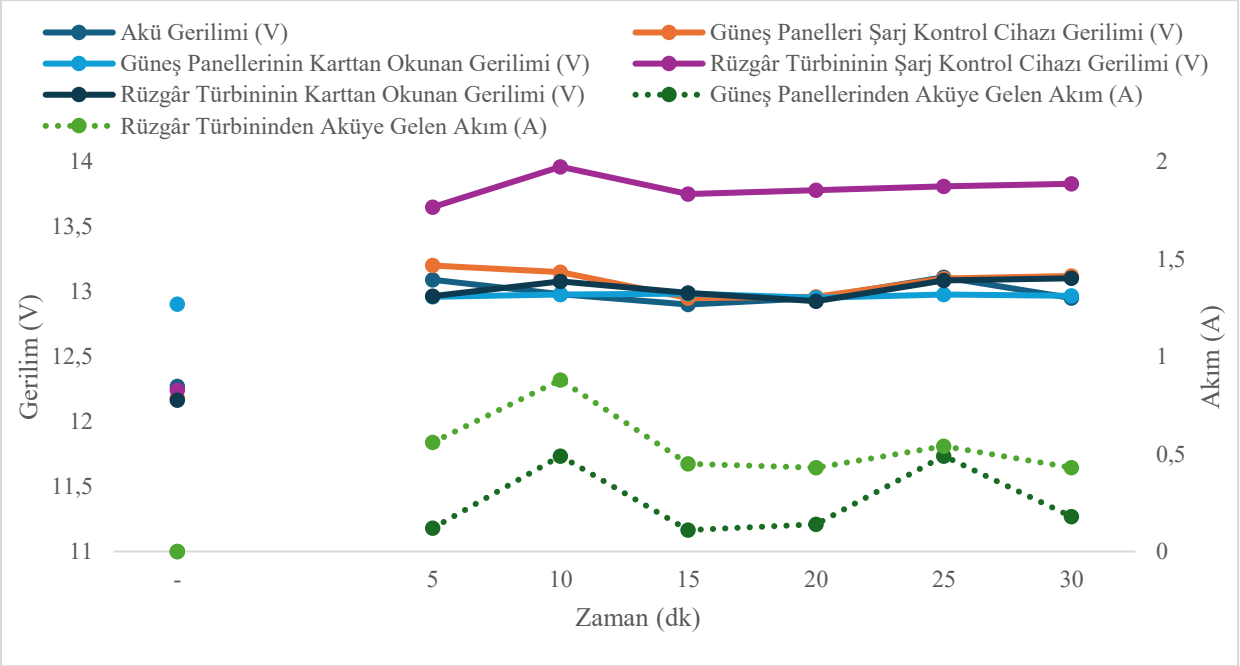
Şekil 13. Farklı rotor hızları rüzgâr türbini testlerinde akü gerilimi, şarj kontrol cihazı gerilimi, kontrol kartı gerilimi ve şarj akımının zamana bağlı değişimi: (a) 503,454 rpm, (b) 419,545 rpm ve (c) 335,636 rpm.

3.4. Hibrit Sistem Performansı

Fotovoltaik panel ve rüzgâr türbininin eş zamanlı olarak çalıştığı hibrit senaryoda, her iki yenilenebilir enerji kaynağının akü şarjına birlikte katkısı incelenmiştir. Hibrit test sırasında rüzgâr türbini, tekil rüzgâr deneylerinde en yüksek ortalama şarj akımının gözlendiği 419,545 rpm rotor hızında çalıştırılmıştır. Deney 14:30–15:00 saatleri arasında gerçekleştirilmiş ve ölçümler 5 dakikalık aralıklarla toplam 30 dakika boyunca kaydedilmiştir.

Hibrit çalışma başlangıcında 12,27 V olarak ölçülen akü gerilimi, test sonunda 12,95 V seviyesine ulaşmış ve 30 dakikalık deney süresince 0,68 V gerilim artışı gözlenmiştir. Aynı deneyde fotovoltaik kaynaktan aküye aktarılan ortalama akım yaklaşık 0,26 A, rüzgâr kaynağından aktarılan ortalama akım ise yaklaşık 0,55 A olarak ölçülmüştür.

Sonuçlar, kurulan kontrol ve şarj sistemi altında fotovoltaik ve rüzgâr kaynaklarının aynı anda akü şarjına katkıda bulunabildiğini göstermektedir. Bununla birlikte, hibrit deneyde ölçülen kaynak akımlarının tekil kaynak deneylerindeki değerlerden farklı olduğu görülmüştür. Özellikle 419,545 rpm rotor hızında rüzgâr türbininin tekil çalışması sırasında yaklaşık 4,37 A ortalama şarj akımı elde edilirken, hibrit çalışma sırasında rüzgâr kaynağından yaklaşık 0,55 A ölçülmüştür. Bu farklılık nedeniyle tekil ve hibrit deneyler yalnızca akü gerilim artışları üzerinden doğrudan enerji verimliliği veya şarj hızı açısından karşılaştırılmamıştır. Akü başlangıç şarj durumu, şarj kontrol cihazlarının çalışma karakteristiği ve kontrol sisteminin kaynaklar arasındaki akım paylaşımı gibi parametreler ölçülen şarj akımlarını etkileyebilmektedir. Mevcut deneysel düzenekte bu parametreler bağımsız olarak kontrol edilmediğinden, sonuçlar hibrit sistemin iki kaynağı eş zamanlı olarak kullanabilme davranışının deneysel gösterimi olarak değerlendirilmiştir. Şekil 8'de hibrit çalışma sırasında akü gerilimi, kontrol sistemi gerilimleri ve fotovoltaik ile rüzgâr kaynaklarından elde edilen şarj akımlarının zamana bağlı değişimi verilmiştir.



Şekil 14. Hibrit çalışma koşulunda şarj gerilimi ve akımının zamana bağlı değişimi.

3.5. Deşarj Davranışı ve Sistem Kararlılığı

Sistemin farklı yük koşullarındaki davranışını değerlendirmek amacıyla karavanda kullanılması öngörülen elektrikli cihazların farklı kombinasyonlarda devreye alındığı deşarj testleri gerçekleştirilmiştir. Elektriksel

yüklerin devreye alınmasıyla çekilen akım artarken akü terminal geriliminin yük seviyesine bağlı olarak değiştiği gözlenmiştir. Hidrofor ve dizel ısıtıcı gibi ek yükler akım talebini belirgin biçimde artırmıştır. Bu davranış, kısa süreli testlerde akü terminal geriliminin doğrudan kalan enerji miktarı veya şarj durumu göstergesi olarak değerlendirilmemesi gerektiğini göstermektedir. Mini buzdolabının kompresörü ilk devreye girdiğinde kısa süreli daha yüksek akım talebi gözlenmiş, kullanılan 1 kW tam sinüs invertör bu geçici yükü test süresince herhangi bir kesinti olmadan karşılamıştır. Bu nedenle kompresörlü yüklerin bulunduğu mobil sistemlerde invertör seçiminin yalnızca sürekli nominal güç değil, kısa süreli kalkış yükleri açısından da değerlendirilmesi gerekmektedir. Deşarj deneylerinde Tablo 4'te verilen yük durumları uygulanmıştır:

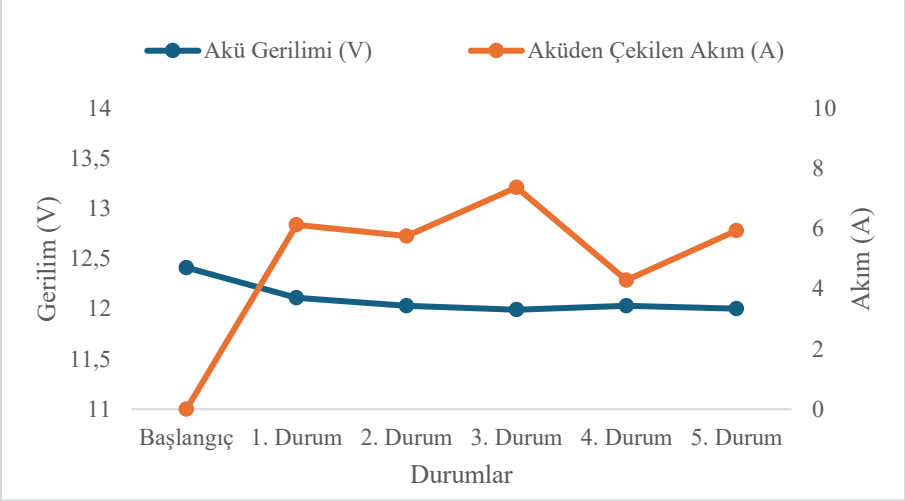
Tablo 4. Deşarj için tercih edilen farklı yük durumları

Durum	Devredeki yükler
Başlangıç	Tüm yükler kapalı
1	USB + laptop + aydınlatma + buzdolabı
2	Durum 1, 5. dakika
3	Durum 1 + hidrofor
4	Durum 1 + dizel ısıtıcı
5	Durum 1 + hidrofor + dizel ısıtıcı

Şekil 9'da farklı yük durumları için akü gerilimi ve aküden çekilen akımın değişimi verilmiştir. Elektriksel yüklerin devreye alınmasıyla aküden çekilen akımın arttığı, buna karşılık akü terminal geriliminin yük durumuna bağlı olarak azaldığı gözlenmiştir. Özellikle hidrofor ve dizel ısıtıcı gibi ek yüklerin devreye alınması, toplam akım talebinde belirgin değişimlere neden olmuştur.

Bununla birlikte yüklerin azaltılması veya çalışma koşullarının değişmesiyle akım talebinin yeniden azaldığı görülmektedir. Bu davranış, akü geriliminin yalnızca akünün şarj durumuna değil, aynı zamanda anlık yük büyüklüğüne de bağlı olduğunu göstermektedir. Bu nedenle kısa süreli yük testlerinde akü terminal geriliminin doğrudan kalan enerji miktarı veya şarj durumu göstergesi olarak değerlendirilmemesi gerekmektedir.

Deşarj deneyleri ayrıca, kompresörlü yüklerin bulunduğu mobil enerji sistemlerinde invertör seçiminin yalnızca sürekli nominal güç gereksinimine göre değil, kısa süreli kalkış güçlerinin karşılanabilmesi açısından da yapılması gerektiğini göstermektedir. Bu bulgu, karavan uygulamalarında invertör seçiminin yalnızca nominal güç değil, kalkış akımı kapasitesi açısından da değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir.



Şekil 15. Farklı yük senaryolarında akü gerilimi ve deşarj akımının değişimi.

3.6. Literatürle Karşılaştırmalı Tartışma

Literatürde rüzgâr–güneş hibrit enerji sistemlerinin boyutlandırılması çoğunlukla kaynak potansiyeli, depolama kapasitesi, güvenilirlik ve ekonomik optimizasyon temelinde ele alınmaktadır. Yang ve ark. (2008), bağımsız güneş–rüzgâr sistemlerinde enerji kaynakları ile depolama kapasitesinin birlikte değerlendirilmesine dayalı bir boyutlandırma yaklaşımı kullanırken, Amer ve ark. (2013) rüzgâr–güneş–batarya sistemlerinin ekonomik boyutlandırılmasını parçacık sürü optimizasyonu ile incelemiştir. Chauhan ve Saini (2014) ise bağımsız hibrit sistemlerde farklı sistem yapılandırmaları, depolama seçenekleri, boyutlandırma yöntemleri ve kontrol stratejilerinin birlikte ele alınması gerektiğini vurgulamıştır. Bu çalışmada benzer biçimde yük talebi, dönüşüm kayıpları ve depolama kapasitesi birlikte değerlendirilmiş; ancak optimizasyon temelli bir yaklaşım yerine çekme karavana ait günlük yük profili esas alınarak enerji temelli ve uygulamaya yönelik bir boyutlandırma gerçekleştirilmiştir.

Daha büyük ölçekli çalışmalarda hibrit kaynakların sistem düzeyinde birlikte kullanımına ve enerji yönetimine odaklanılmaktadır. Örneğin Xiao ve ark. (2024), rüzgâr–güneş ve hibrit depolama içeren büyük ölçekli sistemlerin optimizasyonunu ele alırken, Elhadidy ve Shaahid (2004) güneş–rüzgâr–dizel–batarya sistemlerini enerji arzı ve emisyonlar açısından değerlendirmiştir. Altun (2021) ise batarya ve hidrojen depolamalı hibrit sistemlerin dinamik modellemesini enerji, ekserji ve maliyet yönünden incelemiştir. Buna karşılık mevcut çalışma, daha küçük ölçekli ve mobil bir uygulamaya odaklanmış; 205 W FV panel, 500 W nominal rüzgâr türbini ve 210 Ah akü grubundan oluşan gerçek bir prototip üzerinde FV, rüzgâr ve hibrit çalışma durumlarını deneysel olarak incelemiştir. Bu yönüyle çalışma, literatürde yaygın olan modelleme ve optimizasyon çalışmalarından farklı olarak günlük enerji talebinden başlayıp gerçek prototip davranışına uzanan bir uygulama çerçevesi sunmaktadır.

Deneysel sonuçlar açısından, FV kaynağın tek başına çalıştığı testte yaklaşık 0,26 A ortalama şarj akımı elde edilmiş; rüzgâr türbini deneylerinde ise incelenen üç rotor hızı arasında en yüksek ortalama şarj akımı 419,545 rpm'de 4,37 A olarak hesaplanmıştırr. Ancak türbin torku, mekanik giriş gücü ve gerçek rüzgâr hızı ölçülmediğinden bu değer optimum çalışma noktası olarak değerlendirilmemiştir. Benzer şekilde, hibrit deneyde FV ve rüzgâr kaynaklarının aynı depolama sistemi üzerinde eş zamanlı çalışabildiği gösterilmiş olmakla birlikte, farklı başlangıç koşulları nedeniyle tekil ve hibrit testler arasında doğrudan enerji verimliliği karşılaştırması yapılmamıştır. Bu sınırlılık dikkate alındığında, mevcut bulgular literatürde farklı yenilenebilir kaynakların birlikte kullanımına ilişkin genel hibrit sistem yaklaşımıyla uyumlu olmakla birlikte (Yang ve ark., 2008; Chauhan & Saini, 2014; Xiao ve ark., 2024), çalışmanın temel katkısı çekme karavan ölçeğinde enerji temelli boyutlandırmanın gerçek bir prototip üzerinde deneysel olarak uygulanmasıdır.

4. SONUÇLAR VE GELECEK ÇALIŞMALAR

4.1. Sonuçlar

Bu çalışmada, çekme karavan uygulamaları için rüzgâr–güneş hibrit enerji sisteminin enerji temelli boyutlandırılması ve deneysel çalışma davranışı incelenmiştir. Günlük temel enerji gereksinimi 864 Wh/gün olarak belirlenmiş; AC yüklerde invertör kaybı, %20 tasarım güvenlik payı, kablolama ve şarj kontrol kayıpları dikkate alındığında üretim tarafındaki tasarım enerji gereksinimi yaklaşık 1,23 kWh/gün olarak hesaplanmıştır. Kullanılan tasarım kabulleri altında minimum FV gücü yaklaşık 196 W, gerekli ortalama rüzgâr gücü 163 W ve minimum akü kapasitesi 194 Ah olarak belirlenmiş; deneysel sistemde 205 W FV panel, 500 W nominal rüzgâr türbini ve 210 Ah akü grubu kullanılmıştır.

Deneysel testlerde FV kaynağın tek başına çalışması sırasında ortalama şarj akımı yaklaşık 0,26 A olarak ölçülmüştür. Rüzgâr türbini 335,636, 419,545 ve 503,454 rpm rotor hızlarında test edilmiş ve incelenen üç koşul arasında en yüksek ortalama şarj akımı 419,545 rpm'de 4,37 A olarak elde edilmiştir. Ancak bu değer, mekanik

giriş gücü, tork ve gerçek rüzgâr hızı ölçülmediğinden türbinin optimum çalışma noktası olarak değerlendirilmemiştir.

Hibrit deneyde fotovoltaik ve rüzgâr kaynaklarının aynı akü sistemi üzerinde eş zamanlı çalışabildiği gösterilmiştir. Bununla birlikte, tekil ve hibrit testlerin başlangıç koşulları farklı olduğundan doğrudan enerji verimliliği veya şarj süresi karşılaştırması yapılmamıştır. Deşarj testleri ise artan elektriksel yükle aküden çekilen akımın yükseldiğini, kompresörlü mini buzdolabının başlangıçta kısa süreli daha yüksek akım talep ettiğini ve 1 kW tam sinüs invertörün test edilen yük koşullarında sistemi kesintisiz çalıştırdığını göstermiştir. Genel olarak sonuçlar, çekme karavan ölçeğindeki hibrit sistemlerin günlük kullanım süreleri, AC/DC yük ayrımı, enerji dönüşüm kayıpları, depolama kapasitesi ve tasarım güvenlik payı birlikte dikkate alınarak boyutlandırılmasının uygun bir mühendislik yaklaşımı sunduğunu göstermektedir.

4.2. Gelecek Çalışmalar

Gelecek çalışmalarda sistem performansının gerçek meteorolojik koşullar altında uzun süreli saha deneyleriyle değerlendirilmesi; rüzgâr hızı, rotor devri, tork ve elektriksel gücün eş zamanlı ölçülmesi önerilmektedir. Şarj deneylerinin farklı başlangıç akü doluluk oranlarında tekrarlanması ve kaynaklardan aktarılan enerjinin $E=\int V(t)I(t)\,dt$ bağıntısıyla doğrudan hesaplanması, sonuçların daha güvenilir nicel karşılaştırılmasına olanak sağlayacaktır. Ayrıca ölçüm sistemine ilişkin doğruluk ve belirsizlik analizlerinin gerçekleştirilmesi, kaynaklar arasındaki akım paylaşımı ve enerji yönetim algoritmalarının geliştirilmesi ile farklı depolama teknolojilerinin teknik ve ekonomik açıdan karşılaştırılması gelecekteki çalışmalar açısından önem taşımaktadır.

Bu çalışmalar, çekme karavan ve benzeri küçük ölçekli şebekeden bağımsız mobil uygulamalarda rüzgâr–güneş hibrit enerji sistemlerinin tasarım ve performansının daha güvenilir biçimde değerlendirilmesine katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

Ackermann, T. (Ed.). (2005). *Wind power in power systems*. Wiley. https://doi.org/10.1002/0470012684

Ali, W., Farooq, H., Rehman, A. U., Awais, Q., Jamil, M., & Noman, A. (2018). Design considerations of stand-alone solar photovoltaic systems. In *2018 International Conference on Computing, Electronic and Electrical Engineering (ICE Cube)* (pp. 1-6). IEEE. https://doi.org/10.1109/ICECUBE.2018.8610970

Altun, A. F. (2021). *Şebekeden bağımsız, güneş ve rüzgar kaynaklı, batarya ve hidrojen depolamalı hibrit enerji sistemlerinin dinamik modellemesi, enerji, ekserji ve seviyelendirilmiş maliyet analizi* [Doktora tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi].

Amer, M., Namaane, A., & M'Sirdi, N. K. (2013). Optimization of hybrid renewable energy systems (HRES) using PSO for cost reduction. *Energy Procedia, 42*, 318-327. https://doi.org/10.1016/j.egypro.2013.11.032

Arıcı, N., & Iskender, A. (2020). Fotovoltaik güneş santrallerinde şebeke bağlantı sorunları ve çözümleri. *Politeknik Dergisi, 23*(1), 215-222. https://doi.org/10.2339/politeknik.644820

Chauhan, A., & Saini, R. P. (2014). A review on integrated renewable energy system based power generation for stand-alone applications: Configurations, storage options, sizing methodologies and control. *Renewable and Sustainable Energy Reviews, 38*, 99-120. https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.05.079

Duan, R.-Y., Lin, C.-Y., & Wai, R.-J. (2006). Maximum-power-extraction algorithm for grid-connected PMSG wind generation system. In *IECON 2006 - 32nd Annual Conference on IEEE Industrial Electronics* (pp. 4248-4253). IEEE. https://doi.org/10.1109/IECON.2006.347510

Duffie, J. A., & Beckman, W. A. (1980). *Solar engineering of thermal processes*. Wiley.

Elhadidy, M. A., & Shaahid, S. M. (2004). Promoting applications of hybrid (wind+photovoltaic+diesel+battery) power systems in hot regions. *Renewable Energy, 29*(4), 517-528. https://doi.org/10.1016/j.renene.2003.08.001

International Electrotechnical Commission. (2013). *Wind turbines - Part 2: Small wind turbines* (IEC 61400-2:2013, 3rd ed.). https://webstore.iec.ch/en/publication/5433

Khan, M. J., & Iqbal, M. T. (2009). Analysis of a small wind-hydrogen stand-alone hybrid energy system. *Applied Energy, 86*(11), 2429-2442. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2008.10.024

Khan, M. J., & Mathew, L. (2017). Different kinds of maximum power point tracking control method for photovoltaic systems: A review. *Archives of Computational Methods in Engineering, 24*(4), 855-867. https://doi.org/10.1007/s11831-016-9192-1

Öztürk, Z., & Demirci, A. (2023). Yenilenebilir enerji kaynaklı hibrit güç sistemlerinin farklı penetrasyon ve şebeke tarifeleri altında optimizasyonu. *Politeknik Dergisi, 26*(3), 1267-1275. https://doi.org/10.2339/politeknik.1246418

Xiao, B., Gao, Z., Peng, H., Chen, K., Li, Y., & Liu, K. (2024). Robust optimization of large-scale wind-solar storage renewable energy systems considering hybrid storage multi-energy synergy. *Sustainability, 16*(1), 243. https://doi.org/10.3390/su16010243

Yang, H., Zhou, W., Lu, L., & Fang, Z. (2008). Optimal sizing method for stand-alone hybrid solar-wind system with LPSP technology by using genetic algorithm. *Solar Energy, 82*(4), 354-367. https://doi.org/10.1016/j.solener.2007.08.005

ARDUİNO TABANLI SUBAP YAY TANSİYON ÖLÇME CİHAZI TASARIMI VE İMALATI

Oğuzhan Doğan[1], Mustafa Aydın[1], Enes Kaya[1], Gürkan Özgül[1], Hasan Alanssari[1], İsminur Bozkurt[1], Mehmet Emin Ceylan[1], Murat Kaan Kemerci[1], Yasin Yıldırım[1]

[1]Pamukkale Üniversitesi Teknoloji Fakültesi, Otomotiv Mühendisliği Bölümü, oguzhandogan@pau.edu.tr, 0000-0001-6543-1803

mustafa_aydin@pau.edu.tr, 0000-0002-6187-6722

Özet

İçten yanmalı motorlarda sübap yaylarının motor çalışması sırasında maruz kaldığı yüksek termal yük ve mekanik yorulmalar, zamanla yay tansiyonunda kayıplara yol açarak motorun volümetrik verimini ve performans karakteristiklerini olumsuz etkilemektedir. Bu çalışmada, motorun etkili çalışması için kritik öneme sahip olan helisel silindirik sübap yaylarının kuvvet-yer değiştirme karakteristiklerini hassas olarak ölçebilen, maliyet avantajlı bir test sistemi prototipi tasarlanmış ve imal edilmiştir. Sektörde kullanılan geleneksel ölçüm sistemlerinin yüksek maliyetleri ve kullanıcı bağımlı okuma hatalarına açık yapıları gerekçesiyle; Hooke Kanunu ($F = k \cdot x$) prensibine dayalı, kuvvet ve yer değiştirme verilerini eş zamanlı olarak saptayabilen ve işleyebilen dijital bir yay tansiyonu ölçme ünitesi oluşturulmuştur. Geliştirilen prototip ünite; Arduino Nano mikrodenetleyici platformu, yük hücresi ve amplifikatör modülü, regüleli güç kaynağı, dijital kumpas ve ölçüm verilerinin anlık takibi için bir LCD ekrandan meydana gelmektedir. Deneysel karakterizasyon süreçlerinde sübap yayına uygulanan eksenel baskı kuvveti ve bu kuvvete bağlı olarak meydana gelen yer değiştirmesi, bir yazılım arayüzü vasıtasıyla eş zamanlı olarak dijital ortama aktarılmıştır. 0-200 N ölçüm aralığında ve 14 mm maksimum yer değiştirme sınırında gerçekleştirilen testlerden elde edilen deneysel verilerin grafiksel analizleri; sistemin yüksek kararlılık ile ölçüm yapabildiğini doğrulamıştır. Prototip imalatı gerçekleştirilen cihaz; otomotiv servisleri, parça imalatçıları, motor yenileme atölyeleri ve akademik test laboratuvarları için taşınabilir, güvenilir ve ekonomik bir alternatif sunmaktadır. Ayrıca bu prototip, yayların yükleme ve boşaltma çevrimlerindeki mekanik enerji kayıplarını temsil eden mikro-histerezis alanlarının ve sübap yayının katılaşma sınır konumunun (bloklanma) ölçülmesini de mümkün kılmaktadır. Elektronik veri toplama birimi, kuvvet ve yer değiştirme verilerinin eş zamanlı olarak izlenmesini ve dijital ortamda kaydedilmesini sağlamaktadır. İlgili veri toplama ünitesinin analog sinyalleri yüksek çözünürlükle işlemesi, kalibrasyon süreçlerindeki toplam cihaz belirsizliğini minimum düzeye indirerek endüstriyel test standartlarında veri doğruluğu sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Supap yayı, Yay tansiyonu, Hooke kanunu, Kuvvet-yer değiştirme ilişkisi, Arduino Nano.

DESIGN AND MANUFACTURING OF AN ARDUINO-BASED VALVE SPRING TENSION MEASURING DEVICE

Oğuzhan DOĞAN[1], Asst. Mustafa AYDIN[1], Enes Kaya[1], Gürkan Özgül[1], Hasan Alanssari[1], İsminur Bozkurt[1], Mehmet Emin Ceylan[1], Murat Kaan Kemerci[1], Yasin Yıldırım[1]

[1]Pamukkale University, Faculty of Technology, Automotive Engineering Department,

oguzhandogan@pau.edu.tr, 0000-0001-6543-1803

mustafa_aydin@pau.edu.tr, 0000-0002-6187-6722

Abstract

In internal combustion engines, the high thermal loads and mechanical fatigue to which valve springs are subjected during operation lead to a loss of spring tension over time, thereby adversely affecting the engine's volumetric efficiency and performance characteristics. In this study, a cost-effective test system prototype was designed and manufactured to precisely measure the force-displacement characteristics of helical cylindrical valve springs—components critical to efficient engine operation. Addressing the high costs and susceptibility to user-dependent reading errors associated with conventional industrial measurement systems, a digital spring tension measurement unit was developed; this unit operates on the principle of Hooke's Law ($F = k \cdot x$) and is capable of simultaneously capturing and processing force and displacement data. The developed prototype unit comprises an Arduino Nano microcontroller platform, a 24-bit resolution HX711 load cell amplifier module, a regulated power supply, a linear potentiometric ruler, and an LCD screen for real-time monitoring of measurement data. During experimental characterization, the axial compressive force applied to the valve spring and the resulting displacement were simultaneously transferred to a digital environment via a software interface. Graphical analysis of the experimental data—obtained from tests conducted within a 0–200 N measurement range and a maximum displacement limit of 14 mm—confirmed the system's ability to perform measurements with high stability. The manufactured prototype device offers a portable, reliable, and economical alternative for automotive service centers, parts manufacturers, engine rebuilding workshops, and academic testing laboratories. Furthermore, this prototype enables the measurement of micro-hysteresis areas—representing mechanical energy losses during spring loading and unloading cycles—as well as the solid-state limit position (solid height/block height) of the valve spring. The electronic data acquisition unit enables force and displacement data to be monitored simultaneously and recorded in a digital environment. The fact that the associated data acquisition unit processes analog signals with high resolution minimizes total instrument uncertainty during calibration, thereby ensuring data accuracy in accordance with industrial testing standards.

Keywords: Valve spring, Spring stiffness, Hooke's law, Force-displacement relationship, Arduino Nano.

GİRİŞ

İçten yanmalı motorlarda gaz değişim süreçlerinin kontrolünü sağlayan supap mekanizmasının kararlı çalışması, silindirlerin dolum ve boşaltım süreçlerini ve buna bağlı olarak motor performansını, volumetrik verimi, yakıt tüketimini ve emisyon oluşumunu etkileyen önemli faktörlerden biridir (Heywood, 1988). Supap sisteminin temel elemanlarından biri olan helisel supap yayları, açılan supapların kontrollü biçimde yeniden kapanmasını ve çalışma çevrimi boyunca supap ile supap yuvası arasındaki temasın korunmasını sağlar. Supap yaylarının kuvvet–yer değiştirme karakteristiği; yay geometrisi, tel çapı, yay rijitliği, malzeme özellikleri ve deformasyon düzeyi gibi parametrelere bağlıdır. Helisel yayların statik yük altındaki davranışlarının analitik, sayısal ve deneysel yöntemlerle incelenmesi, yay performansının değerlendirilmesinde kullanılan yaklaşımlar arasındadır (Gzal et al., 2017; Spinella et al., 2010). Bu nedenle supap yaylarının yalnızca geometrik ölçülerinin değil, belirli yer değiştirme değerlerinde oluşturduğu kuvvetin de güvenilir biçimde belirlenmesi önem taşımaktadır.

Özellikle aynı nominal ölçülere sahip yaylar arasında üretim toleransları, malzeme özellikleri ve önceki çalışma koşullarına bağlı olarak kuvvet–yer değiştirme karakteristiğinde farklılıklar oluşabilmektedir. Ayrıca supap yaylarının tekrarlı yüklemeler altında çalışması nedeniyle zaman içerisinde yorulma, kalıcı deformasyon ve yük kaybı gibi değişimler meydana gelebilmektedir. Bu nedenle bakım ve performans değerlendirmelerinde yayların yalnızca serbest uzunluk veya geometrik ölçülerinin kontrol edilmesi yerine, belirli deformasyon değerlerindeki kuvvet davranışının doğrudan ölçülmesi daha kapsamlı b ir değerlendirme sağlamaktadır.

Yayların temel performans parametrelerinden biri yay rijitliğidir. İdeal doğrusal elastik davranışta yay kuvveti ile yer değiştirme arasındaki ilişki Hooke Kanunu ile ifade edilmektedir: $F = k \cdot x$. Burada F yay kuvvetini (N), k yay rijitliğini (N/mm) ve x yer değiştirmeyi (mm) ifade etmektedir. Gerçek supap yaylarında ise montaj ön yükü, geometrik özellikler ve çalışma koşulları nedeniyle kuvvet–yer değiştirme davranışı ideal doğrusal ilişkiden sapabilmektedir. Bunun yanında yükleme ve boşaltma sırasında aynı yer değiştirme değerinde farklı kuvvetlerin oluşması, yay sistemindeki histerezis davranışının değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır. Bu nedenle yay karakteristiğinin yalnızca tek yönlü yükleme verileriyle değil, yükleme ve boşaltma eğrilerinin birlikte değerlendirilmesiyle incelenmesi daha ayrıntılı bir karakterizasyon sağlamaktadır.

Literatürde yay karakteristiğinin belirlenmesine yönelik mekanik, hidrolik ve pnömatik prensiplere dayanan farklı test sistemleri geliştirilmiştir. Rahat et al. (2015), basma yaylarının rijitliğinin belirlenmesi amacıyla yük ve yer değiştirme ölçümlerinin gerçekleştirilebildiği kompakt bir yay test cihazı geliştirmiştir. Jadhav et al. (2014) ile Jagushte et al. (2015) hidrolik prensiple çalışan yay rijitliği test sistemleri tasarlamış; Olugboji et al. (2015) ise yayların farklı yükleme koşullarındaki rijitliklerini belirlemek amacıyla hidrolik bir test makinesi geliştirmiştir. Saha et al. (2018) tarafından geliştirilen sistemde ise pnömatik silindir kullanılarak yay rijitliğinin belirlenmesine yönelik bir ölçüm düzeneği oluşturulmuştur. Bu çalışmalar, yay karakterizasyonunda kuvvet ve yer değiştirme bilgilerinin birlikte elde edilmesinin temel bir yaklaşım olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte farklı test düzeneklerinde ölçüm ve veri kayıt yöntemlerinin sistemin kullanım kolaylığı, maliyeti ve tekrarlanabilirliği üzerinde etkili olduğu görülmektedir.

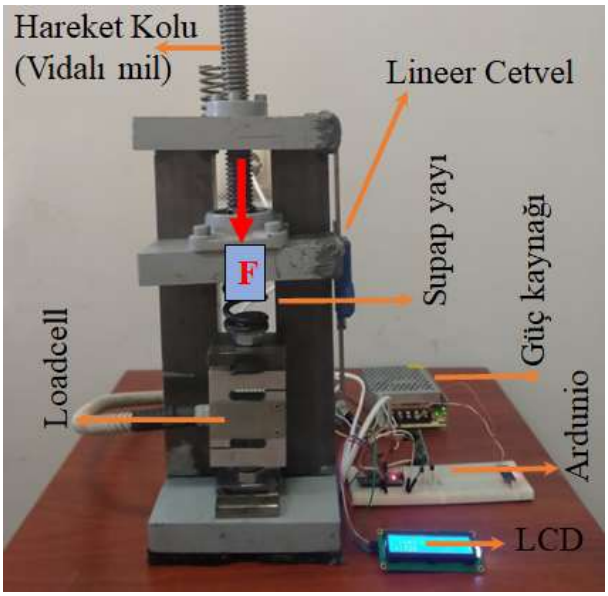
Helisel yayların davranışının daha ayrıntılı incelenmesine yönelik çalışmalar da literatürde bulunmaktadır. Gzal et al., (2017), eliptik kesitli helisel bir yayın statik yük altındaki davranışını analitik, sonlu elemanlar ve deneysel yöntemlerle incelemiş ve farklı analiz yaklaşımlarını karşılaştırmıştır. Spinella et al., (2010) ise helisel basma yaylarının modellenmesi, prototiplenmesi ve deneysel olarak test edilmesine yönelik bir çalışma gerçekleştirmiştir. Bu çalışmalar, yayların kuvvet–yer değiştirme davranışının deneysel ölçümlerle belirlenmesinin ve analitik veya sayısal modellerle desteklenmesinin yay performansının değerlendirilmesinde önemli olduğunu göstermektedir.

Bununla birlikte, özellikle motor bakım uygulamalarında kullanılabilecek düşük maliyetli, taşınabilir ve doğrudan dijital veri elde edebilen supap yayı test sistemlerine yönelik uygulamaların geliştirilmesi pratik bir ihtiyaç olarak

değerlendirilebilir. Bu çalışmada, içten yanmalı motorlarda kullanılan supap yaylarının kuvvet–yer değiştirme karakteristiğinin belirlenmesi amacıyla Arduino tabanlı, düşük maliyetli ve taşınabilir bir dijital supap yayı test cihazı tasarlanmış ve imal edilmiştir.

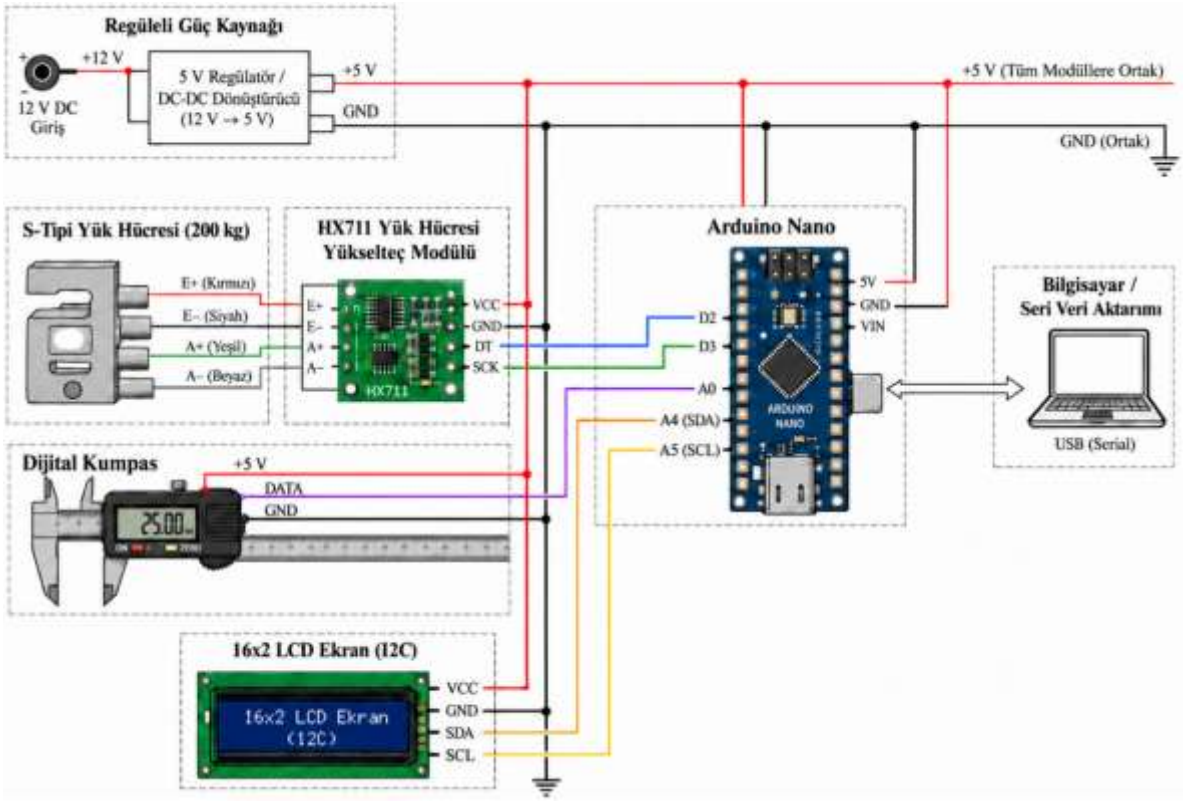
MATERYAL-METOD

Tasarımı ve prototip imalatı gerçekleştirilen subap yayı tansiyon ölçme cihazının genel görünümü Şekil 2'de sunulmuştur. Sistem, rijit bir çelik gövde üzerine entegre edilmiş mekanik tahrik ve elektronik veri toplama mimarisinden oluşmaktadır. Eksensel basma hareketini kararlı kılmak ve ince kademeli doğrusal ilerleme sağlamak amacıyla üst kısma bir hareket kolu (vidalı mil mekanizması) yerleştirilmiştir. Yay tabanına uygulanan eksenel tepki kuvvetini ölçmek üzere alt şasiye 200 kg kapasiteli S-tipi yük hücresi (loadcell) yerleştirilmiş ve mikrovolt seviyesindeki analog sinyaller HX711 amplifikatör modülü ile güçlendirilmiştir. Yayın anlık sıkışma ve gevşeme miktarlarını (strok) hassas olarak saptamak amacıyla dijital kumpas sisteme paralel bağlanmıştır.



Şekil 1. Prototip imalatı yapılan yay tansiyonu ölçme cihazı

Supap yayının karakteristiklerinin saptanması amacıyla tasarımı ve prototip imalatı gerçekleştirilen Arduino tabanlı test sisteminin veri toplama ve temel elektronik bağlantı yapısı Şekil 2'de gösterilmiştir. S-tipi yük hücresinden alınan kuvvet sinyali HX711 modülü üzerinden, yayın eksenel yer değiştirmesi dijital kumpas üzerinden Arduino Nano'ya aktarılmıştır. Arduino Nano tarafından işlenen kuvvet ve yer değiştirme verileri anlık takip için 16×2 LCD ekranda gösterilmiş ve ileri analiz için USB/seri bağlantı üzerinden bilgisayar ortamına aktarılıp kaydedilmiştir. Elektronik kararlılığı korumak amacıyla sistem bileşenleri regüleli güç kaynağı ile beslenmiştir. Şekil 2'de verilen göstermektedir.



Şekil 2. Arduino tabanlı subap yayı tansiyon ölçme cihazı elektronik devre şeması

Deneysel doğrulamalar, ticari bir Yanmar L40AE model tek silindirli, 4 zamanlı dizel motora ait orijinal emme supap yayı üzerinde yürütülmüştür. Test edilen motora ve supap yayına ait fabrikasyon teknik parametreler Tablo 1'de detaylandırılmıştır.

Tablo 1: Motor ve emme supab yayı teknik özellikleri

Özellik	**Yanmar L40AE**
Motor Tipi	Tek sil., 4 zam., Direkt Enj. Dizel
Çapı x Strok (mm)	70 x 55
Kurs Hacmi (cc)	211
Güç (kW@3600 d/dk)	~2,8
Emme supap yayı özellikleri	
Serbest uzunluk (mm)	28
Montaj uzunluğu (mm)	22,3
Dış Çap (mm)	20
İç Çap (mm)	16
Ön Sıkıştırma Miktarı (mm)	5,7
Ön Sıkıştırma Kuvveti (N)	63,7 - 78,2
Yay Katsayısı (N/mm)	11,2 - 13,7
Malzeme	ASTM A230

Ölçülen analog veriler Arduino Nano mikrodenetleyici platformunun 10-bit çözünürlüklü ADC kanalları üzerinden işlenmiş, anlık takip için LCD ekrana ve ileri düzey analizler için seri port üzerinden bilgisayar yazılım arayüzüne aktarılmıştır. Elektronik kararlılığı korumak adına tüm üniteler regüleli bir güç kaynağı ile beslenmiştir.

Deneysel süreçte supap yayı, vidalı mil vasıtasıyla x0 = 0,0 mm konumundan başlanarak Δx = 0,5 mm'lik kontrollü adımlarla maksimum x_maks = 14,0 mm yer değiştirme sınırına kadar eksenel olarak sıkıştırılmış (yükleme/kompresyon periyodu) ve her adımdaki kuvvet değerleri (F_i) kaydedilmiştir. Maksimum stroka ulaşıldıktan sonra, aynı 0,5 mm'lik kademeler geriye doğru takip edilerek yay serbest bırakılmış (boşaltma/dekompresyon periyodu) ve dekompresyon kuvvet matrisi elde edilmiştir. Toplamda 28 farklı ölçüm noktasından oluşan veri setleri üzerinden şu matematiksel analizler gerçekleştirilmiştir:

Her bir ölçüm adımındaki anlık deneysel yay katsayısı (k_i), Hooke Kanunu'nun diferansiyel formuna uygun olarak, bir önceki adıma göre meydana gelen kuvvet değişiminin yer değiştirme değişimine oranlanmasıyla hesaplanmıştır:

$$k_i = (F_i - F_{(i-1)}) / (x_i - x_{(i-1)}) \quad (1)$$

Yayın yükleme esnasında depoladığı toplam mekanik iş (Kompresyon Enerjisi, W_comp) ve gevşeme esnasında sisteme iade ettiği yararlı iş (Dekompresyon Enerjisi, W_decomp), Kuvvet-Yer Değiştirme (F-x) eğrilerinin altında kalan alanların sayısal entegrasyonu ile bulunmuştur. Ayrık deneysel verilerin entegrasyonunda yüksek hassasiyet sağlaması amacıyla Yamuk Kuralı (Trapezoidal Rule) algoritması kullanılmıştır. Herhangi bir n konumundaki kümülatif enerji değerleri aşağıdaki formüller vasıtasıyla hesaplanmıştır:

$$W_{comp,n} = \sum_{i=1}^{n} \left(\frac{F_{yük,i-1} + F_{yük,i}}{2} \right) \cdot (x_i - x_{i-1}) \quad (2)$$

$$W_{decomp,n} = \sum_{i=1}^{n} \left(\frac{F_{boş,i-1} + F_{boş,i}}{2} \right) \cdot (x_i - x_{i-1}) \quad (3)$$

Her adımda biriken net enerji kaybını ifade eden Kümülatif Histerezis Enerjisi (E_h) iki integral alanı arasındaki farktan elde edilmiştir:

$$E_{h,n} = W_{comp,n} - W_{decomp,n} \quad (4)$$

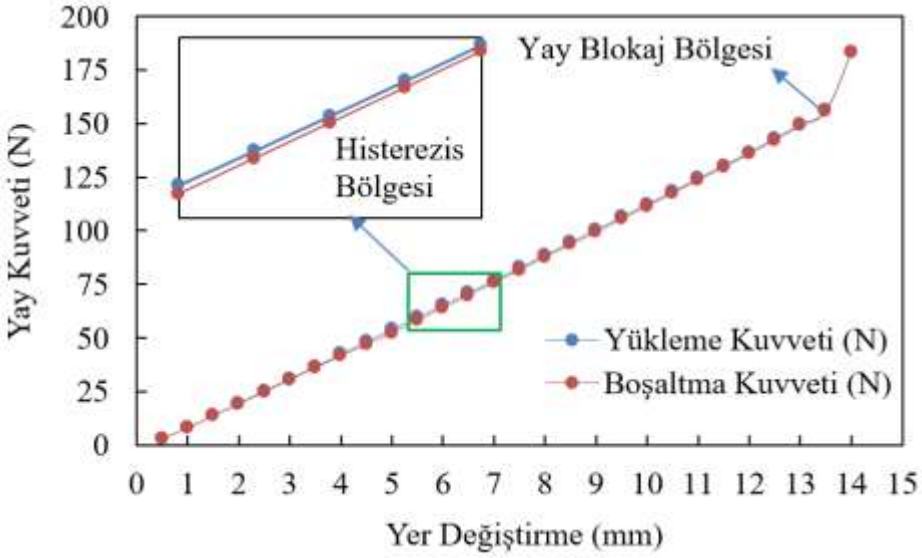
Sübap yayının toplam strok sonundaki döngüsel Mekanik Enerji Verimliliği (η) ise şu ifade ile belirlenmiştir:

$$\eta = \frac{W_{decomp,maks}}{W_{comp,maks}} \times 100 \quad (5)$$

SONUÇLAR ve TARTIŞMA

Yanmar L40AE motoruna ait emme supabı yayınının farklı yer değiştirme değerlerindeki yükleme ve boşaltma kuvvetleri Şekil 3'te gösterilmiştir. Deneyler 0,5 mm'lik kademelerle gerçekleştirilmiş ve toplam 28 farklı yer değiştirme konumunda ölçüm alınmıştır. Ölçüm aralığı 0,5–14,0 mm olarak belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar, yayın kuvvet–yer değiştirme davranışının 0,5–13,5 mm aralığında genel olarak düzenli ve doğrusal bir

karakteristik gösterdiğini ortaya koymuştur. Yükleme kuvveti 0,5 mm yer değiştirmede 3 N iken, yer değiştirme arttıkça düzenli biçimde yükselerek 13,5 mm'de 156,2 N değerine ulaşmıştır. Aynı konumlardaki boşaltma kuvvetleri ise 2,9–155,7 N arasında değişmiştir. Her iki eğrinin birbirine yakın ve yaklaşık paralel olması, yay karakteristiğinin kararlı olduğunu ve malzeme elastikiyetinin korunduğunu göstermektedir.



Şekil 3. Emme subap yayının yükleme ve boşaltma kuvvetlerinin değişimi

0,5–13,5 mm aralığındaki tüm deneysel veriler doğrusal regresyon analiziyle değerlendirildiğinde, yükleme eğrisi için ortalama yay rijitliği 11,716 N/mm ve belirleme katsayısı R^2 = 0,9927 olarak hesaplamıştır. Boşaltma eğrisinde ise ortalama rijitlik 11,700 N/mm ve belirleme katsayısı R^2 = 0,9994 bulunmuştur. Elde edilen bu ortalama rijitlik değerleri, üretici kataloğunda beyan edilen teorik yay katsayısı sınırları (11,2 - 13,7 N/mm) ile bir uyum göstermektedir.

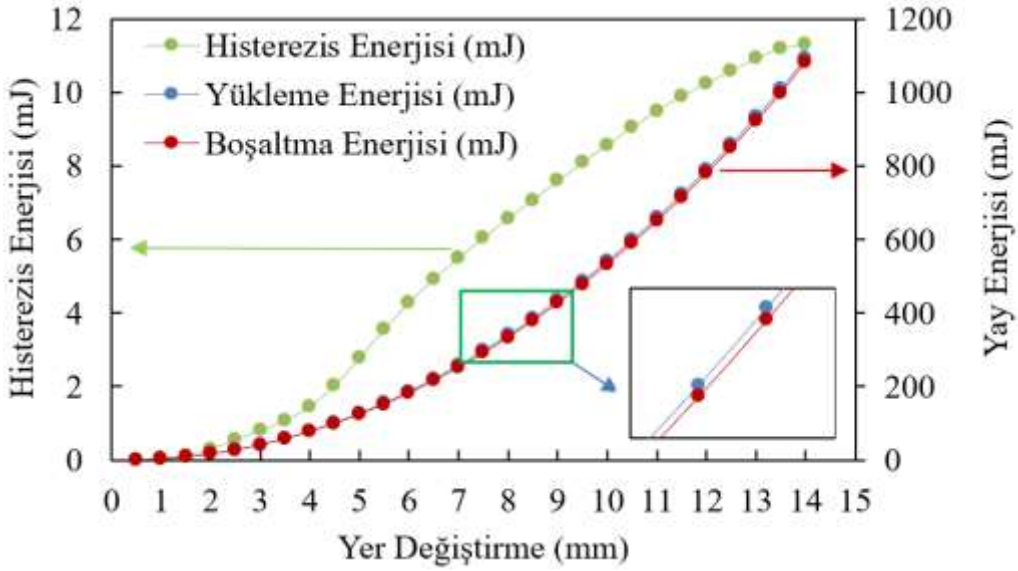
Grafikte dikkat çeken en önemli sapma, yer değiştirmenin 13,5 mm değerini aşarak 14,0 mm nihai sınırına ulaştığı noktada gerçekleşmiştir. Bu son adımda kuvvet doğrusal tırmanış trendini bozarak aniden 183,3 N değerine ulaşmıştır. Şekil 3 üzerinde işaretlendiği üzere bu bölge, literatürde "Yay Blokaj Bölgesi" veya mekanik blokaj sınırı olarak tanımlanmaktadır. Bu aşamada helisel yayın aktif sarımları geometrik olarak birbirine tamamen temas etmekte, elastik kabiliyetini sıfırlayarak rijit bir katı blok formuna dönüşmektedir. Blokaj sınırında anlık hesaplanan rijitlik katsayısının yapay olarak 286,0 N/mm değerine ulaşması da bu geometrik kilitlenmeyi matematiksel olarak teyit etmektedir. Dinamik motor çalışmasında, supap mekanizmasının mekanik hasara (yay kırılması, kam aşınması) uğramasını önlemek adına maksimum supap kalkış (lift) miktarının bu blokaj sınırından güvenli bir uzaklıkta tasarlanması kritik bir zorunluluktur.

Ayrıca, motora ait teknik özelliklerdeki (Tablo 1) 5,7 mm'lik montaj ön sıkıştırma miktarı verilerle interpolasyon yöntemiyle eşleştirildiğinde, yayın motor bloğuna takıldığı anda yaklaşık 62,1 N ön yük üreteceği saptanmıştır. Bu değer, katalogda yer alan ön sıkıştırma kuvveti alt sınırına (63,7 N) oldukça yakındır ve yayın motorun yüksek devirli çevrimlerinde dahi emme supabına kararlı bir kapatma basıncı sağlayabileceğini deneysel olarak doğrulamaktadır.

Yükleme ve boşaltma eğrileri arasında gözlemlenen küçük kuvvet farkları yayın histerezis davranışına işaret etmektedir (Şekil 3). 0,5–13,5 mm aralığında yükleme kuvvetinin boşaltma kuvvetinden ortalama yaklaşık 0,89 N daha yüksek olduğu belirlenmiştir. En yüksek fark 5,0 mm yer değiştirmede 1,6 N olarak ölçülürken, 13,5 mm'de bu fark 0,5 N seviyesine düşmüştür. Kuvvet farklarının genel olarak düşük seviyede kalması, yay

malzemesi ve test sisteminin bu çalışma koşullarındaki yükleme–boşaltma davranışının birbirine yakın olduğunu göstermektedir.

Yükleme ve boşaltma periyotlarında her adıma ait kümülatif enerji birikimlerinin ve aralarındaki farktan doğan histerezis kaybının yer değiştirmeye bağlı grafiği Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 4. Emme subap yayının yükleme ve boşaltma durumundaki kümülatif enerji değişimleri

Kuvvet-yer değiştirme ilişkisinin doğrusal karakterine bağlı olarak, kümülatif enerji eğrileri parabolik bir artış göstermiştir. Maksimum elastik strok noktası olan 14,0 mm sıkışmada, dış kuvvet tarafından yaya aktarılan toplam kümülatif kompresyon enerjisi (Yükleme Enerjisi) 1095,075 mJ olarak hesaplanmıştır. Yayın serbest kalma periyodunda sisteme geri iade ettiği kümülatif dekompresyon enerjisi (Boşaltma Enerjisi) ise 1082,800 mJ seviyesindedir.

İki enerji eğrisi arasında kalan ve Şekil 4'te sol dikey eksende ölçeklendirilen bölge, çevrim boyunca mekanik sürtünmeler ve malzeme içi sönümleme sebebiyle ısıya dönüşerek kaybolan Kümülatif Histerezis Enerjisini göstermektedir. 14,0 mm'lik tam strok döngüsü sonunda toplam kümülatif histerezis kaybı 12,275 mJ olarak saptanmıştır. Ayrıca sübap yayının mekanik enerji verimliliğinin %98,88 olduğu görülmüştür.

Elde edilen %98,88'lik enerji koruma verimliliği, imalatta kullanılan ASTM A230 malzemesinin yüksek elastik kararlılığını ve düşük iç sürtünme katsayısını ortaya koymaktadır. Düşük histerezis alanı, motorun yüksek frekanslı çalışma koşullarında yay bobinleri üzerinde birikecek ısı miktarının minimum düzeyde kalacağını, termal yorulmanın önleneceğini ve yayın uzun çalışma ömürlerinde kararlı sönümleme yapabileceğini doğrulamaktadır.

SONUÇLAR

Bu çalışmada imal edilen Arduino tabanlı, düşük maliyetli ve taşınabilir dijital supap yayı test cihazı ile Yanmar L40AE emme supap yayının karakterizasyonu başarıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışmandan elde edilen temel sonuçlar aşağıda maddelenmiştir:

- Geliştirilen test sistemi prototipinin, supap yaylarının kuvvet-yer değiştirme eğrilerini yüksek kararlılık ile dijital ortama aktarabildiği doğrulanmıştır.
- Test edilen emme supap yayının ortalama rijitliği 11,716 N/mm olarak hesaplanmış ve katalog tolerans limitleri (11,2 - 13,7 N/mm) içerisinde kaldığı belirlenmiştir.

- Yayın 13,5 mm strok değerinden sonra kararlı lineer bölgesini tamamlayarak "Yay Blokaj Bölgesi"ne girdiği ve 14,0 mm'de bobinlerin tamamen kilitlendiği (F = 183,3 N) grafiksel olarak saptanmıştır.
- Sayısal entegrasyon sonuçlarına göre yayın maksimum stroktaki yükleme enerjisi 1095,075 mJ, boşaltma enerjisi 1082,800 mJ ve çevrimsel kümülatif histerezis enerji kaybı 12,275 mJ olarak bulunmuştur.
- Yayın mekanik enerji verimliliği %98,88 seviyesinde hesaplanmıştır. Bu durum ASTM A230 yay çeliğinin ısıl kararlılığını ve dinamik motor rejimlerindeki yüksek performans potansiyelini göstermektedir.

Sonuç olarak, önerilen taşınabilir ve ekonomik dijital ölçüm sistemi; otomotiv servisleri, motor yenileme atölyeleri, parça imalatçıları ve akademik laboratuvarlar için geleneksel ve pahalı test cihazlarına karşı güvenilir bir alternatif sunmaktadır.

KAYNAKLAR

Gzal, M., Groper, M., & Gendelman, O. (2017). Analytical, experimental and finite element analysis of elliptical cross-section helical spring with small helix angle under static load. *International Journal of Mechanical Sciences, 130*, 476–486. https://doi.org/10.1016/j.ijmecsci.2017.06.025

Heywood, J. B. (1988). *Internal combustion engine fundamentals*. McGraw-Hill.

Jadhav, A. R., Pol, G. J., & Desai, A. A. (2014). Design and manufacturing of hydraulic spring stiffness testing machine. *International Journal of Emerging Engineering Research and Technology, 2*(7), 184–190.

Jagushte, G. S., Joshi, S. S., Jangali, S. S., Joshi, D. S., & More, S. M. (2015). Design and fabrication of hydraulic spring stiffness testing machine. *International Journal of Engineering Research and General Science, 3*(2), 1081–1086.

Olugboji, O. O. A., Abolarin, M. S., Yisa, J. J., Muftau, A. G., & Ajani, C. K. (2015). Design and construction of a spring stiffness testing machine. *American Journal of Engineering Research, 4*(4), 79–84.

Rahat, M. A., Raiyan, M. F., Hossain, M. S., Ahamed, J. U., & Jony, N. H. (2015). Design and fabrication of a spring constant testing machine and determination of spring constant of a compression spring. *International Journal of Engineering Research, 4*(10), 574–578. https://doi.org/10.17950/ijer/v4s10/1013

Saha, R., Hoque, M. F., Bora, K. K., Salam, A., & Gogoi, D. (2018). Fabrication of spring stiffness measuring apparatus using pneumatic system. *International Journal of Engineering Trends and Technology, 60*(2), 76–82. https://doi.org/10.14445/22315381/IJETT-V60P211

Spinella, I., Dragoni, E., & Stortiero, F. (2010). Modeling, prototyping, and testing of helical shape memory compression springs with hollow cross section. *Journal of Mechanical Design, 132*(6), 061008. https://doi.org/10.1115/1.4001601

ELEKTRİKLİ VE HİBRİT ELEKTRİKLİ ARAÇ TEKNOLOJİLERİNDE BOR NİTRÜR

Aygül BELGE[1]/ Doç. Dr. Kadri KURT[2]

[1] Millî Eğitim Bakanlığı, Silvan Uğur Lisesi, aygulbelge2424@gmail.com,

ORCID: https://orcid.org/0009-0007-0408-3703

[2]Beşiri Organize Sanayi Bölgesi Meslek Yüksekokulu - Elektrik ve Enerji Bölümü, Alternatif Enerji Kaynakları Teknolojisi Programı, kadri.kurt@batman.edu.tr,

ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6507-8234

Özet

Ulaşım sektöründe sürdürülebilirliğin sağlanması ve karbon emisyonlarının azaltılması amacıyla elektrikli araçlar (EA) ve hibrit elektrikli araçlar (HEA) teknolojilerine yönelik araştırmalarda hızlı bir artış görülmektedir. Bu kapsamda, üstün fiziksel, termal ve mekanik özelliklere sahip yeni bir malzeme olabilecek hem bor nitrür (BN) hem de BN-polimer bazlı kompozitler, yeni nesil elektrikli ve hibrit araç araçlarda kullanılabilecek ileri mühendislik malzemeler arasında değerlendirilmektedir. BN; yüksek termal iletkenliği, yüksek sıcaklık dayanımı, elektriksel yalıtkanlığı, kimyasal kararlılığı ve uygun mekanik özellikleri sayesinde özellikle yüksek ısı üretiminin meydana geldiği sistemlerde önemli potansiyele sahip bir malzemedir. BN ve BN- polimer bazlı kompozitlerin başlıca uygulama alanlarından biri, elektrikli araçlarda güvenli ve verimli çalışma açısından kritik öneme sahip olan batarya termal yönetim sistemleridir. Bu malzemelerin yüksek termal iletkenlik ve elektriksel yalıtkanlık özellikleri, batarya hücrelerinde oluşan ısının etkin bir şekilde uzaklaştırılmasına ve termal kaçak riskinin azaltılmasına katkı sağlayabilir. Bunun yanı sıra BN- polimer bazlı kompozitlerin, güç elektroniği sistemlerinde ısı dağılımının iyileştirilmesi ve elektriksel izolasyonun sağlanması amacıyla kullanılması mümkündür. Elektrikli motorlarda ise yüksek sıcaklık dayanımı ve mekanik kararlılığı sayesinde çeşitli yalıtım ve termal yönetim uygulamalarında değerlendirilebilir. Bununla birlikte, BN'ün kontrollü ve yüksek saflıkta üretimi, polimer matrisi içerisindeki homojen dispersiyonu, yüksek dolgu oranlarında işlenebilirliğin korunması ve üretim maliyetlerinin azaltılması önemli teknik ve ekonomik sınırlamalar oluşturmaktadır. BN ve BN-polimer bazlı kompozitlerin EA ve HEA'larda yaygın biçimde ticarileştirilebilmesi için üretim maliyetlerinin düşürülmesi, iyi dağılım, işleme teknolojilerinin geliştirilmesi, standartlaştırma çalışmalarının artırılması ve uzun dönemli performansın doğrulanması kritik öneme sahiptir.

Anahtar Kelimeler: Elektrikli araçlar, Hibrit teknoloji, Kompozit, Bor nitrür

BORON NITRİDE IN ELECTRIC AND HYBRID ELECTRIC VEHICLE TECHNOLOGIES

Aygül BELGE[1]/ Doç. Dr. Kadri KURT[2]

[1] Ministry of National Education, Silvan Uğur High School, aygulbelge2424@gmail.com, ORCID: https://orcid.org/0009-0007-0408-3703

[2]Beşiri Organized Industrial Zone Vocational School – Department of Electricity and Energy, Alternative Energy Sources Technology Program, kadri.kurt@batman.edu.tr,

ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6507-8234

Abstract

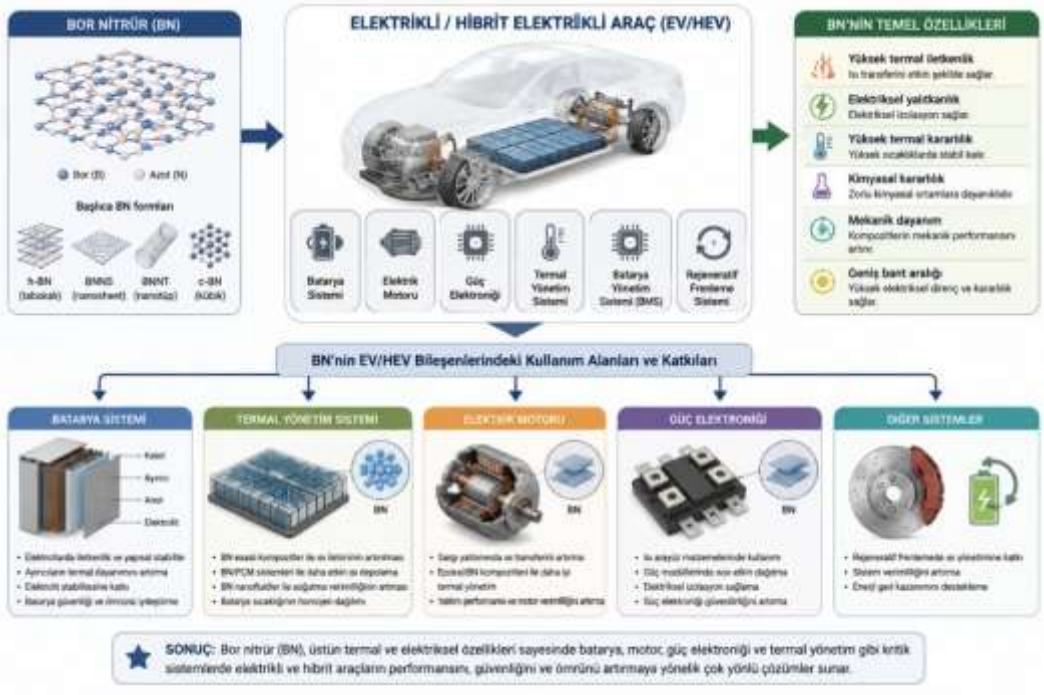
There is a rapid increase in research into electric vehicle (EV) and hybrid electric vehicle (HEV) technologies aimed at ensuring sustainability and reducing carbon emissions in the transportation sector. In this context, boron nitride (BN) and BN-polymer-based composites—materials that offer superior physical, thermal, and mechanical properties—are being considered as advanced engineering materials for use in next-generation electric and hybrid vehicles. Thanks to its high thermal conductivity, high-temperature resistance, electrical insulation, chemical stability, and favorable mechanical properties, BN holds significant potential, particularly in systems where high heat generation occurs. One of the primary application areas for BN and BN-polymer-based composites is battery thermal management systems, which are critical for the safe and efficient operation of electric vehicles. The high thermal conductivity and electrical insulation properties of these materials can contribute to the effective dissipation of heat generated within battery cells and help reduce the risk of thermal runaway. Furthermore, BN-polymer-based composites can be utilized to improve heat dissipation and ensure electrical insulation in power electronics systems. In electric motors, their high-temperature resistance and mechanical stability make them suitable candidates for various insulation and thermal management applications. However, challenges such as the controlled, high-purity production of BN, achieving homogeneous dispersion within the polymer matrix, maintaining processability at high filler loadings, and reducing production costs present significant technical and economic limitations. Reducing production costs, ensuring good dispersion, advancing processing technologies, increasing standardization efforts, and verifying long-term performance are critical for the widespread commercialization of BN and BN-polymer-based composites in EVs and HEVs.

Keywords: Electric vehicles, Hybrid technology, Composite, Boron nitride

1. GİRİŞ

Artan enerji talebi ve fosil yakıtların çevresel etkileri, sürdürülebilir enerji ve ulaşım teknolojilerine geçişi hızlandırmıştır. Bu kapsamda elektrikli araçlar (EA) ve hibrit elektrikli araçlar (HEA), fosil yakıt tüketiminin, sera gazı emisyonlarının ve enerji kayıplarının azaltılmasına katkı sağlayan önemli teknolojiler olarak öne çıkmaktadır (Admase et al., 2025; Pan et al., 2025). Bununla birlikte, batarya performansı, enerji yoğunluğu, hızlı şarj, çevrim ömrü ve özellikle termal yönetim, bu araçların güvenli ve verimli çalışmasının önündeki temel teknik sorunlar arasında yer almaktadır (Hwang et al., 2024; Sutikno et al., 2025). Lityum iyon bataryalarda yüksek sıcaklık ve aşırı çalışma koşulları, termal kaçış riskini artırarak yangın, patlama ve batarya hasarına neden olabilmektedir (Gong et al., 2025; Le et al., 2026). Bu nedenle, batarya ve güç elektroniği sistemlerinde etkin ısı yönetimi sağlayan ileri fonksiyonel malzemelerin geliştirilmesi önem taşımaktadır. Bor nitrür (BN), yüksek termal iletkenliği, elektriksel yalıtkanlığı, düşük termal genleşmesi ve üstün termal/kimyasal kararlılığı sayesinde elektrikli ve hibrit elektrikli araçlarda termal yönetim için umut vadeden bir malzemedir (Mazumder et al., 2022; Li et al., 2025). Özellikle altıgen bor nitrür (h-BN) ve bor nitrür nanotüpler (BNNT), batarya ayırıcıları, termal arayüz malzemeleri ve güç elektroniği uygulamalarında ısı dağılımını iyileştirme, termal kararlılığı artırma ve güvenlik risklerini azaltma potansiyeline sahiptir (Huynh & Pham, 2026). Sonuç olarak, BN esaslı nanomalzemelerin elektrikli ve hibrit elektrikli araçların batarya ve güç elektroniği sistemlerine entegre edilmesi; termal yönetim, güvenlik, enerji verimliliği ve bileşenlerin kullanım ömrünün geliştirilmesi açısından önemli bir araştırma alanı oluşturmaktadır.

Bor nitrür elektrikli ve hibrit elektrikli araçlarda yüksek termal iletkenlik, elektriksel yalıtım, yüksek sıcaklık dayanımı ve kimyasal kararlılık gibi üstün özelliklerinden dolayı birçok bileşen üzerinde etkisi araştırılmaya devam etmektedir. Araştırmalar batarya, elektrik motoru ve güç elektroniği temel bileşenlerdeki potansiyel uygulamaları son yıllarda kapsamlı biçimde ele alınmaya başlanmıştır. García-Hernández ve ark. (García-Hernández et al., 2025) tarafından gerçekleştirilen güncel bir derlemede bor nitrürün mevcut ve potansiyel kullanımlarını bu üç sistem üzerinden değerlendirmektedir.



Şekil 1. Elektrikli ve hibrit elektrikli araçlarda bor nitrür (BN) (yapay zeka destekli)

Bununla birlikte literatür araştırmalarında, elektrikli ve hibrit elektrikli araçlarda BN yüksek termal iletkenlik ve elektriksel yalıtım özelliği sebebiyle kullanımı batarya termal yönetimi, güç elektroniği ve elektrik motoru izalosyonu gibi farklı bileşenlerinde çalışmaların büyük bir kısmı tek bir bileşen ya da tek bir bor nitrür kompozit sistemi üzerine çalışılmaktadır. Ayrıca h-BN ve farklı bor nitrür bazlı kompozitlerin elektrikli ve hibrit elektrikli araçların farklı bileşenlerinde performansların düzenli olarak karşılaştırılması sınırlıdır. Örneğin batarya alanındaki çalışmalar; elektrotlar, elektrolitler, ayırıcılar ve termal yönetim malzemeleri gibi farklı alt sistemlerde BN kullanımını ayrı ayrı ele alırken, elektrik motorları ve güç elektroniğindeki çalışmalar daha çok termal iletken kompozitler ve elektriksel yalıtım malzemeleri üzerine yoğunlaşmaktadır. Özellikle maliyet, üretilebilirlik, meknik dayanım elektriksel yalıtım termal iletkenlik ve uzun dönemli çevrim kararlılığı arasındaki bağlantıların birlikte değerlendirilmesi konusunda yeni iyileştirmelerin gereklilikleri bulunmaktadır. Bu nedenle literatürdeki boşluk bor nitrürün elektrikli araçlarda hiç çalışılmadığı değil ayrı ayrı farklı bileşenler üzerinde çalışıldığı ve bir bütünlük olmadığı gözlenmektedir.

Bu derlemenin temel amacı, BN ve BN esaslı malzemelerin elektrikli ve hibrit elektrikli araç teknolojilerindeki mevcut ve potansiyel kullanım alanlarını, bu araçların temel bileşenlerinin malzeme gereksinimleri doğrultusunda kapsamlı bir şekilde değerlendirmektir. Bu kapsamda öncelikle elektrikli ve hibrit elektrikli araçların temel bileşenleri ve bu bileşenlerin sahip olması gereken termal, elektriksel, mekanik ve kimyasal özellikler ele alınmaktadır. Ardından, farklı BN yapılarının temel özellikleri ve bu özelliklerin araç teknolojilerindeki uygulamalarla ilişkisini incelemektir.

2. ELEKTRİKLİ VE HİBRİT ELEKTRİKLİ ARAÇ TEKNOLOJİLERİ: TEMEL BİLEŞENLER VE MALZEME GEREKSİNİMLERİ

Elektrikli ve hibrit elektrikli araçlar, sera gazı emisyonlarının azaltılması ve fosil yakıtlara bağımlılığın düşürülmesine katkıları sürdürülebilir ulaşım sektöründe önemli bir dönüm noktası oluşturmaktadır (Jerry, 2023; Sperling, 2018). Bu araçlar, çevresel kaygıları en aza indirme ve sınırlı fosil yakıtlara olan bağımlılığı azaltma potansiyelleri nedeni ile büyük ilgi görmektedir (Jerry, 2023).

Şekil 2. Elektrikli ve hibrit elektrikli araçların temel bileşenleri ve enerji akışı (yapay zeka destekli).

Elektrikli ve hibrit elektrikli araçların çalışma prensibi; batarya sistemi, elektrik motoru, güç elektroniği (invertör, dönüştürücüler), enerji yönetim sistemi, termal yönetim sistemi ve rejeneratif frenleme sistemi gibi temel

bileşenlerin etkin ve uyumlu çalışmasına bağlıdır (Jerry, 2023). Bu bileşenlerin performansı ve güvenilirliği yalnızca tasarım özelliklerine değil, ayrıca kullanılan malzemenin elektriksel, mekanik ve termal özelliklerine de bağlıdır (Khan et al., 2026). İleri fonksiyonel malzemelerin geliştirilip, beraberinde temel araç bileşenlerine entegre edilmesi elektrik ve hibrit elektrikli araçların yüksek performans, enerji verimliliği ile güvenliği için önem arz etmektedir (Tablo 1).

Tablo 1. Elektrikli ve hibrit elektrikli araçlar bileşenlerinin temel görevleri ve kritik malzeme özelliği.

Bileşen	Temel görevi	Kritik malzeme özellikleri
Batarya	Enerji depolama	Yüksek enerji yoğunluğu, termal kararlılık, iyon iletkenliği
Elektrik motoru	Elektrik enerjisini mekanik enerjiye dönüştürme	Manyetik özellik, yüksek sıcaklık dayanımı
Güç elektroniği	Enerji dönüşümü ve kontrol	Yüksek elektriksel iletkenlik, ısı iletimi
Termal yönetim sistemi	Isının uzaklaştırılması	Yüksek termal iletkenlik, elektriksel yalıtım

2.1. Elektrikli ve Hibrit Elektrikli Araçların Genel Yapısı ve Çalışma Prensipleri

İçten yanmalı araçların yerini elektrikli ve hibrit elektrikli araçların alması egzoz emisyonlarının azaltılması dikkate alındığında önemli bir alternatif sunabilir (Vishnuram et al., 2023). Elektrikli araçlar, geleneksel içten yanmalı motor yerine bir batarya paketiyle çalışan, elektrik enerjisini yüksek verimlilikle mekanik enerjiye dönüştüren elektrik motorları sayesinde farklı bir sürüş sistemi mimarisine sahiptir (Jayaprabakar et al., 2023; Macharia et al., 2023). Elektrikli motorlar, düşük öğrenme eğrisi, uzun ömür, tutarlı performans ve %90'ın üzerinde enerji dönüşüm verimliliği gibi önemli avantajlar sunmaktadır (Jayaprabakar et al., 2023; Shao et al., 2020). Buna karşılık daha az hareketli bileşene sahip elektrikli araçlar mekanik veya otomatik şanzımanlara ihtiyaç duymaz çünkü tekerlekten çekişli motorlar herhangi bir mekanik şanzımanın yerini alabilir (Macharia et al., 2023). Bu nedenle daha düşük akustik gürültü ve minimum bakım ile çalışmalarına yardımcı olur (Jayaprabakar et al., 2023).

Hibrit elektrikli araçlar, hem içten yanmalı bir motor hem de bir batarya/motor düzeneği kullanılarak elektrikli araçlara göre bir geçiş teknolojisi olarak kabul edilir (Mittal & Shah, 2024). Bu araçlar, en basit hâliyle elektrik enerjisi depolama ünitesi (batarya), elektrik tork aktüatörü (elektrik motoru) ve elektrikli sürüş sistemi ile içten yanmalı motorlu sürüş sistemini birbirine bağlayan bir güç aktarma mekanizmasıdır(Enang & Bannister, 2017). Buna bağlı genel olarak paralel, seri veya güç bölmeli (power-split) mimarilerden birini kullanmaktadır (Mittal & Shah, 2024).

Seri hibrit elektrikli araçlar, en basit hibrit mimarisini temsil etmektedir. Bu mimaride, bir elektrik motoru, bir şanzıman, bir içten yanmalı motor (ICE), bir batarya paketi, bir kontrol ünitesi, bir güç elektroniği (PE) dönüştürücüsü, yakıt deposu ve bir jeneratör içerir (Benevieri et al., 2021; Veerendra et al., 2024). Temel olarak batarya ile çalışan bir elektrikli araç gibi çalışırken, jeneratörü tahrik eden içten yanmalı motor bataryaya veya elektrik motoruna enerji, yani mekanik enerjiden elektriğe ve tersine enerji dönüşümü sağlamaktadır(Benevieri et al., 2021).

Paralel hibrit elektrikli araçlarda ise aracın tahriki hem elektrik motoruna hem de içten yanmalı motora dayanır(Veerendra et al., 2024). Elektrik motoru genellikle düşük hızlarda aracı hareket ettirerek yakıt ekonomisini artırırken, içten yanmalı motor yüksek hız ve yüksek yük koşullarında devreye girmektedir(Mittal & Shah, 2024; Veerendra et al., 2024).

Seri-paralel hibrit elektrikli araçlar ise seri ve paralel hibrit mimarilerinin avantajlarını bir araya getirerek farklı sürüş koşullarında daha yüksek verimlilik sağlamaktadır(Tran et al., 2020).

3. ELEKTRİKLİ VE HİBRİT ELEKTRİKLİ ARAÇLARIN TEMEL BİLEŞENLERİ

Elektrikli ve hibrit elektrikli araçlar sosyoekonomik faktörler ve teknolojik gelişmeler sayesinde ana akım ulaşım çözümleri arasında giderek daha rekabetçi hâle gelmektedir(Shao et al., 2020). Enerji verimliliği yüksek elektrikli tahrik sistemleri ile bu sistemlerin temel bileşenleri olan bataryalar (enerji depolama sistemi), güç elektroniği cihazları (inverterler, DC/DC dönüştürücüler) ve elektrik makinelerinin (elektrik motorları ve rejeneratif frenleme sırasında jeneratör olarak da çalışabilen çekiş motorları) geliştirilmesine yönelik yoğun araştırma ve geliştirme çalışmaları yürütülmektedir(Shao et al., 2020). Aynı zamanda bu bileşenlerin seri üretime uygun, güvenilir ve ekonomik çözümler hâline getirilmesi hedeflenmektedir.

3.1. Batarya Bileşenleri

Bataryalar, elektrik enerjisinin kimyasal enerji biçiminde depolanmasını ve ihtiyaç duyulduğunda yeniden elektrik enerjisine dönüştürülmesini sağlayan temel enerji depolama sistemleridir (Challoob et al., 2024). Elektrikli araç (EA) ve hibrit elektrikli araçlarda (HEA) kullanılan bataryaların özellikleri, araçların güç, menzil ve çalışma gereksinimlerine bağlı olarak farklılık göstermektedir. HEA bataryaları genellikle daha düşük kapasiteye sahip olup sık ve kısa süreli şarj-deşarj döngülerine uygun şekilde tasarlanırken, EA bataryaları daha yüksek enerji kapasitesi sağlayarak uzun sürüş menzili sunacak şekilde geliştirilmektedir (Velev et al., 2024). Batarya teknolojileri arasında kurşun-asit, nikel bazlı, sodyum bazlı ve lityum-iyon (Li-ion) sistemler bulunmakla birlikte, yüksek enerji ve güç yoğunluğu, düşük ağırlık, uzun çevrim ömrü, düşük kendi kendine deşarj ve hızlı şarj-deşarj özellikleri nedeniyle Li-ion bataryalar elektrikli araç uygulamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır (Liu et al., 2024; Wen et al., 2025). Bir Li-ion batarya hücresi temel olarak anot, katot, elektrolit ve ayırıcı bileşenlerinden oluşmaktadır. Şarj ve deşarj sırasında lityum iyonları elektrolit içerisinde elektrotlar arasında tersinir olarak hareket ederken, elektronlar harici devre üzerinden taşınarak elektrik enerjisinin depolanmasını veya açığa çıkarılmasını sağlamaktadır (Rahman et al., 2025). Li-ion bataryaların enerji ve güç performansı, güvenliği ve çevrim ömrü; hücre kimyası, elektrot ve elektrolit özellikleri, hücre tasarımı ve çalışma sıcaklığı gibi birçok parametreden etkilenmektedir. Bu nedenle batarya teknolojisi, elektrikli ve hibrit elektrikli araçların sürüş menzili, güç performansı, enerji verimliliği ve güvenliğinin belirlenmesinde kritik bir bileşen olarak değerlendirilmektedir.

Şekil 3. Elektrikli ve hibrit elektrikli araçların batarya karşılaştırması (yapay zeka destekli).

3.2. Elektrik Motoru ve Güç Elektroniği Sistemi

Elektrikli araç pazarındaki hızlı büyüme, yüksek performans ve enerji verimliliği sağlayabilen elektrik motorları ile bu motorların güvenilir ve etkin biçimde kontrolünü gerçekleştiren motor sürücü sistemlerine yönelik gereksinimi önemli ölçüde artırmıştır (Kinoti et al., 2024; Mohammed et al., 2026). Motor sürücü sistemlerinin verimliliği ve dinamik performansı; elektrikli ve hibrit elektrikli araçların sürüş menzili, güç yoğunluğu, termal kararlılığı, enerji tüketimi ve sistem ömrü üzerinde doğrudan belirleyici olmakta ve bu sistemleri yeni nesil araç güç aktarma mimarilerinin temel bileşenlerinden biri hâline getirmektedir (Mohammed et al., 2026). Bu doğrultuda, fırçasız doğru akım (BLDC) motorları, asenkron (indüksiyon) motorlar, kalıcı mıknatıslı senkron motorlar (PMSM) ve kalıcı mıknatıs destekli senkron relüktans motorları (PMa-SynRM) gibi farklı elektrik motoru topolojilerinin yanı sıra alan yönlendirmeli kontrol (FOC) ve doğrudan moment kontrolü (DTC) gibi gelişmiş kontrol yöntemlerinin kullanımı yaygınlaşmıştır. Bununla birlikte, motor sürücü sistemlerinin toplam verimliliğinin ve güç yoğunluğunun artırılması amacıyla yüksek verimli güç elektroniği tabanlı inverterler, DC/DC dönüştürücüler, gelişmiş termal yönetim sistemleri ve yüksek performanslı manyetik ve yarı iletken malzemeler üzerine yoğun araştırmalar yürütülmektedir (Devi et al., 2025; Kinoti et al., 2024). Bu teknolojik gelişmelerin bütünleşik biçimde uygulanması, elektrikli tahrik sistemlerinde enerji dönüşüm verimliliğinin artırılmasının yanı sıra güç yoğunluğu, termal yönetim, dinamik sürüş performansı ve uzun dönemli sistem güvenilirliğinin geliştirilmesine katkı sağlamaktadır.

Güç elektroniği sistemleri, elektrikli ve hibrit elektrikli araçların enerji verimliliği, performansı, sürüş menzili, şarj süresi ve sistem maliyeti üzerinde belirleyici bir role sahiptir (Hamza et al., 2026; Rana et al., 2025). Araç içi şarj cihazları (OBC), DC-DC dönüştürücüler ve çekiş invertörleri; batarya, elektrik motoru ve şarj altyapısı arasındaki enerji akışının etkin biçimde yönetilmesini sağlayan temel bileşenlerdir (Hamza et al., 2026; Shao et al., 2020). Bu dönüştürücülerin yüksek verimlilik ve güç yoğunluğuna sahip olması, enerji kayıplarının ve termal yüklerin azaltılmasının yanı sıra sürüş menzilinin artırılması, hızlı şarjın desteklenmesi ve sistem boyutunun küçültülmesine katkı sağlamaktadır (Okhueleigbe & Bello, 2025).

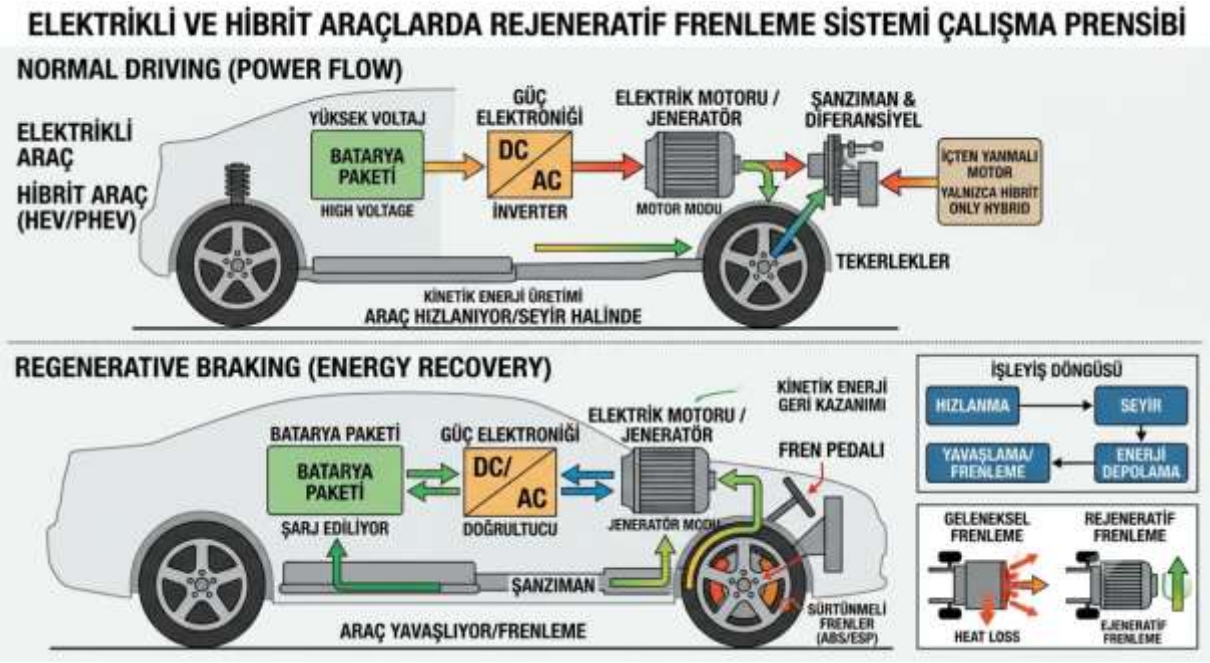
3.3. Batarya Yönetim ve Termal Yönetim Sistemi

Batarya yönetim sistemi (BMS), elektrikli ve hibrit elektrikli araçlarda batarya paketinin güvenli, kararlı ve verimli çalışma koşullarını sağlayan temel elektronik kontrol sistemidir. BMS; hücre gerilimi, akım, sıcaklık, şarj durumu (SOC) ve sağlık durumu (SOH) gibi kritik batarya parametrelerini sürekli izleyerek performansın ve enerji verimliliğinin iyileştirilmesine, aşırı şarj/deşarjın ve olası termal kaçış risklerinin önlenmesine katkı sağlamaktadır (Jiang et al., 2024; Suganya et al., 2024). Bununla birlikte, bataryalar, elektrik motorları ve güç elektroniği bileşenleri gibi kritik alt sistemlerin performansı ve kullanım ömrü, çalışma sıcaklığından önemli ölçüde etkilendiğinden etkin bir termal yönetim sistemi (TMS) gereklidir (Gao et al., 2026; Li & Wang, 2025). Uygun sıcaklık aralığının korunamaması, bataryalarda şarj/deşarj verimliliğinin ve çevrim ömrünün azalmasına, termal kaçış riskinin artmasına; motor ve güç elektroniği bileşenlerinde ise verimlilik ve güvenilirliğin düşmesine neden olabilmektedir (Gao et al., 2026a). Ayrıca, yolcu kabininin termal konforunun sağlanması için harcanan enerji, toplam enerji tüketimini ve dolayısıyla araç sürüş menzilini etkileyebildiğinden, termal yönetim stratejilerinin enerji verimliliği ve sistem performansı birlikte gözetilerek optimize edilmesi gerekmektedir (Gao et al., 2026a; Hu et al., 2024).

3.4. Rejeneratif Frenleme Ssistemi

Enerji tüketiminin azaltılması ve enerji verimliliğinin artırılmasına yönelik çalışmalar, araçlarda frenleme sırasında açığa çıkan kinetik enerjinin geri kazanılmasına yönelik teknolojilerin geliştirilmesini teşvik etmektedir. Geleneksel frenleme süreçlerinde aracın kinetik enerjisinin önemli bir bölümü sürtünme yoluyla ısı enerjisine dönüştürülerek çevreye aktarılmakta ve bu nedenle enerjinin tamamı yeniden kullanılamamaktadır (Naseem & Seok, 2025; Sathe et al., 2022). Rejeneratif frenleme sistemi (RBS), frenleme sırasında ortaya çıkan kinetik enerjinin geri kazanılarak elektrik enerjisine dönüştürülmesini ve bataryada yeniden depolanmasını sağlayan

temel enerji geri kazanım teknolojilerinden biridir (Szumska, 2025). Sistem çalışma prensibinde, frenleme esnasında elektrik makinesi jeneratör moduna geçirilerek elektromanyetik tork ve enerji akışının yönü değiştirilmekte; böylece aracın mekanik kinetik enerjisi elektrik enerjisine dönüştürülerek bataryaya aktarılmaktadır (Salari et al., 2023; Szumska, 2025). Bu sayede frenleme kaynaklı enerji kayıplarının azaltılması, enerji verimliliğinin ve potansiyel sürüş menzilinin artırılması mümkün olmaktadır.



Şekil 4. Elektrikli ve hibrit elektrikli araçlarda rejeneratif frenleme sistemi çalışma prensibi (yapay zekâ destekli).

4. TEMEL ARAÇ BİLEŞENLERİNDE MALZEME GEREKSİNİMLERİ

Elektrikli ve hibrit elektrikli araçların enerji verimliliği, güvenliği, performansı ve servis ömrü; batarya, elektrik motoru, güç elektroniği ve yapısal bileşenlerde kullanılan malzemelerin elektrokimyasal, mekanik ve termal özellikleriyle doğrudan ilişkilidir. Bu nedenle malzeme seçimi; enerji yoğunluğu, araç kütlesi, termal kararlılık ve mekanik dayanımın yanı sıra kaynak kritiklik düzeyi, yaşam döngüsü etkileri, geri dönüştürülebilirlik ve çevresel sürdürülebilirlik kriterlerini birlikte dikkate alan bütüncül bir yaklaşım gerektirmektedir (Lakshmaiya, 2026; Yelwa et al., 2026; Mariprasath et al., 2026).

Lityum-iyon bataryalar, yüksek enerji yoğunluğu, düşük kütle ve uzun çevrim ömrü nedeniyle elektrikli ve hibrit elektrikli araçlarda en yaygın enerji depolama teknolojilerinden biridir. Bununla birlikte, güvenlik, maliyet ve kritik hammadde bağımlılığı; katı hâl ve sodyum-iyon gibi alternatif batarya teknolojilerinin geliştirilmesini teşvik etmektedir (Esmaeilian et al., 2026; Yu et al., 2025). Lityum-iyon hücrelerde katot, anot, elektrolit, ayırıcı ve akım toplayıcı malzemelerin özellikleri, hücrenin enerji yoğunluğu, çevrim kararlılığı ve güvenlik performansını birlikte belirlemektedir. LFP, NMC, NCA ve LCO gibi katot malzemeleri arasında özellikle nikel ve lityum açısından zengin katmanlı oksitler, yüksek özgül kapasite ve çalışma gerilimi nedeniyle yüksek enerji yoğunluğu açısından önem taşımaktadır (Nekahi et al., 2024; Yu et al., 2025). Grafit ise düşük maliyeti ve uygun elektrokimyasal özellikleri nedeniyle temel anot malzemesi olarak kullanılmakta; grafit/elektrolit ara yüzünde oluşan SEI tabakasının özellikleri elektrokimyasal kararlılık ve termal güvenlik üzerinde belirleyici olmaktadır (Ikhlef, 2026; Hasan et al., 2025).

Elektrolitler, Li^+ iyonlarının elektrotlar arasında taşınmasını sağlarken; ayırıcılar kısa devre oluşumunu önleyerek iyonik taşınıma olanak vermektedir. Bu bileşenlerde iyonik iletkenlik, elektrolit tutma kapasitesi, gözeneklilik,

mekanik dayanım ve termal kararlılık, batarya performansı ve güvenliği açısından kritik parametrelerdir (Zhang et al., 2026; Khan et al., 2026). Akım toplayıcılarda ise katot ve anot tarafında yaygın olarak Al ve Cu folyolar kullanılmaktadır (Zhu et al., 2021).

Batarya muhafazaları ve yapısal bileşenlerde yüksek dayanımlı çelikler, Al ve Mg alaşımları ile karbon ve cam elyaf takviyeli polimer kompozitler; düşük kütle, yüksek mekanik dayanım ve çarpışma güvenliği sağlama potansiyelleri nedeniyle değerlendirilmektedir (Gökciler & Geren, 2026; Pathak et al., 2026). Bununla birlikte, yüksek enerji yoğunluklu bataryalarda termal yönetim, sıcaklık dağılımının kontrol edilmesi, hücreler arası sıcaklık farklılıklarının azaltılması ve termal kaçak riskinin sınırlandırılması açısından kritik bir gerekliliktir (Liu et al., 2024; Soliman & Cheng, 2026).

Sonuç olarak, yeni nesil elektrikli ve hibrit elektrikli araçların geliştirilmesi; yüksek enerji yoğunluğu ve güvenliği birlikte sağlayan ileri batarya malzemelerinin, hafif ve dayanıklı yapısal malzemelerin ve etkin termal yönetim sistemlerinin bütünleşik biçimde geliştirilmesini gerektirmektedir. Gelecekteki araştırmaların enerji ve güç yoğunluğunun artırılmasının yanı sıra kritik hammadde kullanımının azaltılması, geri dönüştürülebilirliğin geliştirilmesi ve yaşam döngüsü boyunca çevresel etkilerin azaltılmasına odaklanması, elektrikli mobilitenin uzun vadeli teknolojik ve çevresel sürdürülebilirliği açısından önem taşımaktadır (Gao et al., 2026).

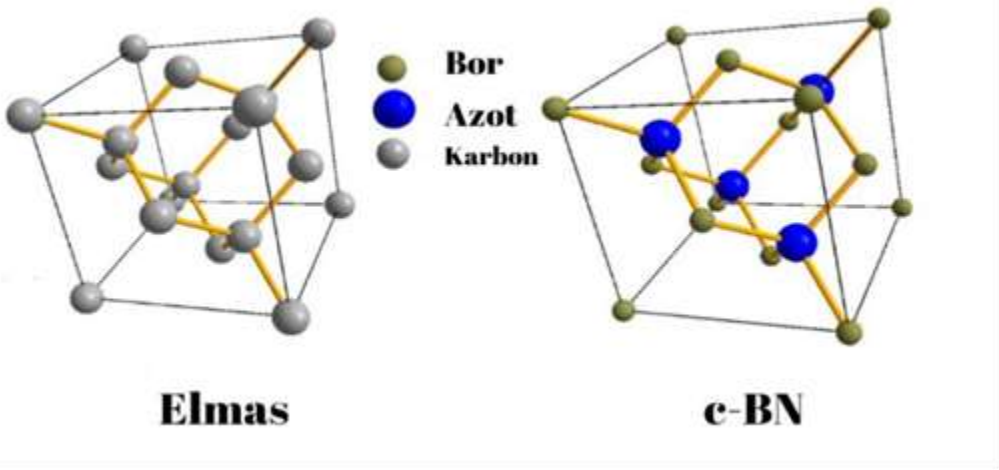
5. BOR NİTRÜRÜN YAPISAL VE TEMEL ÖZELLİKLERİ

5.1. Bor Nitrürün Yapısı ve Morfolojik Çeşitleri

Bor nitrür (BN), bor ve azot atomlarından oluşan, sp^2 ve sp^3 hibritleşmesine bağlı farklı kristal ve bağ yapıları sergileyen ileri bir seramik nanomalzemedir. Yüksek termal iletkenlik, elektriksel yalıtkanlık, geniş bant aralığı (≈5–6 eV), kimyasal inertlik ve termal kararlılık gibi üstün özellikleri nedeniyle ileri teknoloji uygulamalarında önemli bir potansiyele sahiptir. BN; heksagonal (h-BN), kübik (c-BN), rombohedral (r-BN) ve wurtzit (w-BN) olmak üzere başlıca dört kristal yapıda bulunmakta ve boyutsal açıdan bor nitrür kuantum noktaları (BNQDs), nanotüpler (BNNTs), nanosheet/nanofilmler (BNNSs) ve üç boyutlu gözenekli yapılar şeklinde sınıflandırılmaktadır. Bu yapıların morfolojik, kristalografik ve kimyasal özellikleri başta TEM, SEM, EDS ve XRD olmak üzere çeşitli ileri karakterizasyon teknikleri kullanılarak belirlenmektedir.

Bor nitrür fazları arasında özellikle h-BN ve c-BN, sahip oldukları özgün fiziksel ve kimyasal özellikler nedeniyle öne çıkmaktadır. Tabakalı yapıya sahip h-BN, yüksek termal ve kimyasal kararlılığı ile üstün elektriksel yalıtkanlık özellikleri sayesinde elektronik, enerji, sensör ve biyomedikal uygulamalarda değerlendirilmektedir. Buna karşılık c-BN, sp^3 hibritleşmiş bor ve azot atomlarının çinko blende tipi ABCABC istiflenmesiyle oluşan üç boyutlu bir kristal yapıya sahiptir. Yüksek sertlik, termal kararlılık ve kimyasal dayanım özellikleri nedeniyle c-BN, elmastan sonra en yüksek sertliğe sahip malzemeler arasında yer almakta ve özellikle ileri mühendislik uygulamalarında önem taşımaktadır.

c-BN ilk olarak Wentorf tarafından 1957 yılında h-BN'nin yüksek basınç ve sıcaklık koşullarında dönüştürülmesiyle sentezlenmiştir. Literatürde, uygun termodinamik koşullar altında h-BN'nin yaklaşık 6 GPa basınç ve 1470–1720 K sıcaklık aralığında c-BN fazına dönüşebildiği bildirilmektedir. Bu faz dönüşümü, BN esaslı malzemelerin yüksek mekanik dayanım, termal kararlılık ve kimyasal direnç gibi üstün özelliklerinin geliştirilmesine olanak sağlamakta ve söz konusu malzemelerin ileri mühendislik ve teknolojik uygulamalardaki kullanım alanlarını genişletmektedir (Kushwah et al., 2026; Wentorf, 1957; Belge & Kurt, 2024).



Şekil 5. Elmas ve kübik bor nitrürün kristal yapıları(Belge & Kurt., 2024; McLean & Alister, 2023)**.**

Hegzagonal bor nitrür (h-BN), yüksek basınç altında sp^2 hibritleşmiş B–N bağlarının sp^3 yapıya dönüşmesiyle farklı kristal fazlar oluşturabilmektedir. Ortam sıcaklığında yüksek basınç uygulandığında h-BN'nin ağırlıklı olarak wurtzit bor nitrür (w-BN) fazına dönüştüğü ve bu yapının yüksek sertlik potansiyeline sahip olduğu bildirilmektedir (Bayda et al., 2020).

Bor nitrürün farklı boyutlardaki nanoyapıları arasında BN kuantum noktaları (BNQDs), bor nitrür nanotüpler (BNNTs) ve bor nitrür nanosheetleri (BNNSs) öne çıkmaktadır. BNQDs; kuantum sınırlama etkileri, mavi fotolüminesans, düşük toksisite ve biyouyumluluk özellikleri nedeniyle optoelektronik ve biyomedikal uygulamalarda değerlendirilmektedir. BNNT'ler ise yüksek mekanik dayanım, termal ve kimyasal kararlılıkları sayesinde özellikle enerji depolama sistemlerinde potansiyel kullanım alanına sahiptir (Kushwah et al., 2026).

İki boyutlu BNNS'ler, yüksek termal iletkenlik ve elektriksel yalıtkanlık özellikleri nedeniyle kompozit ve enerji uygulamalarında önem taşımaktadır. Bu yapılar eksfoliasyon ve kimyasal buhar biriktirme gibi yöntemlerle üretilebilmekte olup, sentez koşullarının nanosheetlerin boyut, kalınlık ve morfolojisi üzerindeki kontrolü malzemenin performansı açısından belirleyici olmaktadır (Wadhwa et al., 2024).

5.2. Bor Nitrürün Temel Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Gelişen teknolojiler ve artan enerji talebi doğrultusunda, yenilenebilir enerji kaynaklarının etkin entegrasyonu ve sürdürülebilir enerji depolama sistemlerinin geliştirilmesi stratejik bir gereklilik hâline gelmiştir. Yakıt hücreleri, yeniden şarj edilebilir bataryalar ve süperkapasitörler (SC), yüksek enerji dönüşüm ve depolama potansiyelleri nedeniyle öne çıkan elektrokimyasal enerji teknolojileri olup, elektrot, elektrolit, ayırıcı, katalizör ve iletken taşıyıcılar bu sistemlerin temel fonksiyonel bileşenlerini oluşturmaktadır (Maity et al., 2025). Bu bileşenlerin performansının artırılmasına yönelik malzeme geliştirme çalışmaları kapsamında, yüksek termal iletkenlik, elektriksel yalıtkanlık, geniş bant aralığı, kimyasal kararlılık ve üstün mekanik dayanım gibi özellikleri bir arada sunan bor nitrür (BN) esaslı nanomalzemeler önemli bir potansiyele sahiptir. Özellikle bu özelliklerin enerji depolama ve dönüşüm sistemlerinin yanı sıra elektrikli ve hibrit elektrikli araçlarda kullanılan batarya, güç elektroniği ve termal yönetim bileşenlerinin performans, güvenlik ve dayanıklılığının geliştirilmesine önemli katkı sağlayabileceği değerlendirilmektedir.

6. ELEKTRİKLİ VE HİBRİT ELEKTRİKLİ ARAÇLARDA BOR NİTRÜR UYGULAMALARI

6.2. Lityum-iyon Batarya Bileşenlerinde Bor Nitrür

Lityum-iyon ve lityum-metal bataryalarda enerji ve güç yoğunluğunun artırılması; termal yönetim, elektrokimyasal kararlılık ve güvenlik açısından yeni tasarım gereksinimleri doğurmaktadır. Bu kapsamda yüksek

termal iletkenlik, termal ve kimyasal kararlılık, mekanik dayanım ve elektriksel yalıtkanlık gibi özellikleri nedeniyle bor nitrür (BN) ve türevleri, batarya bileşenlerinin performans ve güvenliğinin geliştirilmesinde umut vadeden malzemeler arasında yer almaktadır (Rahman et al., 2025; Sciatti et al., 2026).

Anotlarda BN kullanımı: Hegzagonal bor nitrür (h-BN), düşük elektronik iletkenliği ve sınırlı elektrokimyasal aktivitesi nedeniyle tek başına aktif anot malzemesi olarak kullanım açısından kısıtlıdır. Bununla birlikte, grafen, MXene, MOF ve Si gibi iletken veya elektrokimyasal olarak aktif fazlarla kompozitleştirilmesi; elektron/iyon taşınımını, yapısal kararlılığı ve lityum depolama performansını iyileştirebilmektedir (Mateti et al., 2023). Ayrıca BN tabanlı ara yüzeylerin lityum-metal anotlarda dendrit oluşumunu baskıladığı, Li^+ taşınımını düzenlediği ve daha homojen lityum çökelmesini desteklediği bildirilmiştir (Yan et al., 2014; Wang et al., 2024). Bu nedenle BN'nin özellikle lityum-metal anotlarda koruyucu ve fonksiyonel ara yüzey malzemesi olarak kullanımı önem taşımaktadır.

Elektrolitlerde BN kullanımı: BN ve bor nitrür nanotüplerin (BNNT) sıvı, jel ve katı polimer elektrolitlere ilavesi; iyonik iletkenlik, Li^+ taşınımı, termal kararlılık ve mekanik dayanımın geliştirilmesine katkı sağlayabilmektedir. Özellikle BNNT katkılı $LiPF_6$/EC-DMC elektrolitlerinde uygun katkı oranının iyonik iletkenliği ve elektrokimyasal performansı artırdığı gösterilmiştir (Yadav et al., 2023, 2024). Benzer şekilde, PVDF/PEO veya PVDF-HFP esaslı BN içeren polimer elektrolitlerde mekanik ve termal kararlılığın artırıldığı, Li^+ transferinin iyileştirildiği ve lityum dendrit oluşumunun sınırlandırıldığı rapor edilmiştir (Ho et al., 2024).

Ayırıcılarda BN kullanımı: Geleneksel polimerik ayırıcıların yüksek sıcaklıklarda büzülmesi ve mekanik dayanımının yetersiz kalması, iç kısa devre ve termal kaçak riskini artırmaktadır. BN ve BNNT kaplamaları ise ayırıcıların termal kararlılığını, mekanik dayanımını ve iyonik iletkenliğini geliştirebilmektedir. PDA/h-BN modifiye aramid esaslı ayırıcılarda yüksek mekanik dayanım, düşük termal büzülme ve yüksek kapasite korunumu elde edilirken (Lee et al., 2025), BNNT kaplı PE ayırıcıların farklı sıcaklıklarda iyonik iletkenlik, hızlı şarj kabiliyeti ve çevrim kararlılığını iyileştirdiği bildirilmiştir (Jung et al., 2025).

BN'nin düşük elektronik iletkenlik gibi intrinsik sınırlamaları uygun kompozitleştirme ve ara yüzey mühendisliği yöntemleriyle aşılabilmektedir. BN ve BN türevleri; anotlarda dendrit kontrolü ve ara yüzey stabilizasyonu, elektrolitlerde iyon taşınımı ve mekanik/termal kararlılık, ayırıcılarda ise termal dayanım ve güvenliğin artırılması açısından çok işlevli malzeme platformları olarak değerlendirilmektedir.

6.2.1. Batarya Termal Yönetim Sistemlerinde Bor Nitrür (BN)

Lityum iyon bataryalarda şarj ve deşarj süreçlerinde açığa çıkan ısının etkin biçimde yönetilmesi; batarya güvenliği, çevrim ömrü, güvenilirliği ve performansının korunması açısından kritik öneme sahiptir. Bu kapsamda bor nitrür (BN) ve türevlerinin yüksek ısıl iletkenlik, elektriksel yalıtkanlık ve termal kararlılık özellikleri, batarya termal yönetim sistemlerinde kullanımını önemli bir araştırma konusu hâline getirmiştir.

Literatürde BN katkısının farklı termal yönetim yöntemlerindeki etkinliği ortaya konmuştur. Asna ve Sajith (2026), BN nanosheet içeren dielektrik nanofluid kullanarak doğrudan sıvı soğutma gerçekleştirmiş ve BN katkısının ısı transferini iyileştirerek batarya sıcaklığını yaklaşık 5 °C azaltabildiğini göstermiştir. Khan ve ark. (2026), parafin/genişletilmiş grafit esaslı faz değişimli malzemeye h-BN ilavesinin yüksek şarj/deşarj hızlarında sıcaklık kontrolünü geliştirdiğini ve 5C koşulunda maksimum sıcaklığı 58,8 °C'nin altında tuttuğunu belirlemiştir. Nasinathan ve Rajaram (2025) ise h-BN nanosheet içeren kompozit faz değişim malzemelerinin batarya sıcaklığını ve sıcaklık farklarını azaltarak termal homojenliği iyileştirdiğini ortaya koymuştur. Zhou ve ark. (2025) tarafından geliştirilen PDMS/BN/EG/MP kompoziti ise 1,16 W/m·K ısıl iletkenlik sağlayarak 3C deşarj koşulunda batarya maksimum sıcaklığını 45,43 °C'ye düşürmüştür.

Genel olarak bu çalışmalar, BN ve h-BN esaslı malzemelerin sıvı soğutma, faz değişimli malzemeler ve polimerik kompozitler gibi farklı batarya termal yönetim yaklaşımlarında ısı transferini ve sıcaklık homojenliğini iyileştirme potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla BN tabanlı malzemelerin kullanımı, elektrikli ve hibrit

elektrikli araç bataryalarının termal güvenliği ve çalışma performansının geliştirilmesine yönelik etkili bir yaklaşım olarak değerlendirilmektedir.

6.3. Güç Elektroniğinde Bor Nitrür (BN)

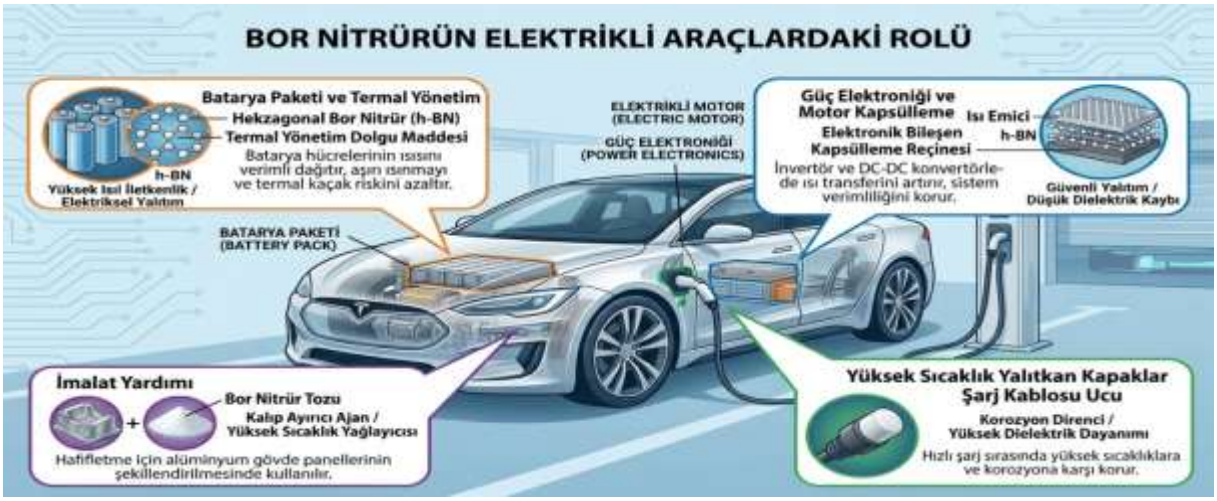
Güç elektroniği sistemlerinde invertör, dönüştürücü ve motor sürücüleri gibi yüksek güçte çalışan bileşenlerin oluşturduğu ısının etkin biçimde uzaklaştırılması, sistem performansı ve güvenilirliğinin sürdürülebilmesi açısından kritik öneme sahiptir. Bu kapsamda, yüksek ısıl iletkenliği, elektriksel yalıtkanlığı ve yüksek sıcaklık kararlılığı nedeniyle bor nitrür (BN), güç elektroniği uygulamalarında termal yönetim için umut vadeden bir malzeme olarak değerlendirilmektedir (Jiang & Mu, 2024; García-Hernández et al., 2025).

Literatürde BN esaslı kompozitlerin mekanik, elektriksel ve termal özellikleri birlikte iyileştirebildiği gösterilmiştir. Geesala et al. (2026), borosilikat cam/h-BN nanokompozitinde %1,0 h-BN katkısıyla kırılma tokluğu ve dielektrik dayanımının önemli ölçüde arttığını, bununla birlikte dielektrik sabitinin azaldığını bildirmiştir. Kim et al. (2025) ise h-BN ve SiC nanopartiküllerinin hibrit kullanımının yüksek termal iletkenlik sağlarken termal anizotropiyi azalttığını ve daha homojen ısı dağılımına katkıda bulunduğunu ortaya koymuştur. Zhang et al. (2022) tarafından geliştirilen h-BN/epoksi kompozitinde ise yaklaşık %11,9 dolgu oranında mekanik dayanım ve termal iletkenlikte belirgin artış elde edilmiştir. Genel olarak bu çalışmalar, BN ve BN esaslı hibrit kompozitlerin güç elektroniği bileşenlerinde termal yönetim, elektriksel yalıtım ve mekanik dayanım gereksinimlerini eş zamanlı olarak karşılayabilecek çok işlevli malzemeler olduğunu göstermektedir.

6.4. Elektrik Motorlarında Bor Nitrür (BN)

Elektrik motorları, hibrit ve elektrikli araçların en önemli ve temel bileşenlerinden biri olarak değerlendirilmektedir. Elektrikli motorların daha yüksek tork, hız ve güç yoğunluğu sağlayacak şekilde geliştirilmesi gerekliliği, bu sistemlerde oluşan ısının etkin bir biçimde yönetilmesini kritik hâle getirmektedir. Bu doğrultuda, motorların performansını, dayanıklılığını ve güvenilirliğini korumak amacıyla termal yönetim hem endüstriyel hem de akademik araştırmalarda önemli bir araştırma ve geliştirme alanı olarak öne çıkmaktadır (Wang et al., 2022). Elektrik motorlarında termal yönetimin iyileştirilmesine yönelik olarak; stator, sargılar ve rotorun soğutulmasında hava soğutma ve sıvı soğutma temelli çeşitli teknikler kullanılmaktadır. Hava soğutma yöntemleri arasında doğal ve zorlamalı hava soğutmanın yanı sıra hava püskürtmeli soğutma; sıvı soğutma yöntemleri arasında ise su/yağ ceketli soğutma, jet püskürtmeli soğutma, püskürtmeli soğutma, daldırma soğutma ve yarık kanallı zorlamalı konveksiyon soğutma teknikleri yer almaktadır (Wang et al., 2022; Wang et al., 2026). Bu farklı termal yönetim yaklaşımları, elektrik motorlarında oluşan ısının etkin bir şekilde uzaklaştırılmasını sağlayarak yüksek güç yoğunluğu ve çalışma hızlarında motor performansının, güvenilirliğinin ve kullanım ömrünün korunmasına katkıda bulunmaktadır.

Zhang ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada, elektrikli araç motorlarında güç yoğunluğunun ve yüksek gerilimli sistemlerin geliştirilmesine yönelik çalışmalarında, epoksi reçinenin (EP) termal ve elektriksel yalıtım özelliklerini iyileştirmek amacıyla h-BN, Al_2O_3 ve poliakrilik asit (PAA) kullanarak kompozit yalıtım malzemeleri geliştirmiştir. Geleneksel EP'nin düşük termal iletkenliğini (0,176 W/(m·K)) artırmak amacıyla farklı dolgu oranları değerlendirilmiş ve en uygun bileşim %30 h-BN + %50 Al_2O_3 + %4 PAA/EP olarak belirlenmiştir. Bu kompozitin termal iletkenliği 1,881 W/(m·K) ile saf EP'ye kıyasla 10,69 kat artarken, delinme dayanımı 196,4 kV/mm, hacimsel özdirenci 3,57 × 10^6 Ω·m, çekme dayanımı 25,4 MPa ve kopma uzaması %1,65 olarak belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar, geliştirilen h-BN/Al_2O_3/PAA/EP kompozitinin yüksek termal iletkenlik ve elektriksel yalıtım özelliklerini bir arada sunarak elektrikli araç motorları ve yüksek gerilimli enerji sistemlerinde kullanılabilecek potansiyel bir yalıtım malzemesi olduğunu göstermektedir (Zhang et al., 2025).



Şekil 6. Bor nitrürün elektrikli araçlardaki kullanım alanları (yapay zeka destekli).

7. SONUÇ

Bor nitrür (BN), özellikle yüksek termal kararlılığı, termal iletkenliği ve elektriksel yalıtkanlığı sayesinde elektrikli ve hibrit elektrikli araçlarda batarya, güç elektroniği ve elektrik motoru bileşenleri için stratejik bir malzeme olarak öne çıkmaktadır. Hegzagonal bor nitrür (h-BN), bataryalarda ısıl yönetimin iyileştirilmesi, aşırı ısınmanın ve termal kaçak riskinin azaltılması, ayrıca elektrokimyasal performansın geliştirilmesi amacıyla elektrot ve ara yüz malzemesi olarak değerlendirilmektedir. BN'nin parafin ve genişletilmiş grafit gibi malzemelerle oluşturduğu kompozitler ise batarya termal yönetiminde etkin faz değiştiren malzemeler olarak yüksek ısıl performans sergilemektedir.

Güç elektroniği ve elektrik motoru uygulamalarında BN, polimer matrislere yüksek termal iletkenlik, elektriksel yalıtım, mekanik dayanım ve alev geciktiricilik kazandırarak ısı transferinin iyileştirilmesine katkı sağlamaktadır. Bununla birlikte, yüksek üretim maliyeti, polimer matris içerisindeki dispersiyon güçlükleri, yüksek dolgu gereksinimi ve üretim süreçlerinin ölçeklendirilmesi BN esaslı malzemelerin yaygın kullanımını sınırlamaktadır. Bu nedenle düşük maliyetli üretim, düşük dolgu oranlarında yüksek termal iletkenlik ve sürekli ısıl iletim ağlarının geliştirilmesi öncelikli araştırma konuları olarak değerlendirilmektedir. Türkiye'nin zengin bor kaynakları dikkate alındığında, yerli BN ve BN-polimer kompozitlerinin geliştirilmesi; stratejik malzemelerin yerlileştirilmesi, yüksek katma değerli ürünlere dönüştürülmesi ve elektrikli araç teknolojilerinde ticarileştirilmesi açısından önemli bir potansiyel sunmaktadır.

KAYNAKÇA

Admase, A. T., Asrade, E. D., & Fanta, S. W. (2025). A comprehensive review on energy storage materials & technologies: applications of nanofabrication techniques for enhanced performance and efficiency. In *Materials for Renewable and Sustainable Energy* (Vol. 14, Number 3). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. https://doi.org/10.1007/s40243-025-00329-3

Asna, A. P., & Sajith, V. (2026). Experimental and numerical investigation of stable boron nitride nanosheet-based dielectric nanofluids for immersion cooling of lithium-ion batteries. *Applied Thermal Engineering*, *302*(March), 132088. https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2026.132088

Bayda, S., Adeel, M., Tuccinardi, T., Cordani, M., & Rizzolio, F. (2020). The history of nanoscience and nanotechnology: From chemical-physical applications to nanomedicine. *Molecules*, *25*(1), 1–15. https://doi.org/10.3390/molecules25010112

Belge, A., Kurt, K. (2024b). *Mangan destekli bor nitrür nanopartiküllerin sentezi ve karakterizasyonu*.

Benevieri, A., Carbone, L., Cosso, S., Kumar, K., Marchesoni, M., Passalacqua, M., & Vaccaro, L. (2021). Series Architecture on Hybrid Electric Vehicles: A Review. Energies, 14(22), 7672. https://doi.org/10.3390/en14227672

Challoob, A. F., Bin Rahmat, N. A., A/L Ramachandaramurthy, V. K., & Humaidi, A. J. (2024). Energy and battery management systems for electrical vehicles: A comprehensive review & recommendations. *Energy Exploration and Exploitation*, *42*(1), 341–372. https://doi.org/10.1177/01445987231211943

Devi, L. R., Sreekumar, S., Bhakar, R., G., D., & Padmanaban, S. (2025). Electric motor modeling, analysis, and design for E-mobility applications: A state of the art. *E-Prime - Advances in Electrical Engineering, Electronics and Energy*, *12*(November 2024), 100985. https://doi.org/10.1016/j.prime.2025.100985

Dmitri Golberg, Y. B. (2010). *Boron nitride nanotubes and nanosheets*. *4*(6), 2979–2993. http://www.nanoarchive.org/3950/

Enang, W., & Bannister, C. (2017). Modelling and control of hybrid electric vehicles (A comprehensive review). *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *74*, 1210–1239. https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.01.075

Esmaeilian, B., Xiao, Y., Goyal, G. K., Zuo, L., Chen, L., & Behdad, S. (2026). Electric Vehicle Batteries Recycling: A Review. *Waste Management*, *212*(November 2025), 115302. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2025.115302

Gao, Y., Xu, X., Liang, C., Lian, Y., & Ling, H. (2026a). A comprehensive review of thermal management for electric vehicles: Subsystem technologies, integrated architectures, and advanced controls. *Journal of Energy Storage*, *151*(December 2025), 120263. https://doi.org/10.1016/j.est.2025.120263

Gao, Y., Xu, X., Liang, C., Lian, Y., & Ling, H. (2026b). A comprehensive review of thermal management for electric vehicles: Subsystem technologies, integrated architectures, and advanced controls. *Journal of Energy Storage*, *151*(May 2025), 120263. https://doi.org/10.1016/j.est.2025.120263

García-Hernández Z, Molina-Ramírez O, Rivera-Salinas JE, Sifuentes-Nieves I, González-Morones P, H.-H. E. (2025). Boron nitride: The key material in polymer composites for electromobility. *Polym Compos*, *46*. https://doi.org/10.1002/pc.29106

García-Hernández, Z., Molina-Ramírez, O., Rivera-Salinas, J. E., Sifuentes-Nieves, I., González-Morones, P., & Hernández-Hernández, E. (2025). Boron nitride: The key material in polymer composites for electromobility. In *Polymer Composites* (Vol. 46, Number 3, pp. 1976–2029). John Wiley and Sons Inc. https://doi.org/10.1002/pc.29106

Ge, X., Chen, Y., Liu, W., Zhang, G., Li, X., Ge, J., & Li, C. (2022). Liquid cooling system for battery modules with boron nitride based thermal conductivity silicone grease. *RSC Advances*, *12*(7), 4311–4321. https://doi.org/10.1039/d1ra08929c

Geesala, A., Thangi, L. K., Merka, B., Arcot, Y., & Akbulut, M. E. S. (2026). Infusion of 2D Hexagonal Boron Nitride Nanosheets into Glass Dielectric PCBs for Enhanced Fracture Toughness, Dielectric Performance, and Solder Wettability in Semiconductor Packaging [Research-article]. *ACS Applied Engineering Materials*, *4*(4), 1946–1957. https://doi.org/10.1021/acsaenm.6c00182

Gökciler, O. C., & Geren, N. (2026). An Approach to Selection and Evaluation of Battery Enclosure Materials for Electric Vehicles. *International Journal of Automotive Science and Technology*, *10*(1), 64–75. https://doi.org/10.30939/ijastech..1830219

Gong, J., Li, L., & Gong, J. (2025). Hybrid cooling systems for suppressing thermal runaway propagation in a lithium-ion battery module. *Thermal Science and Engineering Progress*, *64*(June), 103845. https://doi.org/10.1016/j.tsep.2025.103845

Hamza, H., Rusli, J. R., & Jarndal, A. (2026). GaN HEMTs for Electric Vehicle Power Electronics: Device Architectures, Reliability and Next-Generation Wide Bandgap Opportunities. *Energies*, *19*(7), 1–47. https://doi.org/10.3390/en19071752

Hasan, M. M., Haque, R., Jahirul, M. I., Rasul, M. G., Fattah, I. M. R., Hassan, N. M. S., & Mofijur, M. (2025). Advancing energy storage: The future trajectory of lithium-ion battery technologies. *Journal of Energy Storage*, *120*(January), 116511. https://doi.org/10.1016/j.est.2025.116511

Ho, K., Liu, Y., Hwang, D. K., & Zarrin, H. (2024). Boron Nitride Nanosheet-Based Gel Polymer Electrolytes for Stable Lithium Metal Batteries. *ACS Applied Nano Materials*, *7*(9), 10829–10839. https://doi.org/10.1021/acsanm.4c01121

Hosseini Salari, A., Mirzaeinejad, H., & Fooladi Mahani, M. (2023). A new control algorithm of regenerative braking management for energy efficiency and safety enhancement of electric vehicles. *Energy Conversion and Management*, *276*(December 2022), 116564. https://doi.org/10.1016/j.enconman.2022.116564

Hu, D., Qiu, C., Lu, D., Wang, J., Huang, H., & Xue, H. (2024). An intelligent thermal comfort control strategy for air conditioning of fuel cell vehicles. *Applied Thermal Engineering*, *248*(February), 123286. https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2024.123286

Huynh, T. Q., & Pham, T. L. (2026). Boron nitride nanotubes for next-generation battery systems. *EES Batteries*, *2*(3), 828–834. https://doi.org/10.1039/d6eb00016a

Hwang, F. S., Confrey, T., Reidy, C., Picovici, D., Callaghan, D., Culliton, D., & Nolan, C. (2024). Review of battery thermal management systems in electric vehicles. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *192*(December 2022), 114171. https://doi.org/10.1016/j.rser.2023.114171

Ikhlef, C., Rajpurohit, j., Reddy, A.K.M.R., Zaghib, K. (2026). *Water-Soluble Binders for Graphite Anode in Lithium-Ion Batteries*. Batteries. https://doi.org/10.3390/batteries12080277

Jayaprabakar, J., Kumar, J. A., Parthipan, J., Karthikeyan, A., Anish, M., & Joy, N. (2023). Review on hybrid electro chemical energy storage techniques for electrical vehicles: Technical insights on design, performance, energy management, operating issues & challenges. Journal of Energy Storage, 72, 108689. https://doi.org/10.1016/j.est.2023.108689

Madrid.J.A. (2023). Electric and Hybrid Vehicle Battery Technologies: Advancements and Challenges. *International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology*, 803–807.

https://doi.org/10.48175/ijarsct-11960

Jiang, M., Li, D., Li, Z., Chen, Z., Yan, Q., Lin, F., Yu, C., Jiang, B., Wei, X., Yan, W., & Yang, Y. (2024). Advances in battery state estimation of battery management system in electric vehicles. *Journal of Power Sources*, *612*(June), 361005. https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2024.234781

Jiang, Y., & Mu, W.B. Hu, L. S. and T. L. (2024). "Demonstration of a SiC Power Module with Integrated Hexagonal Boron Nitride (h-BN) Substrate for Direct-cooling,." *IEEE Energy Conversion Congress and Exposition (ECCE)*. https://doi.org/10.1109/ECCE55643.2024.10860822.

Jung, J. H., Yanar, N., Yang, M. J., Kandula, S., Yadav, D., Kim, T. Y. S., Shim, J. H., Doo, S., & Kim, J. (2025). Improved electrochemical performance of Li-ion pouch cells with boron nitride nanotube-coated separators. *Journal of Power Sources*, *628*(July 2024), 235938. https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2024.235938

Kakarla, A. B., & Kong, I. (2022). In Vitro and In Vivo Cytotoxicity of Boron Nitride Nanotubes: A Systematic Review. *Nanomaterials*, *12*(12). https://doi.org/10.3390/nano12122069

Khan, I., Jan, W., Iftikhar, F. J., Sheraz, M., Abbasi, M. Z., Tareen, W. U. K., Rathore, M. F., & Chuah, T. C. (2026). Required properties of separators for lithium-ion batteries: A systematic review. *Results in Engineering*, *30*(February), 111067. https://doi.org/10.1016/j.rineng.2026.111067

Khan, S. A., Thakur, A. K., Asim, M., Dong, K., Ahamed, M. S., Mubashir, M., & Zhao, J. (2026). Hexagonal boron nitride-based composite PCM for battery thermal management given fast charging/discharging applications. Journal of Energy Storage, 141, 119407.

Khan, S. A., Asim, M., Thakur, A. K., Alshahrani, M. Y., Cheng, C. K., & Zhao, J. (2026). Experimental investigation of gallium and hexagonal boron nitride composite-based PCM for battery thermal management. *Thermal Science and Engineering Progress*, *76*(January), 104822. https://doi.org/10.1016/j.tsep.2026.104822

Kim, W. J., An, M. R., & Park, S. H. (2025). Reduced Anisotropic in Thermal Conductivity of Polymer Composites via Chemically Bonded BN–SiC Hybrid Fillers. *Polymers*, *17*(19). https://doi.org/10.3390/polym17192580

Kinoti, E., Mosetlhe, T. C., & Yusuff, A. A. (2024). Multi-Criteria Analysis of Electric Vehicle Motor Technologies: A Review. *World Electric Vehicle Journal*, *15*(12). https://doi.org/10.3390/wevj15120541

Kushwah, R., Alamir, S. G., Al-Sulaimi, S., Al-Harrasi, A., & Ibrahim, A. E. (2026). Multifaceted boron nitride nanomaterials: a comprehensive review of synthesis, property engineering and multidisciplinary applications. *RSC Advances*, *16*(9), 7777–7802. https://doi.org/10.1039/d5ra09482h

Lakshmaiya, N. (2026). Data-driven diffusion framework for electric vehicle battery thermal management integrating probabilistic hotspot prediction and adaptive cooling control under aging dynamics. *Applied Thermal Engineering*, *300*(April), 131409. https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2026.131409

Le, T. D., Tong, L. X., & Lee, M. Y. (2026). Nanofluid-Based Cooling Strategies for Intelligent BTMSs in Electric Vehicles: Recent Advances, Thermal Safety, and Control-Oriented Architectures. *Electronics (Switzerland)*, *15*(11), 1–45. https://doi.org/10.3390/electronics15112445

Lee, J., Yoon, J., Jeon, M., & Oh, S. G. (2025). Aramid-based composite nanofiber separator coated with thermal conductive layer containing hexagonal boron nitride for stable lithium metal batteries from dendritic Li growth. *Chemical Engineering Journal*, *510*(March), 161692. https://doi.org/10.1016/j.cej.2025.161692

Lei, Y. Z., & Sun, D. X. (2026). Tailoring Thermal Conductivity Anisotropy in Poly(vinylidene fluoride)/Boron Nitride Nanosheet Composites via Processing-Induced Filler Orientation. *Polymers*, *18*(2), 1–16. https://doi.org/10.3390/polym18020291

Li, X., & Wang, R. (2025). Corrigendum to "Towards integrated thermal management systems in battery electric vehicles: A review" [eTransportation 24 (2025) 100396](S2590116825000037)(10.1016/j.etran.2025.100396). *ETransportation*, *24*(March), 100413. https://doi.org/10.1016/j.etran.2025.100413

Liu, J., Yadav, S., Salman, M., Chavan, S., & Kim, S. C. (2024). Review of thermal coupled battery models and parameter identification for lithium-ion battery heat generation in EV battery thermal management system. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, *218*(September 2023), 124748. https://doi.org/10.1016/j.ijheatmasstransfer.2023.124748

Liu, J., Zhuo, K., Chen, B., Ge, X., Yu, J., Zeng, D., Li, Y., Qu, M., Zeng, S., You, S., Xie, X., & Liu, H. (2026). Thermal management properties of BN/paraffin/expanded graphite composite phase change materials for cylindrical 21700 Li-ion battery. *Thermal Science and Engineering Progress*, *70*(January), 104516. https://doi.org/10.1016/j.tsep.2026.104516

Luo, K., Yi, L., Chen, X., Yang, L., Zou, C., Tao, X., Li, H., Wu, T., & Wang, X. (2021). PVDF-HFP-modified gel polymer electrolyte for the stable cycling lithium metal batteries. *Journal of Electroanalytical Chemistry*, *895*(June), 115462. https://doi.org/10.1016/j.jelechem.2021.115462

M. Li, S. Han, C. Dan, T. Wu, F. You, X. Jiang, Y. Wu, Z.-M. Dang. (2025). Boron Nitride-Polymer Composites with High Thermal Conductivity: Preparation, Functionalization Strategy and Innovative Structural Regulation. *Small*, *21*. https://doi.org/10.1002/smll.202412447

Macharia, V. M., Garg, V. K., & Kumar, D. (2023). A review of electric vehicle technology: Architectures, battery technology and its management system, relevant standards, application of artificial intelligence, cyber security, and interoperability challenges. IET Electrical Systems in Transportation, 13(2), e12083.

Maity, C. K., Acharya, S., De, S., Sahoo, S., Kim, M. J., & Nayak, G. C. (2025). Boron nitride, a versatile nanostructure: Advances in synthesis, modifications, and energy storage applications. *Journal of Power Sources*, *653*(March), 237759. https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2025.237759

Mariprasath, T., Esakkiappan, K., Ali, S. M., Natarajan, M., Zneid, B. A., & Rubanenko, O. (2026). A system-level critical assessment of electric mobility integrating electric vehicle powertrains, advanced battery technologies, grid impacts, artificial intelligence, and sustainability. *Energy Exploration and Exploitation*, *44*(4), 2097–2157. https://doi.org/10.1177/01445987261420536

Masud Rana, M., Mahfuz Alam, S. M., Allahma Rafi, F., Bashu Deb, S., Agili, B., He, M., & Hasan Ali, M. (2025). Comprehensive Review on the Charging Technologies of Electric Vehicles (EV) and Their Impact on Power Grid. *IEEE Access*, *13*(January), 35124–35156. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2025.3538663

Mateti, S., Sultana, I., Chen, Y., Kota, M., & Rahman, M. M. (2023). Boron Nitride-Based Nanomaterials: Synthesis and Application in Rechargeable Batteries. *Batteries*, *9*(7). https://doi.org/10.3390/batteries9070344

Mazumder, M. R. H., Mathews, L. D., Mateti, S., Salim, N. V., Parameswaranpillai, J., Govindaraj, P., & Hameed, N. (2022). Boron nitride based polymer nanocomposites for heat dissipation and thermal management applications. *Applied Materials Today*, *29*(November), 101672. https://doi.org/10.1016/j.apmt.2022.101672

McLean, B., Page, A.J. (2023). *Boron Nitride Nanomaterials*. ISBN: 9789814968232 (Kitap)

Mittal, V., & Shah, R. (2024). Energy Management Strategies for Hybrid Electric Vehicles. *13th International Conference on Renewable Energy Research and Applications, ICRERA 2024*, 1175–1185. https://doi.org/10.3390/wevj15090424

Mohammed, S. A. Q., Almuhaini, M. M., & Abido, M. A. (2026). Emerging Efficiency Enhancement Strategies for Electric Motor Drives in Electric Vehicles: A Comprehensive Review. *IEEE Access*, *14*(March), 33581–33599.

https://doi.org/10.1109/ACCESS.2026.3668367

Naseem, H., & Seok, J. K. (2025). Recent Advances in Bidirectional Converters and Regenerative Braking Systems in Electric Vehicles. *Actuators*, *14*(7), 1–34. https://doi.org/10.3390/act14070347

Nasinathan, R., & Rajaram, K. (2025). Measurement of thermal properties and passive cooling of lithium-ion batteries using h-BNNSs and MXene based composite phase change material. *Journal of Energy Storage*, *132*(June), 117809. https://doi.org/10.1016/j.est.2025.117809

Nekahi, A., Kumar M.R., A., Xia, Deng, S., & Zaghib, K. (2024). Sustainable LiFePO4 and LiMnxFe1-xPO4 (x=0.1–1) cathode materials for lithium-ion batteries: A systematic review from mine to chassis. *Materials Science and Engineering R: Reports*, *159*(May). https://doi.org/10.1016/j.mser.2024.100797

Okhueleigbe, V. O., & Bello, A. Y. (2025). An Overview of Integrating Power Electronic Systems and Advanced Control Methods For Ultra-Fast Electric Vehicle (EV) Charging Stations in Independent Microgrids. *Path of Science*, *11*(5), 2001. https://doi.org/10.22178/pos.117-1

Pan, Y., Zhong, K., Xie, Y., Pan, M., Guan, W., Li, L., Liu, C., Man, X., Zhang, Z., & Li, M. (2025). A Review of Hybrid Vehicles Classification and Their Energy Management Strategies: An Exploration of the Advantages of Genetic Algorithms. *Algorithms*, *18*(6). https://doi.org/10.3390/a18060354

Pathak, S., Parmar, P., Patankar, N., & Patankar, Y. (2026). Material Selection for Lightweight Electric Vehicle Battery Pack Enclosures. *International Research Journal of Innovation in Science and Technology*, *1*(3), 36–41. https://doi.org/10.67308/irjist.069

Rahman, M. A., Reddy, G. M. V., Chatterjee, R., Hait, S., Hasnain, S. M. M., Paramasivam, P., & Dabelo, L. H. (2025). Energy Sources and Thermal Management Technologies for Electric Vehicle Batteries: A Technical Review. *Global Challenges*, *9*(7), 1–29. https://doi.org/10.1002/gch2.202500083

Santis, M., Giusti, I., Poli, F., Piancastelli, L., & Liverani, A. (2026). Design and production trade-offs in lithium-ion batteries from cell formats to electric vehicles. *Cell Reports Physical Science*, *7*(3), 103162. https://doi.org/10.1016/j.xcrp.2026.103162

Sathe, S. R., Masal, S. S., Kakade, S. L., Yelatwar, S., & Jagtap, P. S. J. (2022). Regenerative Braking System: A Review. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, *10*(5), 1390–1392. https://doi.org/10.22214/ijraset.2022.42551

Sciatti, F., Tamburrano, P., Distaso, E., Amirante, R., Radogna, A. V., Morciano, A., & Grassi, G. (2026). A comprehensive overview of lithium-ion batteries for electric vehicles: Materials, performance, safety, recycling, and emerging technologies. *Journal of Energy Storage*, *144*(November 2025), 119694. https://doi.org/10.1016/j.est.2025.119694

Shao, L., Karci, A. E. H., Tavernini, D., Sorniotti, A., & Cheng, M. (2020). Design Approaches and Control Strategies for Energy-Efficient Electric Machines for Electric Vehicles - A Review. *IEEE Access*, *8*, 116900–116913. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2993235

Soliman, A. S., & Cheng, P. (2026). A comprehensive review of battery thermal management systems: Enhancing performance, thermal models, and economic analysis. *Journal of Energy Storage*, *153*(January), 200444. https://doi.org/10.1016/j.est.2026.120880

Steven E. Polzin &Daniel Sperling (2018). Electric vehicles: Approaching the tipping point. *Three Revolutions: Steering Automated, Shared, and Electric Vehicles to a Better Future*, *74*(1), 21–54. https://doi.org/10.5822/978-1-61091-906-7

Suganya, R., Joseph, L. M. I. L., & Kollem, S. (2024). Understanding lithium-ion battery management systems

in electric vehicles: Environmental and health impacts, comparative study, and future trends: A review. *Results in Engineering*, *24*(September), 103047. https://doi.org/10.1016/j.rineng.2024.103047

Sutikno, T., Arsadiando, W., & Purnama, H. S. (2025). Battery types and recent developments for energy storage in electric vehicles: technical criteria and battery management system. *Clean Energy*, *9*(6), 293–322. https://doi.org/10.1093/ce/zkaf048

Szumska, E. M. (2025). Regenerative Braking Systems in Electric Vehicles: A Comprehensive Review of Design, Control Strategies, and Efficiency Challenges. *Energies*, *18*(10). https://doi.org/10.3390/en18102422

Tran, D. D., Vafaeipour, M., El Baghdadi, M., Barrero, R., Van Mierlo, J., & Hegazy, O. (2020). Thorough state-of-the-art analysis of electric and hybrid vehicle powertrains: Topologies and integrated energy management strategies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *119*, 109596. https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.109596

Veerendra, A. S., Mohamed, M. R. Bin, & García Márquez, F. P. (2024). Energy management control strategies for energy storage systems of hybrid electric vehicle: A review. *Energy Storage*, *6*(1), 1–24. https://doi.org/10.1002/est2.573

Velev, B., Djudzhev, B., Dimitrov, V., & Hinov, N. (2024). Comparative Analysis of Lithium-Ion Batteries for Urban Electric/Hybrid Electric Vehicles. *Batteries*, *10*(6). https://doi.org/10.3390/batteries10060186

Vishnuram, P., R, N., P, S., K, V., Bajaj, M., Khurshaid, T., Nauman, A., & Kamel, S. (2023). A comprehensive review on EV power converter topologies charger types infrastructure and communication techniques. *Frontiers in Energy Research*, *11*(February), 1–17. https://doi.org/10.3389/fenrg.2023.1103093

Wadhwa, G. K., Late, D. J., Charhate, S., & Sankhyan, S. B. (2024). 1D and 2D Boron Nitride Nano Structures: A Critical Analysis for Emerging Applications in the Field of Nanocomposites. *ACS Omega*, *9*(25), 26737–26761. https://doi.org/10.1021/acsomega.3c10217

Wang, H., Ma, L., Xu, Y., Dai, Y., & Zhu, T. (2026). *Materials Characterization Catalytic chemical vapor deposition synthesis of boron nitride nanotubes*. *240*(June), 430081.

Wang, X., Li, B., Gerada, D., Huang, K., Stone, I., Worrall, S., & Yan, Y. (2022). A critical review on thermal management technologies for motors in electric cars. *Applied Thermal Engineering*, *201*(November 2021), 117758. https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2021.117758

Wang, Z., Qin, S., Chen, F., Chen, S., Liu, D., Jiang, D., Zhang, P., Mota-Santiago, P., Hegh, D., Lynch, P., Alotabi, A. S., Andersson, G. G., Howlett, P. C., Forsyth, M., Lei, W., & Razal, J. M. (2024). Interfacial Modification of Lithium Metal Anode by Boron Nitride Nanosheets. *ACS Nano*, *18*(4), 3531–3541. https://doi.org/10.1021/acsnano.3c11135

Wang, Z. Z., Liu, Y. chao, Zhang, C. X., & Sun, Y. B. (2026). A review of thermal management techniques for electric vehicle motors based on cooling position differences11This work was supported by the Hebei Provincial Natural Science Foundation of China (Grant No. E2025205010). *Applied Thermal Engineering*, *299*(March), 131214. https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2026.131214

Wen, T., Zhou, Z., Zhang, Y., & Xu, X. (2025). Advances and Challenges in the Battery Thermal Management Systems of Electric Vehicles. *Materials*, *18*(20), 1–23. https://doi.org/10.3390/ma18204718

Wentorf, R. H. (1957). Cubic form of boron nitride. *The Journal of Chemical Physics*, *26*(4), 956. https://doi.org/10.1063/1.1745964

Xu, C., Wu, R., Liu, S., Cheng, G., Ma, G., Jia, Y., & Li, Y. (2026). Advances and challenges in electrolyte design for high-performance lithium batteries. *Energy Storage Materials*, *88*(February), 105112. https://doi.org/10.1016/j.ensm.2026.105112

Yadav, D., Jung, J. H., Lee, Y., Kim, T. Y. S., Park, E., Choi, K. I., Cha, J., Song, W. J., Choi, J. H., Doo, S., & Kim, J. (2023). Enhancement of Columbic Efficiency and Capacity of Li-Ion Batteries using a Boron Nitride Nanotubes-Dispersed-Electrolyte with High Ionic Conductivity [Rapid-communication]. *ACS Materials Letters*, *5*(10), 2648–2655. https://doi.org/10.1021/acsmaterialslett.3c00538

Yan, K., Lee, H.-W., Gao, T., Zheng, G., Yao, H., Wang, H., Lu, Z., Zhou, Y., Liang, Z., Liu, Z., Chu, S., & Cui, Y. (2014). Ultrathin Two-Dimensional Atomic Crystals as Stable Interfacial Layer for Improvement of Lithium Metal Anode. *Nano Letters*, *14*(10), 6016–6022. https://doi.org/10.1021/nl503125u

Yelwa, J. M., Fetuga, I. A., Musa, H., David, I., Makinde, P. F., Adesanya, M. A., Adedokun, O. J., Uwaike, T. I., Hammed, V. O., Ebereonwu, P. U., & Drammeh, A. (2026). Next-generation battery materials for rapid charging: A path toward sustainable and efficient energy storage. *Journal of Power Sources*, *678*(April), 240058. https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2026.240058

Y**u, A., Feng, J., & Pang, J.** (2025). Thermal Stability of Lithium-Ion Batteries: A Review of Materials and Strategies. *Energies*, *18*(16), 1–43. https://doi.org/10.3390/en18164240

Yu, Y., Tian, J., Wang, J., Li, Z., Jin, K., Mei, W., & Wang, Q. (2025). In-depth analysis of synergistic suppression of thermal runaway propagation in lithium-ion battery modules via combined active cooling and passive insulation. *Process Safety and Environmental Protection*, *197*(March), 107026. https://doi.org/10.1016/j.psep.2025.107026

Zhang, C., Hu, K., Cui, H., Wang, X., Wu, W., Zhang, T., Xing, Y., Tang, C., & Chi, Q. (2025). Molecular Regulation of Thermal Conductivity and Dielectric Properties of Boron Nitride–Alumina Complex-Filled Epoxy Resin Composites. *ACS Applied Polymer Materials*, *7*(15), 9775–9783. https://doi.org/10.1021/acsapm.5c01334

Zhang, P., Yao, C., Liang, Y., Zhao, X., Zhao, L., Lan, L., & Dong, S. (2022). Large-scale plasma grafts voltage stabilizer on hexagonal boron nitride for improving electrical insulation and thermal conductivity of epoxy composite. *High Voltage*. https://doi.org/10.1049/hve2.12261

Zhang, P., Yuan, J., Zhang, M., Chuan, X., Liu, F., Niu, J., & Feng, P. (2026). The path of the separator: Through production, categorization, in-service performance, and sustainable recycling in LIBs. *Nano Energy*, *149*(November 2025), 221116. https://doi.org/10.1016/j.nanoen.2026.111718

Zhao, N., Li, J., Wang, W., Gao, W., & Bai, H. (2022). Isotropically Ultrahigh Thermal Conductive Polymer Composites by Assembling Anisotropic Boron Nitride Nanosheets into a Biaxially Oriented Network. *ACS Nano*, *16*(11), 18959–18967. https://doi.org/10.1021/acsnano.2c07862

Zhou, Y., Liu, Y., Zhang, H., Kou, Z., Sun, Y., Zhao, Y., Zhao, L., & Chen, M. (2025). Aloe vera-inspired boron nitride/expanded graphite/melamine phosphate polymer composites for battery temperature management. *Energy*, *336*(September), 212013. https://doi.org/10.1016/j.energy.2025.138447

Zhu, P., Gastol, D., Marshall, J., Sommerville, R., Goodship, V., & Kendrick, E. (2021). A review of current collectors for lithium-ion batteries. *Journal of Power Sources*, *485*(August 2020), 229321. https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2020.229321

MULTI-RESPONSE ASSESSMENT OF STATIC TORSIONAL STRENGTH AND FATIGUE PERFORMANCE IN FDM-PRINTED PLA

Assistant Professor, Murat HORASAN[1]

[1]Necmettin Erbakan University, Department of Mechanical Engineering, Konya, Türkiye

ORCID ID: 0000-0002-7870-1486

email: mhorasan@erbakan.edu.tr

Abstract

Additive manufacturing (AM) has become an important manufacturing approach for producing geometrically complex polymer components in a wide range of engineering applications. Among AM techniques, fused deposition modeling (FDM) is widely used; however, its process parameters can improve one mechanical property while adversely affecting another, complicating parameter selection for components subjected to both static and cyclic loading. This study presents a MATLAB-based multi-response reanalysis of previously obtained experimental datasets to quantify the trade-off between static torsional strength and rotary-bending fatigue performance of FDM-printed polylactic acid (PLA). Ten manufacturing conditions were evaluated using five raster angles (0°, 30°, 45°, 60°, and 90°) and two printing speeds (20 and 80 mm/s). Ultimate shear stress (USS) obtained from static torsion tests was used as the static performance measure. Experimental fatigue lives measured at three loading levels (4, 6, and 8 N) were independently min-max normalized and averaged to define a fatigue performance index (FPI). USS was similarly normalized, and an overall performance index (OPI) was calculated by equally weighting normalized USS and FPI. Increasing printing speed from 20 to 80 mm/s substantially increased USS at every raster angle but generally reduced fatigue resistance, demonstrating a clear static–cyclic performance trade-off. The highest FPI was obtained for 30°–20 mm/s (0.936), followed by 60°–20 mm/s (0.894). Conversely, the equal-weight multi-response ranking identified 60°–80 mm/s as the highest combined-performance condition (0.820), closely followed by 30°–80 mm/s (0.816). The 90°–80 mm/s condition exhibited high USS but the lowest normalized fatigue performance, demonstrating that static strength alone is insufficient for process-parameter selection. Overall, the proposed normalization-based framework provides a simple and computationally efficient approach for integrating static and fatigue responses and highlights the importance of application-specific multi-response parameter selection for FDM-manufactured PLA components.

Keywords: Fused deposition modeling, PLA, strength, fatigue life, multi-response analysis.

FARKLI DÖNGÜ FİLTRELERİNE SAHİP PID DENETLEYİCİ TABANLI GENİŞ BANT RF SENTEZLEYİCİNİN TASARIMI VE FAZ GÜRÜLTÜSÜ PERFORMANS ANALİZİ

Serpil AŞKIN DANIR[1,2,*], Kamil ÇETİN[1,3,„,#]

[1] İzmir Katip Çelebi University, Faculty of Engineering and Architecture, Department of Electrical and Electronics Engineering, İzmir, Türkiye

[2] RF&MD Sistemleri Birimi, Bilişim Teknolojileri Enstitüsü, TÜBİTAK-BİLGEM, Kocaeli, Türkiye

[3] İzmir Katip Çelebi University, Akıllı Fabrika Sistemleri Araştırma ve Uygulama Merkezi, İzmir, Türkiye

[*]Email: serpil.askin@tubitak.gov.tr | [*]ORCID: 0009-0003-3147-804X

[#]Email: kamil.cetin@ikcu.edu.tr | [#]ORCID: 0000-0003-1029-5626

Özet

PLL (Faz Kilitli Döngü) tabanlı RF (Radyo Frekans) sentezleyici devreleri; haberleşme sistemleri, radarlar, kablosuz iletişim altyapıları ve yüksek frekanslı elektronik uygulamalarda yaygın olarak kullanılmaktadır. PLL, referans işaretini temel alarak istenilen frekansta kararlı bir çıkış sinyali üreten geri beslemeli bir kontrol sistemidir ve temel olarak faz detektörü, döngü filtresi, gerilim kontrollü osilatör (VCO) ve frekans bölücü bloklarından oluşmaktadır. PLL RF sentezleyicilerin performansını belirleyen en önemli parametrelerden biri faz gürültüsüdür. Yüksek faz gürültüsü, çıkış sinyalinin spektral saflığını bozarak haberleşme ve radar sistemlerinin performansını olumsuz etkileyebilmektedir. PLL'nin toplam faz gürültüsü; referans osilatör, faz detektörü, VCO, frekans bölücü ve döngü filtresi gibi farklı bileşenlerin gürültü katkılarından oluşmaktadır. Bu çalışmada, özellikle döngü filtresinin PLL faz gürültüsü üzerindeki etkisinin incelenmesi ve yüksek frekanslarda daha düşük faz gürültüsü sağlayan döngü filtrelerinin geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Bu kapsamda, Oransal-İntegral-Türevsel (PID) kontrollü farklı döngü filtresi topolojileri tasarlanmış ve bu yapıların PLL'nin kararlılığı, bant genişliği, kilitlenme davranışı ve faz gürültüsü performansı üzerindeki etkileri analiz edilmiştir. Tasarımlar öncelikle bilgisayar ortamında simüle edilmiş, uygun tasarım belirlendikten sonra gerçek devre prototipi oluşturularak laboratuvar ortamında ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Simülasyon ve deneysel sonuçların karşılaştırılmasıyla tasarımın doğrulanması hedeflenmiştir. Çalışma sonucunda, yüksek frekanslarda düşük faz gürültüsü sağlayan, kararlı çalışan ve düşük maliyetle gerçekleştirilebilen bir PLL RF sentezleyici tasarlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Faz Kilitli Döngü, Radyo Frekans Sentezleyici, Gerilim Kontrollü Osilatör, Oransal-İntegral-Türevsel Kontrol, Döngü Filtresi.

DESIGN AND PHASE NOISE PERFORMANCE ANALYSIS OF A PID CONTROLLER-BASED WIDEBAND RF SYNTHESIZER WITH DIFFERENT LOOP FILTERS

Serpil AŞKIN DANIR[1,2,*], Kamil ÇETİN[1,3,„,#]

[1] İzmir Katip Çelebi University, Faculty of Engineering and Architecture, Department of Electrical and Electronics Engineering, İzmir, Türkiye

[2] RF&MD Sistemleri Birimi, Bilişim Teknolojileri Enstitüsü, TÜBİTAK-BİLGEM, Kocaeli, Türkiye

[3] İzmir Katip Çelebi University, Akıllı Fabrika Sistemleri Araştırma ve Uygulama Merkezi, İzmir, Türkiye

[*]Email: serpil.askin@tubitak.gov.tr | [*]ORCID: 0009-0003-3147-804X

[#]Email: kamil.cetin@ikcu.edu.tr | [#]ORCID: 0000-0003-1029-5626

Abstract

PLL (Phase-Locked Loop)-based RF (Radio Frequency) synthesizer circuits are widely used in communication systems, radars, wireless communication infrastructures, and high-frequency electronic applications. A PLL is a feedback control system that generates a stable output signal at a desired frequency based on a reference signal; it fundamentally consists of a phase detector, a loop filter, a voltage-controlled oscillator (VCO), and a frequency divider. Phase noise is one of the most critical parameters determining the performance of PLL RF synthesizers. High phase noise can degrade the spectral purity of the output signal, thereby adversely affecting the performance of communication and radar systems. The total phase noise of a PLL arises from the noise contributions of various components, such as the reference oscillator, phase detector, VCO, frequency divider, and loop filter. This study aims to investigate the impact of the loop filter on PLL phase noise and to develop loop filters that achieve lower phase noise at high frequencies. Within this scope, various loop filter topologies incorporating Proportional-Integral-Derivative (PID) control were designed, and their effects on PLL stability, bandwidth, lock-in behavior, and phase noise performance were analyzed. The designs were first simulated in a computer environment; following the selection of an optimal design, a physical circuit prototype was constructed and measured in the laboratory. The design was validated by comparing the simulation results with the experimental data. As a result of this study, a PLL RF synthesizer was designed that achieves low phase noise at high frequencies, operates stably, and can be implemented at a low cost.

Keywords: Phase-Locked Loop, Radio Frequency Synthesizer, Voltage-Controlled Oscillator, Proportional-Integral-Derivative Control, Loop Filter.

1. GİRİŞ

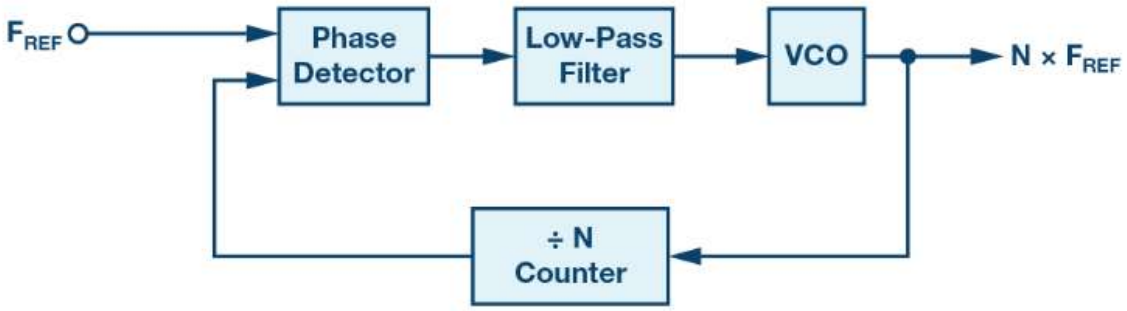
PLL frekans sentezleyici devreleri, modülatör, demodülatör, motor hız sinyal kontrol tespiti gibi çeşitli geniş iletişim sistemlerinde kullanılmaktadır. PLL sistemlerinde iki farklı gürültü çeşidi bulunmaktadır. Biri genlik gürültüsü diğeri ise faz gürültüsüdür. Genlik gürültüsü kolaylıkla fark edilip çıkarılabilir fakat faz gürültüsünü tanımlamak ve azaltmak zordur. Bunun sebebi elektronik komponentlerin tahmin edilemeyen karakteristiğinden dolayıdır. Faz gürültüsü PLL frekans sentezleyicide en önemli performans kriteridir. Faz gürültüsü sinyalin kararlı olmasının bir parametresidir. Yüksek frekanslı uygulamalarda faz gürültüsü ile ilgili problemler daha da kötüleşebilir. Faz gürültüsünü etkileyen birçok parametre vardır. Bunlar referans gürültüsü, faz detektör gürültüsü, VCO gürültüsü, frekans bölücü gürültüsü ve özellikle döngü filtre gürültüsüdür. Referans işareti gürültüsü, faz detektör gürültüsü, VCO gürültüsü ve frekans bölücü gürültüsü iyileştirmek için daha fazla bütçeye gerek vardır. Fakat döngü filtre gürültüsü düşük maliyetle iyileştirilebilir. Bu problemi iyileştirme amaçlı PID kontrollü farklı topolojilerde pasif döngü filtresi tasarlanması amaçlanmıştır. Literatürde [1-9] yapılan çalışmalar düşük frekanslarda yapılmıştır. Bu çalışmada 18 GHz'e kadar yapılan tasarımların faz gürültü iyileştirmeleri gözlemlenmesi beklenmektedir.

İletişim hesaplamalarına başlarken PLL sistemleri birçok modern elektronik ve telekomünikasyon uygulamalarında kullanılır. PLL sabit faz derecesine sahip referans işaretine bağlı faz detektörü, döngü filtresi, voltaj kontrollü osilatör ve frekans bölücüden meydana gelen geri çevrimli kontrol sistemidir [1 - 4]. Faz detektörü referans sinyali ile frekans bölücü çıkış sinyalini birbiriyle karşılaştırır. Döngü filtresi faz detektörü sinyal çıkışını alır ve voltaj kontrollü osilatöre girmeden önce yumuşatan düşük geçirgen filtredir. Voltaj kontrollü osilatör cihazının çıkış frekansı giriş voltajına bağlı fonksiyonel monolitik artmaktadır. Frekans bölücü Voltaj kontrollü osilatör çıkışını N ile bölmektedir. PLL servo kontrol sistemidir. Eğer döngü kazancı yeterince yüksekse döngü kararlı olur. Faz detektörün iki girişi aynı fazda ise sistem kararlı hale gelmiş olur [5]. Faz gürültüsü PLL frekans sentezleyicide en önemli performans kriteridir. Faz gürültüsü sinyalin kararlı olmasının bir parametresidir. Yüksek frekanslı uygulamalarda faz gürültüsü ile ilgili problemler daha da kötüleşebilir. Çıkış sinyalini iyileştirmek için farklı yöntemler mevcuttur. Bir çalışmada 2Ghz de sistemin "bode plot" ve "root locus" eğrileri çizilerek sitem kararlığının tahmininde kullanılacak transfer fonksiyonu elde edilmiştir [6]. Bir çalışmada PID kontrollü ikinci ve üçüncü dereceden LPF'ye sahip döngü filtrenin matematiksek transfer fonksiyonu çıkarılmış ve simülasyon çalışması yapılmıştır. PID kontrol devresiyle "settling" zamanının azaldığı simüle edilmiştir. Başka bir çalışmada 3. ve 4. dereceden döngü filtresi kullanılan PLL devresinde "settling" zamanı %99.21'e kadar iyileştiği gözlenmiştir [7]. Başka bir çalışmada PLL kontrollü PLL yapısında "gamma" parametresi ve faz gürültüsünün analizi ve simülasyonu yapılmıştır [8]. Diğer çalışmalarla karşılaştırmaları yapılmış ve kilitleme süresinin azaldığı ve faz gürültüsünde süpürlerin azaldığı gözlenmiştir [9].

Bu çalışmada 3. ve 4. dereceden döngü filtresine sahip PID kontrollü PLL RF sentezleyici sisteminin hem simülasyonun yapılması hem de gerçek fiziksel devre üzerinde elde edilen simülasyon sonuçlarına göre uygulamalar yapılması hedeflenmiştir. Yapılan literatür çalışmaları genellikle simülasyon üzerinde kalmış ve gerçek sonuçları elde edilememiştir. PID kontrollü PLL sisteminin farklı topolojilerde faz gürültüsü iyileşmeleri gözlenmiştir. Ayrıca yapılan çalışmaların geneli düşük frekanslarda kalmış olması bu çalışmanın fikrine motive kaynağı doğurmuştur. Bu çalışmada ise 18 GHz'e kadar etkileri gözlenmiştir.

2. YÖNTEM

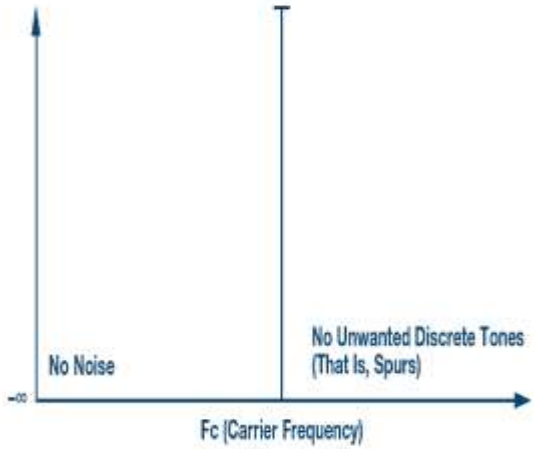
Bu çalışmada Şekil 1 deki devre yapısı kullanılır. Referans sinyali olarak 100 MHz çıkış frekansına sahip CCHD-575X-25-100.000 osilatör kullanılır. Voltaj kontrollü osilatör, faz detektörü ve frekans bölücü olarak LMX2820 RF sentezleyisi entegresi kullanılır. Döngü filtresi olarak da 3. ve 4. dereceden pasif filtre kullanılır. Çıkış frekansı olarak 18 GHz'e kadar farklı frekanslarda ölçüm alınır.



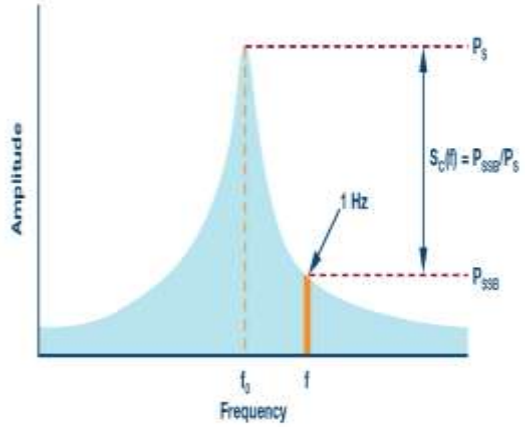
Şekil 1: Basit PLL Konfigürasyonu [10].

PLL kısaca faz detektörüne gelen referans sinyali ile çıkış sinyalinin N ile bölünmüş sinyalinin fazlarını karşılaştırır. Eğer bu değerler aynı değilse fazları eşitlenene kadar çıkışındaki akımı artırır. Bu akım fark ile orantılıdır. Şarj pompasının ürettiği darbe sinyalinin genişliğine göre voltaj üretilir. Düşük geçirgenli filtre, sinyaldeki yüksek frekansları süzer ve voltaj kontrollü osilatöre iletir. VCO'da gelen voltaja göre çıkış frekansı üretir. Eğer faz detektörüne gelen iki sinyalin fazları eşitlenene kadar farka göre artırıp azaltarak istenilen sinyale kitler. Bu işlemlerde bütün elemanların gürültüsü vardır. Bunlar toplanıp faz gürültüsünü oluşturur.

Faz gürültüsü PLL'in performans parametre anahtarıdır. İdeal sinyalde sinyale eklenen gürültü veya süpürler yoktur. İdeal sinyal Şekil 2'de gösterilmiştir. Ama pratikte ana işaretin yanında etek gibi faz gürültüsü oluşur. Faz gürültüsü ana işaretin belirli "offset" yanındaki 1Hz'lik genişlikteki alanda gürültü gücüdür. Tek yan taraflı faz gürültüsü Şekil 3'te gösterilmiştir.

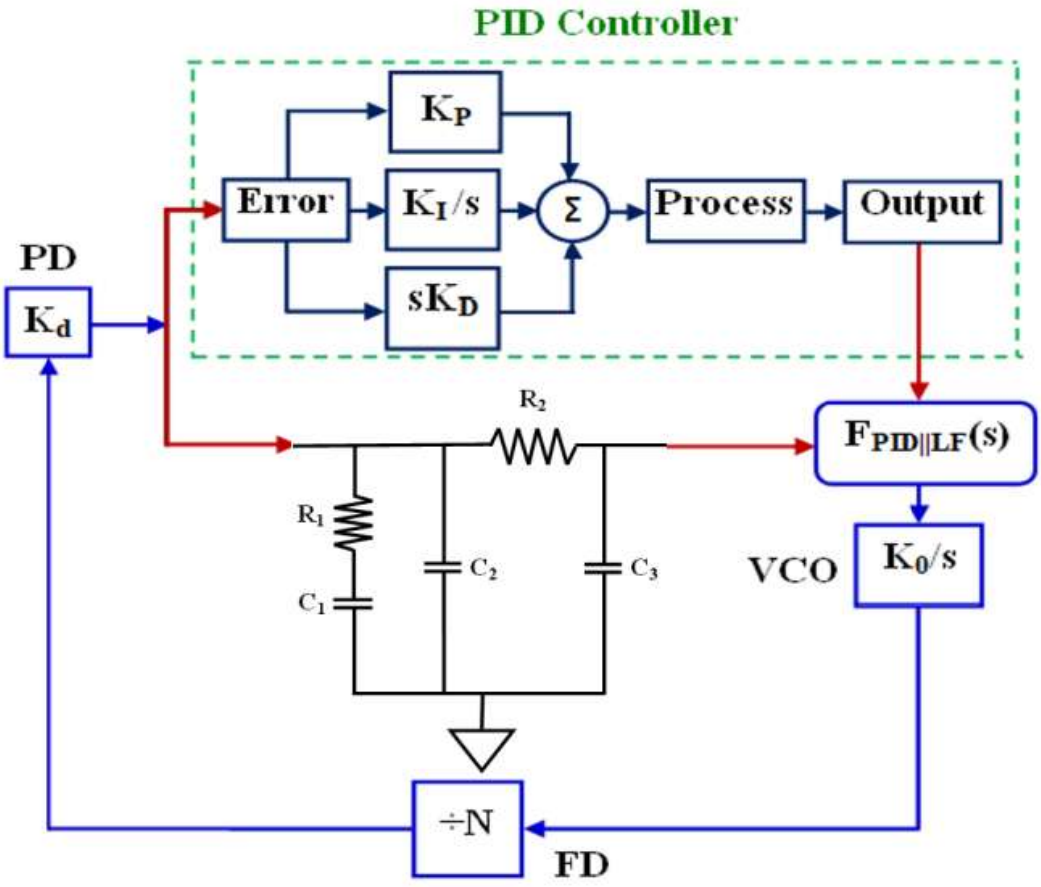


Şekil 2: İdeal LO spektrumu [10].



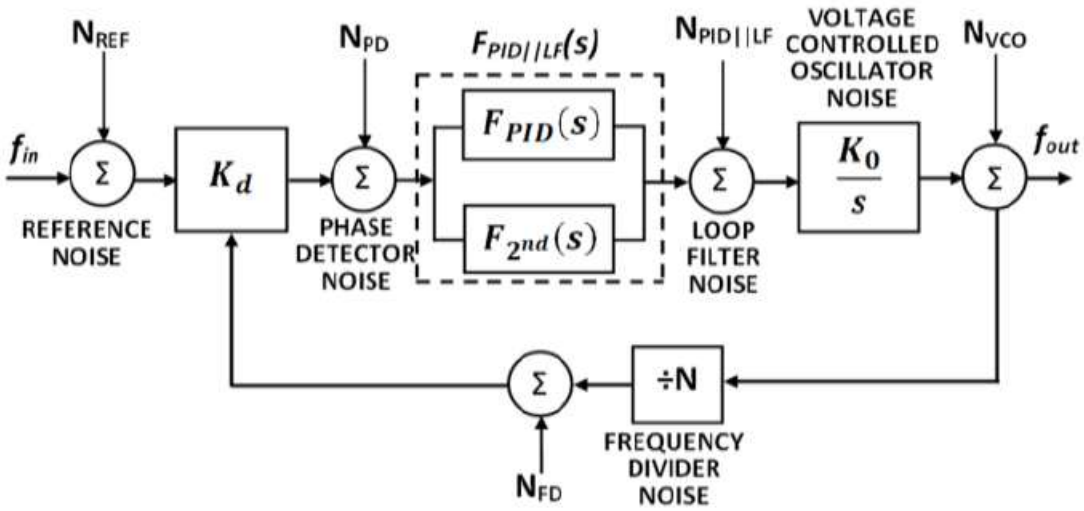
Şekil 3: Tek yan taraflı faz gürültüsü [10].

Sistemde kullanılacak PID kontrollü 4. dereceden döngü filtre şeması Şekil 4'te verilmiştir. VCO, Faz detektörü, frekans bölücü ve PID 3 ve 4. dereceden LPF'nin transfer fonksiyonu oluşturur.



Şekil 4: Modelin Her Bir komponentinin Transfer Fonksiyon Şeması [9].

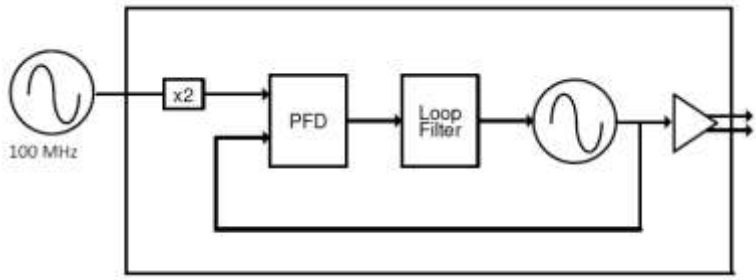
Çıkarılan transfer fonksiyonlarına göre Matlab Simulink'te faz gürültüsü, "settling" zamanı, "bode plot" ve "root locus" eğrileri oluşturulur. Sistemde gürültü oluşturan komponentlerin şeması Şekil 5'te gösterilmiştir.



Şekil 5: Faz gürültü modeli [9].

Devrede PLL entegresi olarak LMX2820, osilatör olarak CCHD-575X-25-100.000 kullanılır. Devre çiziminde Altium programındaki simülasyonda elde edilen değerler devreye entegre edilip spektrum analizörde testleri gerçekleştirilir.

LMX2820 entegresiyle Altium programında tasarlanan sentezleyici kartı 45 MHz- 18GHz arasında işaret üretmektedir. Girişinde CCHD-575X-25-100.000 adlı 100 MHz işaret üreten osilatör kullanılmıştır. Sistemde aşağıdaki devre Altium programında tasarlanıp PCB si ürettirilmiş, yazılımı yapılmıştır. Şekil 6'da sistemin genel diyagramı bulunmaktadır.

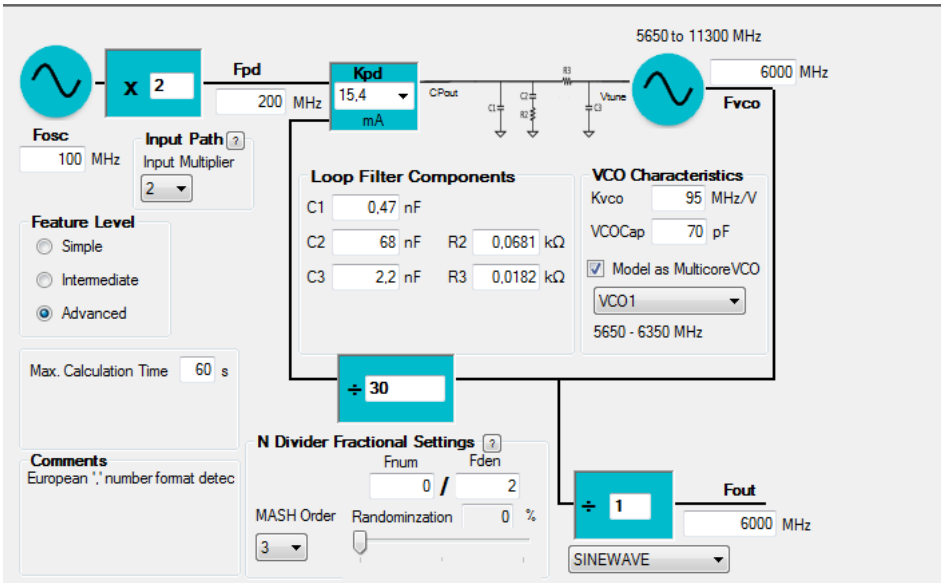


Şekil 6: Sistemin genel diyagram modeli [11].

Yazılımda entegrenin içinde bulunan x2 giriş frekans çarpıcısı kullanılmıştır. Bu çarpıcı minimal bir gürültü eklese de sonuçta daha iyi faz gürültü elde edildiği ve spürleri engellediği görülmüştür.

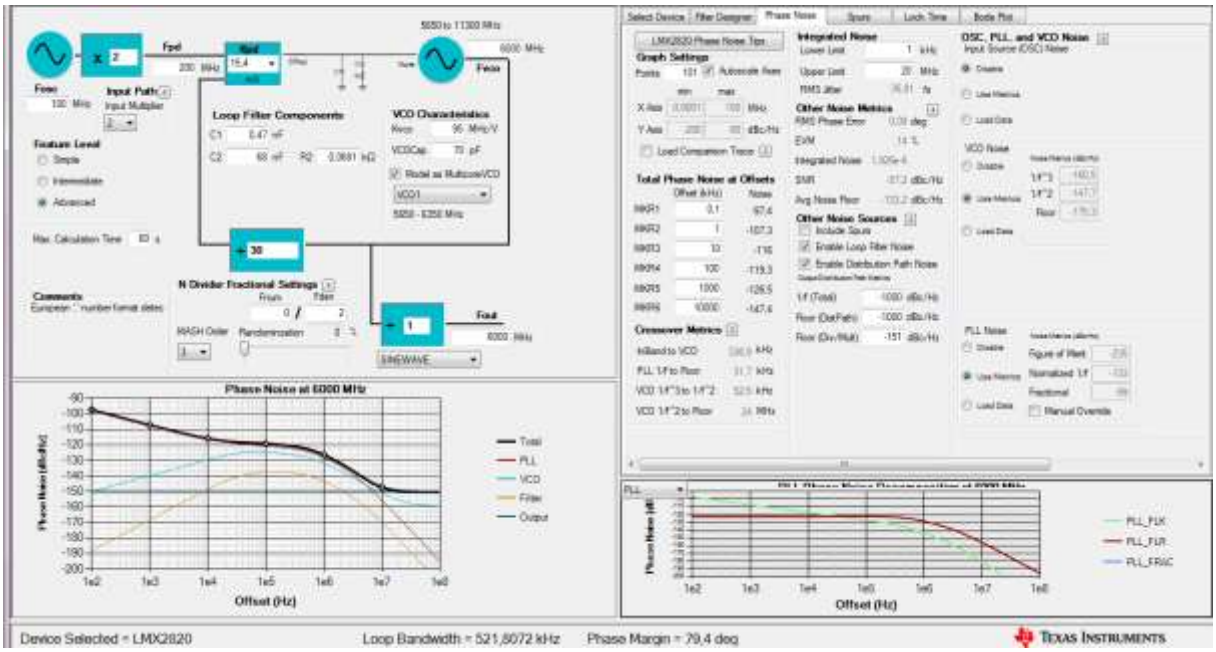
3. BULGULAR

Şekil 7'deki gibi faz detektörü iki çıkışı karşılaştırır, faz hatası sıfırlanana kadar "charge pump" doğrulama akımı oluşturur ve iki sinyal aynı faza geldiğinde istenilen sinyal elde edilir.



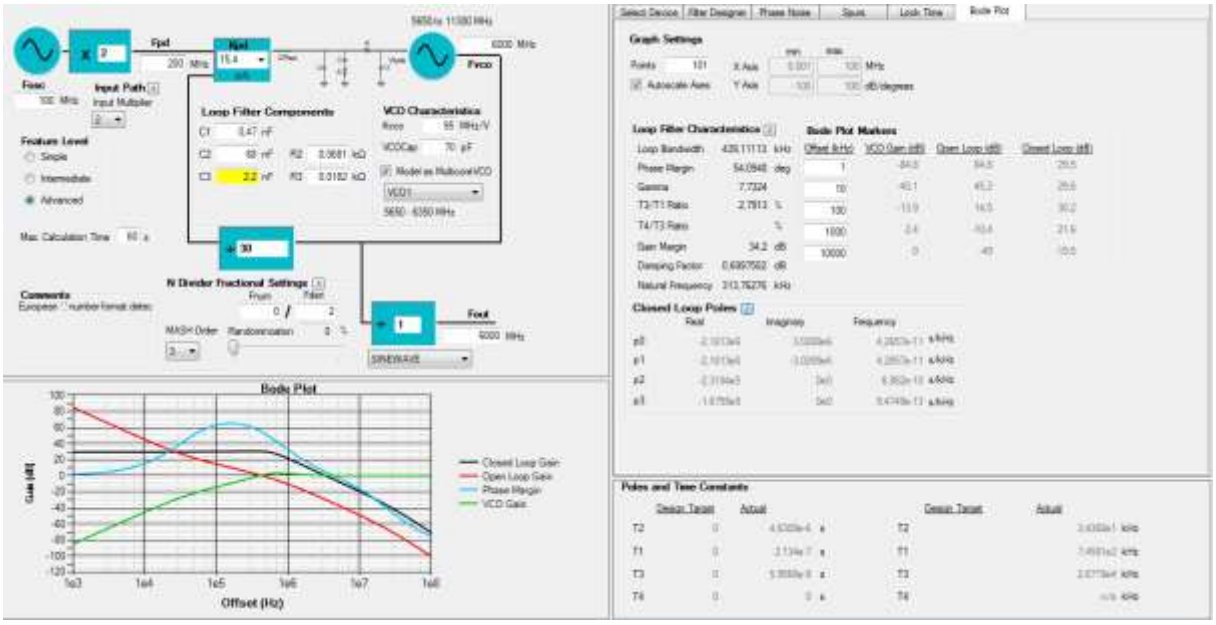
Şekil 7: Faz dedektörü çıkışı.

Kullanılan LMX2820 PLL sentezleyicinin firmasının simülasyon programında (TI PLLatinum Sim) yer alan pasif ve aktif filtre tasarımları kıyaslanmıştır. Simülasyon programının "phase noise" ve "bode plot" sonuçları aşağıda Şekil 8-11'de verilmiştir. Sistemde farklı frekanslarda yüksek çıkan faz gürültüsü uygulanan yöntemle düşürülmüştür.

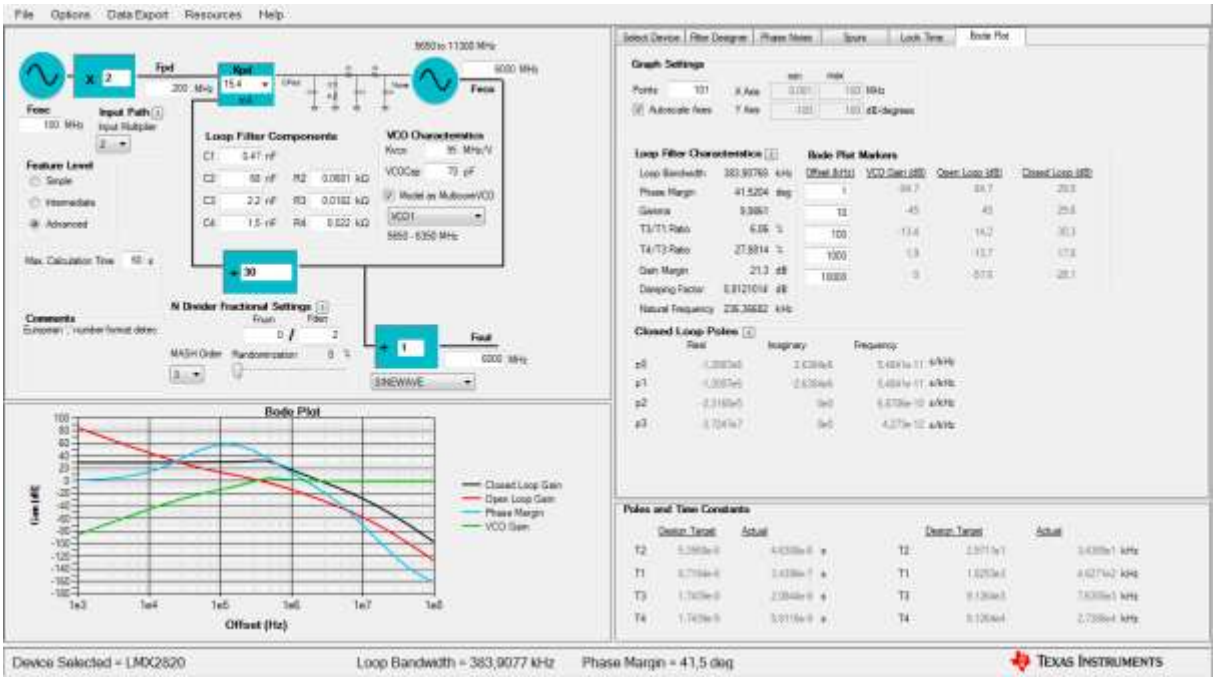


Şekil 8: Pasif 2.dereceden filtre.

Şekil 9: Pasif 3.dereceden filtre.

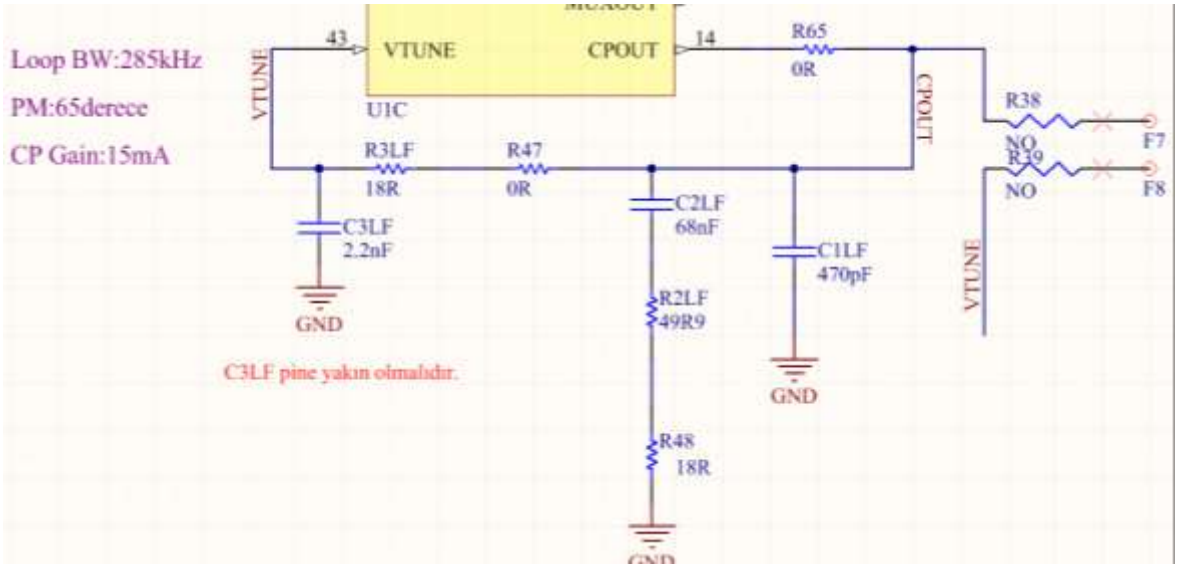


Şekil 10: Pasif 4.dereceden filtre.



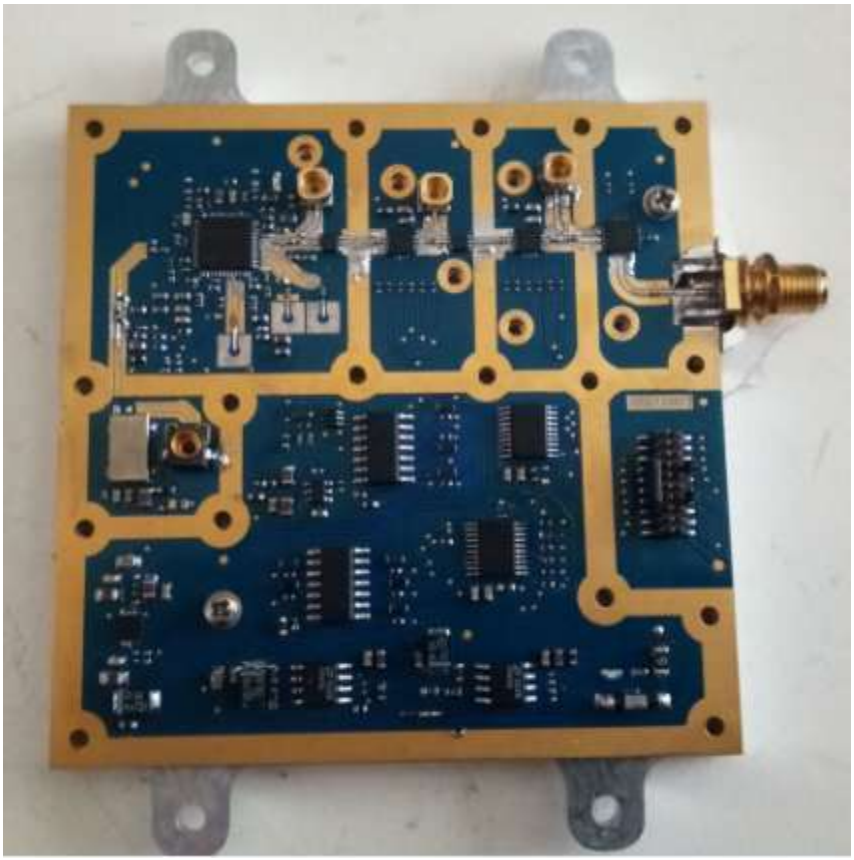
Şekil 11: Pasif 5.dereceden filtre.

Tasarımda 3.dereceden pasif loop filtre kullanılmıştır. Kullanılan değerler Şekil 12'deki devre çiziminde verilmiştir.



Şekil 12: 3.dereceden pasif loop filtre devresi.

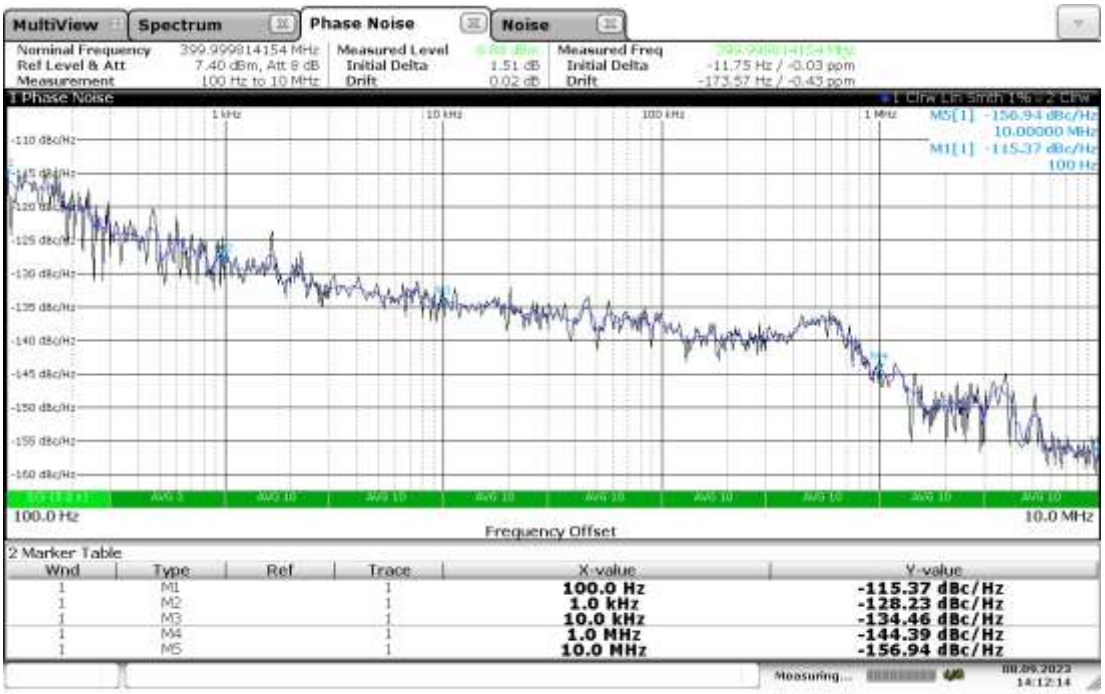
Tasarlanan sentezleyicinin elektronik kartı Şekil 13'de gösterilmiştir.



Şekil 13: Geliştirilen LMX2820 entegreli sentezleyici kartı.

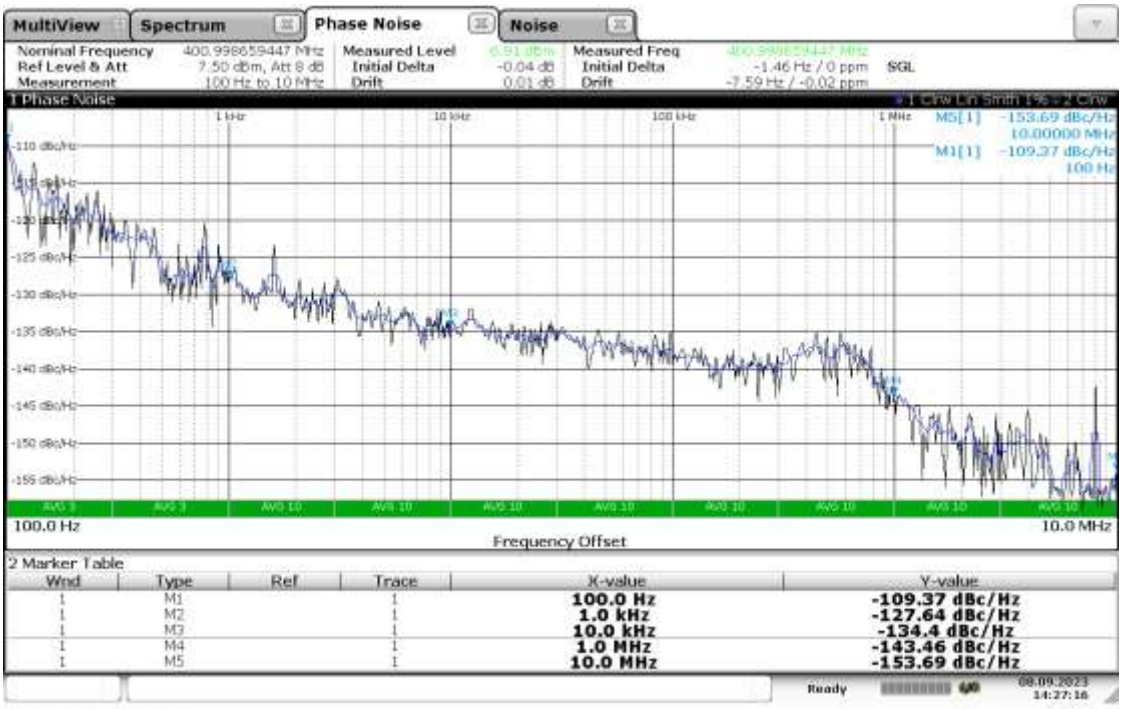
“Rodhe schwarz” spektrum analizörden sinyal ve faz gürültüsü ölçümleri alınmıştır. Farklı frekanslarda entegrenin “integer” ve “fractional mode”una geçilerek sonuçlar karşılaştırılmıştır.

400 MHz ve 401 MHz faz gürültüsü ölçümleri Şekil 14 ve 15’te gösterilmiştir. 400 MHz de 100MHz in katı olduğu için “integer mode”da çalışan sonuçlar 401 Mhz’de “fractional mode”da çalışan sonuçlara göre daha iyi sonuçlar vermiştir.



14:12:15 08.09.2023

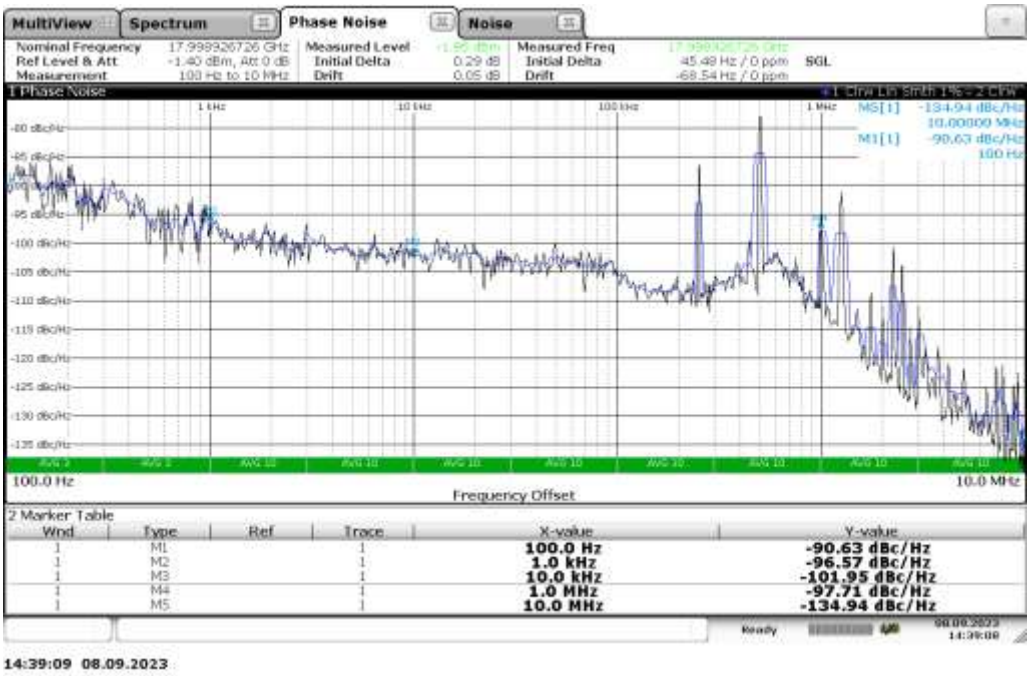
Şekil 14: 400 MHz faz gürültüsü ölçümleri.



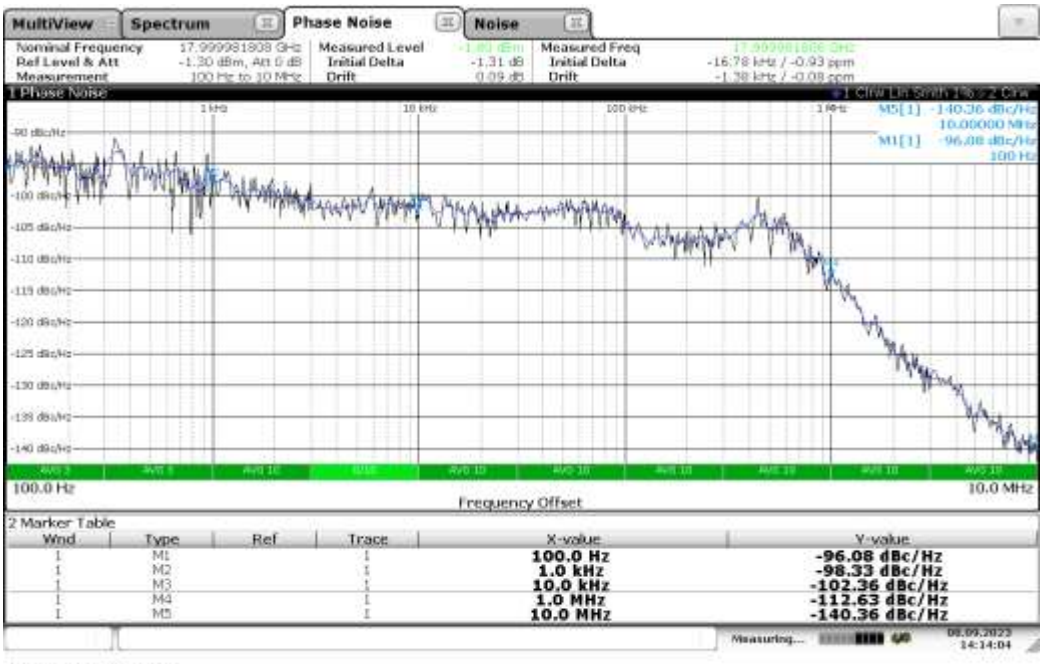
14:27:17 08.09.2023

Şekil 15: 401 MHz faz gürültüsü ölçümleri.

18000 MHz ve 17999 MHz faz gürültüsü ölçümleri Şekil 16 ve 17'de gösterilmiştir. 18000 MHz de 100MHz in katı olduğu için" integer mode"da çlışan sonuçlar 17999 Mhz'de "fractional mode"da çalışan sonuçlara göre daha iyi sonuçlar vermiştir.

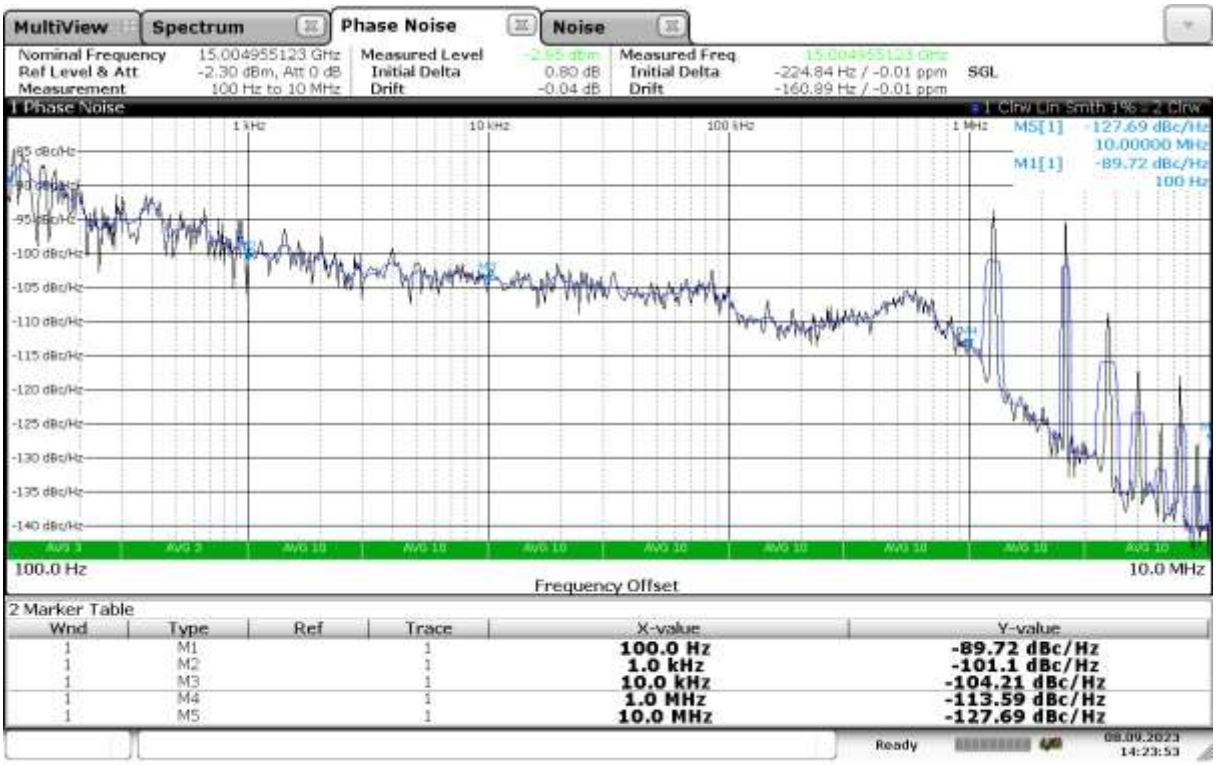


Şekil 16: 18000 MHz faz gürültüsü ölçümleri.



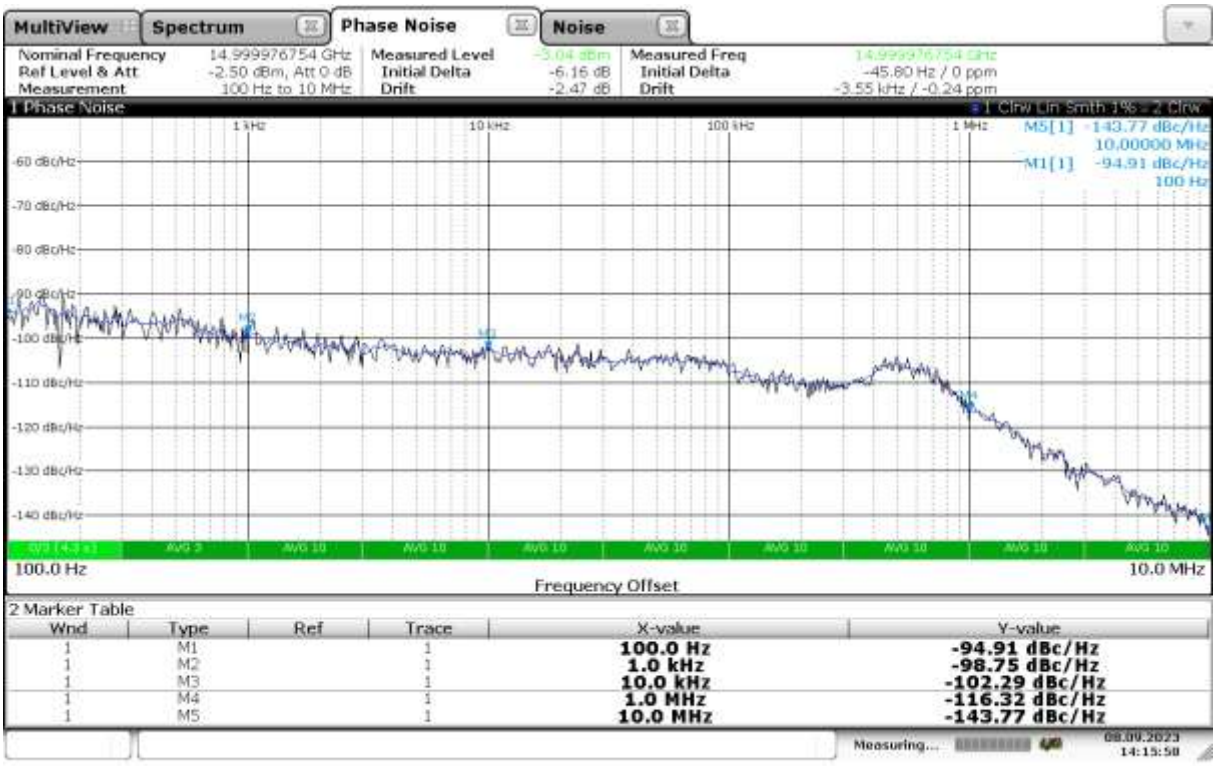
Şekil 17: 17999 MHz faz gürültüsü ölçümleri.

15000 MHz ve 15005 MHz phase noise ölçümleri Şekil 18 ve 19'da gösterilmiştir. 15000 MHz de 100MHz in katı olduğu için "integer mode"da çalışma sonuçları 15005 Mhz'de "fractional mode"da çalışan sonuçlara göre daha iyi sonuçlar vermiştir.



14:23:53 08.09.2023

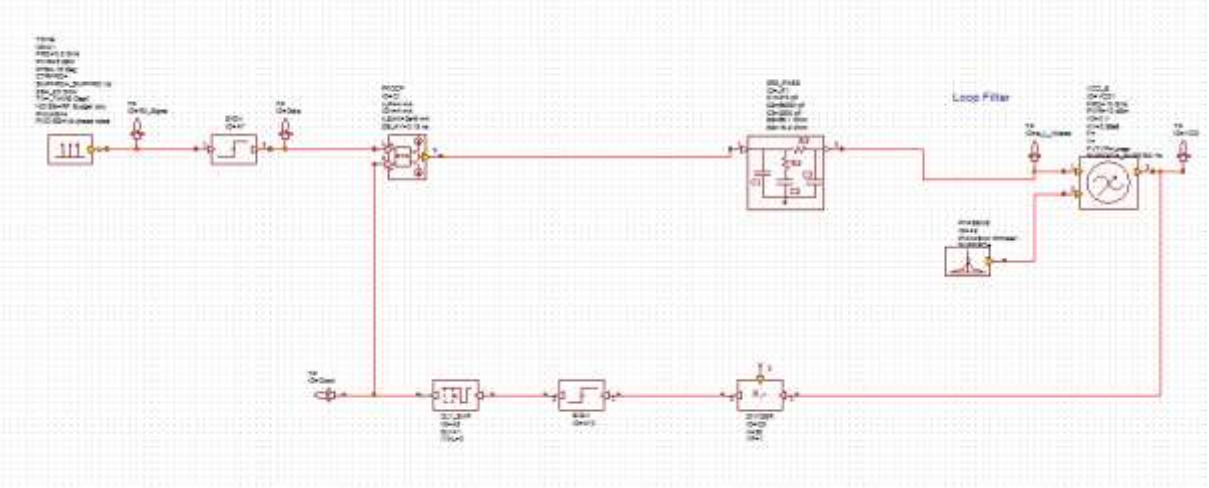
Şekil 18: 15005 MHz faz gürültüsü ölçümleri.



14:15:59 08.09.2023

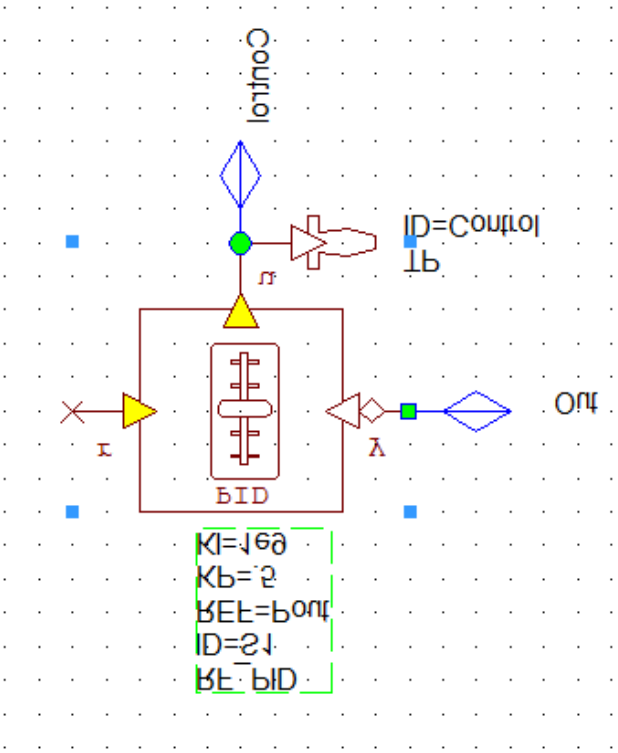
Şekil 19: 15000 MHz faz gürültüsü ölçümleri.

Şekil 20'de gösterildiği gibi "fractional mode" ve "integer mode"da çalıştığında iki farklı filtre kullanarak sonuçlar iyileştirebilir.

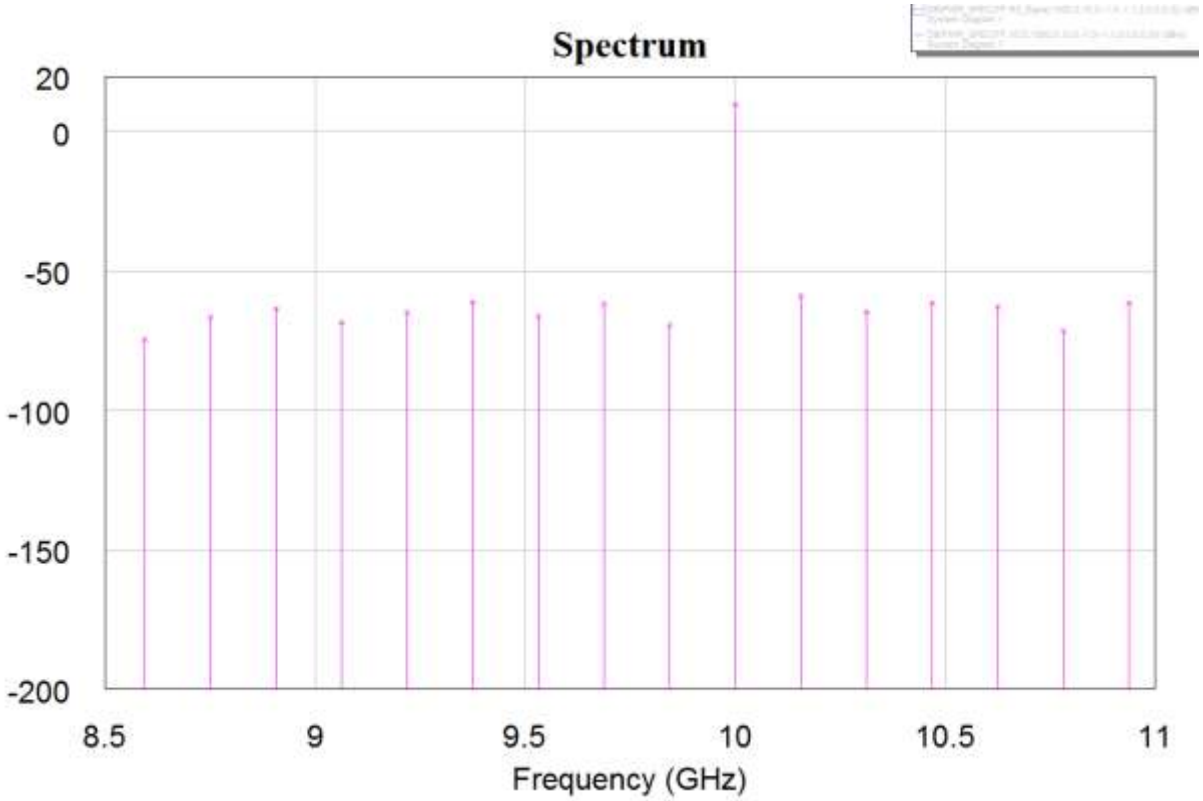


Şekil 20: "Fractional mode" ve "integer mode"da simülasyon çalışması.

Şekil 21'deki gibi AWR'de simülasyona PID kontroller eklenerek PLL'li yapı simüle edilmiştir. Simülasyonda sinyal çıkışı Şekil 22'de gösterilmiştir.



Şekil 21: PID kontrollü PLL devre simülasyonu



Şekil 22: “Fractional mode” ve “integer mode”da simülasyon sonuçları.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, 400 MHz ile 18000 MHz frekans aralığında çalışması hedeflenen, düşük faz gürültüsüne sahip ve kararlı bir PLL tabanlı RF sentezleyici mimarisi tasarlanmış ve simülasyon ortamında kapsamlı olarak analiz edilmiştir. LMX2820 sentezleyici modeli ve 3. dereceden pasif döngü filtresi temel alınarak gerçekleştirilen simülasyon çalışmalarında, sentezleyicinin “integer mode”nda çalışmasının, “fractional mode”a kıyasla faz gürültüsü performansında teorik olarak daha üstün sonuçlar verdiği görülmüştür. Ayrıca, sisteme PID kontrolör entegre edilerek yapılan AWR ve Simulink analizlerinde, PID kontrollü yapının faz gürültüsünü düşürdüğü ve “settling” süresini belirgin şekilde iyileştirdiği gözlemlenmiştir.

Bu aşamada elde edilen bulgular bilgisayar destekli tasarım ve simülasyon verilerine dayanmaktadır. Literatürde genellikle düşük frekanslarla sınırlı kalan döngü filtresi optimizasyonlarının, 18 GHz gibi yüksek frekanslardaki gerçek dünya performansını doğrulamak amacıyla sistemin fiziksel devre prototipinin üretilmesi gelecekte yapılacak bir çalışma olarak planlanmaktadır. Gelecekteki çalışmalarda, tasarlanan sentezleyici kartının donanımsal olarak gerçekleştirilmesi, laboratuvar ortamında spektrum analizör cihazları ile gerçek sinyal ve faz gürültüsü ölçümlerinin alınması hedeflenmektedir. Böylece, simülasyon ortamında elde edilen başarılı sonuçların (“integer mode” ve “fractional mode” karşılaştırmaları, PID kontrolörün kilitlenme süresine ve spürlere etkisi) fiziksel testlerle doğrulanması ve iletişim sistemleri için düşük maliyetli, yüksek performanslı somut bir sentezleyici çözümünün ortaya konması amaçlanmaktadır.

KAYNAKLAR

[1] V. Kroupa, “Noise properties of PLL systems,” IEEE Trans. on Communications, vol. 30, no. 10, pp. 2244-2252, 1982.

[2] T. Thacker, D. Boroyevich, R. Burgos, and F. Wang, “Phase-locked loop noise reduction via phase detector implementation for single-phase systems,” IEEE Trans. on Industrial Electronics, vol. 58, no. 6, pp. 2482-2490, 2011.

[3] M. Moradi and M. Ehsanian, “Design of an FPGA based DPLL with fuzzy logic controllable loop filters with application customization capability,” AEU-Int. Journal of Electronics and Communications, vol. 97, pp. 54-62, 2018.

[4] G. Konwar and T. Bezboruah, “Some aspects of modelling and simulation of a high frequency and fast settling time proportional-integral-derivative controlled phase-locked loop,” in Proc. 2nd International Conference on Power, Energy and Environment: Towards Smart Technology (ICEPE), 2018, pp. 1-9.

[5] Giovanni Bianchi “Phase-lock loop Synteziser Simulation”, pp.2 ,2005

[6] G. Konwar and T. Bezboruah,”Modeling and behavioral simulation of noise transfer characteristics of a 2 GHz phased-locked loop for frequency synthesizer”, International Journal of Modern Engineering Research (IJMER), Vol.1, Issue.2, pp-615-625, 2011.

[7] G. Konwar and T. Bezboruah, “Modeling and Behavioral Simulation of PID-Controlled Phase-Locked Loop”, Lecture Notes in Electrical Engineering 475, 2018.

[8] Sneha Singh, Kashmiri Deka and Geetamoni Konwar “Design and Implementation of Third and Fourth order Phase Lock Loop Using SIMULINK”, 2023.

[9] G. Konwar and T. Bezboruah,” Analysis and Simulation of the Impact of Gamma parameter and Phase Noise on Phase-Locked Loop with PID Controller”, 2022.

[10] Ian Collins, “Phase-Locked Loop (PLL) Fundamentals” Analog Dialogue, Vol. 52, No. 3, July 2018.

[11] Texas Instruments, “LMX2820 22.6-GHz Wideband PLLatinum™ RF Synthesizer With Phase Synchronization and JESD204B Support”, SNAS783C – June 2020 – Revised February 2021.

QAM VE PAM MODÜLASYON TEKNİKLERİNİN RF ENERJİ HASATLAMA SİSTEMLERİNİN ŞARJ SÜRESİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Mustafa CANSIZ[1]

[1]Dicle Üniversitesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü,

E-posta: mustafa.cansiz@dicle.edu.tr, ORCID: 0000-0003-2534-9770

Özet

Bu çalışmada, Quadrature Amplitude Modulation (QAM) ve Pulse Amplitude Modulation (PAM) sinyallerinin eşit çıkış güçleri mesafeye bağlı olarak 20 cm'den başlayıp 50 cm'ye kadar 5 cm aralıklarla RF enerji hasatlama devresi desteğiyle ölçülmüş olan şarj süreleri farklı modülasyon tekniklerinin etkilerini belirlemek için karşılaştırılmıştır. Şarj sürelerini ölçmek için Universal Software Radio Peripheral (USRP)-2900 cihazı sinyal üreteci, P2110 Powerharvester modülü RF enerji hasatlama devresi, ve daha birçok yardımcı cihaz ölçüm düzeneğinde kullanılmıştır.

QAM modülasyonlu sinyal için RF enerji hasatlama devresinin en kısa şarj süresi 10.01 s ile 20 cm mesafede ölçülmüş ve bununla birlikte en uzun şarj süresi ise 73.70 s ile 50 cm mesafede elde edilmiştir. Buna karşın, PAM modülasyonlu sinyal için RF enerji hasatlama devresinin en kısa şarj süresi 12.97 s ile 20 cm mesafede ölçülmüştür ve ayrıca en uzun şarj süresi ise 119.67 s ile 50 cm mesafede elde edilmiştir. QAM modülasyonlu sinyalin çıkış gücü 50 cm mesafede PAM modülasyonlu sinyalin çıkış gücüne göre RF enerji hasatlama devresini, ölçülen en yüksek oran olan, % 38.41 nispetinde daha kısa sürede şarj etmiştir.

Sonuç olarak, QAM modülasyonlu sinyaller 20 cm'den başlayıp 50 cm'ye kadar 5 cm aralıklarla her mesafede RF enerji hasatlama devresini PAM modülasyonlu sinyallere göre daha kısa sürede şarj ettiği belirlenmiştir. Böylece, aynı çıkış gücüne sahip farklı modülasyon tekniklerinin RF enerji hasatlama devresini farklı sürelerde şarj ettiği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: RF enerji hasatlama, Şarj süresi, Modülasyon, QAM, PAM.

COMPARISON OF EFFECTS OF QAM AND PAM MODULATION TECHNIQUES ON CHARGING TIME OF RF ENERGY HARVESTING SYSTEMS

Mustafa CANSIZ[1]

[1] **Dicle University, Department of Electrical and Electronics Engineering,**

E-mail: mustafa.cansiz@dicle.edu.tr, ORCID: 0000-0003-2534-9770

Abstract

In this study, the charging times measured using an RF energy harvesting circuit for Quadrature Amplitude Modulation (QAM) and Pulse Amplitude Modulation (PAM) signals with equal output powers were compared across distances from 20 cm to 50 cm at 5 cm intervals to determine the effects of different modulation techniques. To measure the charging times, the experimental setup utilized a Universal Software Radio Peripheral (USRP)-2900 device as the signal generator, a P2110 Powerharvester module as the RF energy harvesting circuit, and several auxiliary devices.

For the QAM-modulated signal, the shortest charging time of the RF energy harvesting circuit was measured at 20 cm as 10.01 s, whereas the longest charging time was recorded at 50 cm as 73.70 s. Similarly, for the PAM-modulated signal, the shortest charging time of the RF energy harvesting circuit was measured as 12.97 s at a distance of 20 cm, while the longest charging time was obtained as 119.67 s at 50 cm. The output power of the QAM modulated signal charged the RF energy harvesting circuit, the highest measured rate, 38.41% faster at a distance of 50 cm compared to the output power of the PAM modulated signal.

As a result, it was found that QAM-modulated signals charged the RF energy harvesting circuit faster than PAM-modulated signals across distances from 20 cm to 50 cm at 5 cm intervals. Thus, it was determined that different modulation techniques with the same output power charge the RF energy harvesting circuit in different durations.

Keywords: RF energy harvesting, Charging time, Modulation, QAM, PAM.

1. GİRİŞ

RF enerji hasatlama teknolojisinin kullanım alanları gün geçtikçe genişlemektedir. Bu teknoloji sayesinde havadaki elektromanyetik dalgalar RF enerji hasatlama devreleri ile elektrik enerjisine dönüştürülebilmektedir. Böylece, çok düşük güçte çalışan elektronik cihazlar başka bir enerji kaynağına ihtiyaç duymadan çalışabilmektedir (Bito et al., 2014; Guha, 2011).

TV ve Radyo vericileri, mobil baz istasyonları gibi birçok elektronik sistemin yaymış olduğu elektromanyetik dalgalar havada bulunabilmektedir. RF enerji hasatlama devreleri tasarlanırken hedef RF bandı tespit edilmelidir. Yani, ortamdaki hangi RF bandların güçlü olduğu ve dolayısıyla bunlardan elde edilecek olan enerjinin yüksek olması buna bağlıdır. Literatürde, ortamdaki elektromanyetik dalgaların gücünü ölçen birçok çalışma yapılmıştır (Baltrėnas & Buckus, 2013; Cansiz et al., 2016b, 2016a; Kim et al., 2014; Pinuela et al., 2013). Ortamdaki güçlü elektromanyetik dalgalar RF enerji hasatlama devrelerini zayıf elektromanyetik dalgalara kıyasla daha kısa sürede şarj edebilmektedir.

RF enerji hasatlama devreleri tek bandlı, çok bandlı veya geniş bandlı olabilmektedir. Ayrıca, ortamdaki sinyallerin farklı dalga formları ve farklı modülasyon teknikleri RF enerji hasatlama sürelerini etkilemektedir. Literatürde, RF enerji hasatlama ile ilgili birçok çalışma yer almaktadır (Altinel & Kurt, 2018; Andia Vera et al., 2015; Cansiz et al., 2019; Collado & Georgiadis, 2014; Ensworth et al., 2014; Trotter et al., 2009). Bu yeni teknoloji tarım, savunma sanayi, veri merkezi, akıllı şebeke v.b. gibi birçok alanda kullanılmaktadır.

Bu çalışmada, Quadrature Amplitude Modulation (QAM) ve Pulse Amplitude Modulation (PAM) sinyallerinin eşit çıkış güçleri 20 cm'den başlayıp 50 cm'ye kadar 5 cm aralıklarla mesafeye bağlı olarak RF enerji hasatlama devresi yardımıyla ölçülmüş olan şarj süreleri modülasyon tekniğinin etkisini belirlemek için karşılaştırılmıştır. Böylece, bu iki modülasyon tekniğinden hangisinin RF enerji hasatlama devresini mesafeye bağlı olarak daha kısa sürede şarj ettiği tespit edilmiştir.

2. MALZEME VE YÖNTEM

QAM ve PAM modülasyon tekniklerinin RF enerji hasatlama sisteminin şarj süresi üzerindeki etkilerini ölçmede kullanılan ölçüm düzeneği ve cihazları hakkında detaylı bilgiler bu bölümde yer almaktadır.

2.1. Ölçüm Düzeneği ve Kullanılan Cihazlar

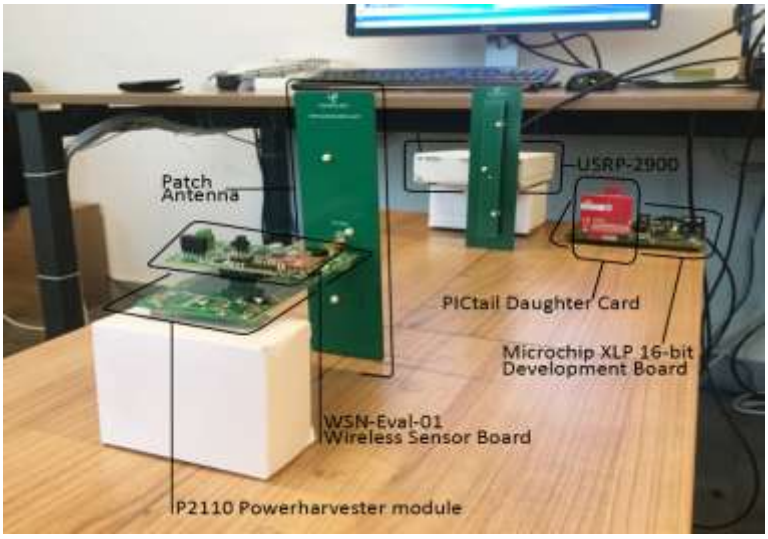
Bu ölçüm düzeneğinde National Instruments firmasına ait Universal Software Radio Peripheral (USRP)-2900 cihazı sinyal üreteci olarak kullanılmıştır (National Instruments). Bununla birlikte Powercast firmasına ait P2110 Powerharvester modülü, RF enerji hasatlama devresi olarak kullanılmıştır (Powercast Corporation). Ayrıca, WSN-Eval-01 kablosuz sensör kartı, Microchip XLP 16-bit geliştirme kartı, PICtail Daughter kartı ve yama antenler ölçüm düzeneğinde yer almaktadır.

QAM modülasyon tekniğinde dijital veriler taşıyıcı sinyalin hem genlik bileşenlerindeki hem de faz bileşenlerindeki varyasyonları olarak temsil edilir. Bunun yanı sıra, PAM modülasyon tekniğinde dijital veriler taşıyıcı sinyalin darbelerinin genliklerine göre temsil edilir.

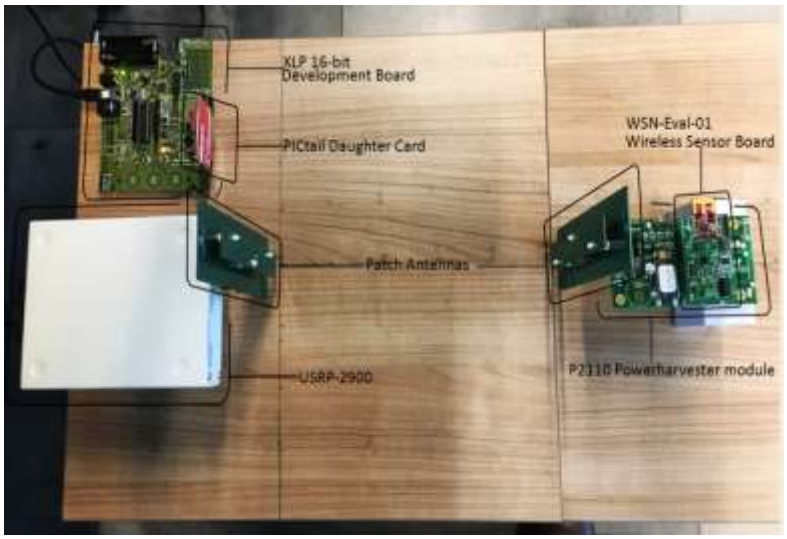
P2110 RF enerji hasatlama devresi 902 MHz ile 928 MHz frekans bandı arasında verimli bir şekilde enerji hasatlamaya imkan sağlamaktadır. Kullanılan ölçüm düzeneklerinde USRP-2900 sinyal üreteci 915 MHz taşıyıcı frekansında hem 8-QAM hem de 8-PAM sinyali üretmiştir ve çıkış gücü 14 dBm olarak ayarlanmıştır. Her iki modülasyon tekniği için de band genişliği 1 MHz olarak belirlenmiştir.

P2110 RF enerji hasatlama devresi 8-QAM ve 8-PAM modülasyonlu sinyallerin çıkış güçlerini 20 cm'den başlayıp 50 cm mesafeye kadar 5 cm aralıklarla hasatlamıştır. Şekil 1'de 8-QAM için ve Şekil 2'de ise 8-PAM için kurulmuş ölçüm düzenekleri yer almaktadır. WSN-Eval-01 kablosuz sensör kartı P2110 RF enerji hasatlama devresine takılıdır ve ışığı, nemi ve sıcaklığı algılayabilmekte ve bu bilgileri PICtail Daughter kartına kablosuz

olarak iletebilmektedir. Bununla birlikte, USRP-2900 cihazına takılı yama anten verici anten ve P2110 RF enerji hasatlama devresine takılı yama anten ise alıcı anten olarak çalışmaktadır ve her iki anten de 6 dBi kazanca sahiptir. Microchip XLP 16-bit geliştirme kartına bağlı PICtail Daughter kartı erişim noktası olarak (IEEE 802.15.4 (2.4 GHz)) kullanılmıştır.



Şekil 1: 8-QAM için kurulan ölçüm düzeneği (Cansiz, 2019b)



Şekil 2: 8-PAM için kurulan ölçüm düzeneği (Cansiz, 2019a)

2.2. Ölçüm Verilerinin Toplanması

Ölçüm verilerini toplamak ve kaydetmek için Microchip XLP 16-bit geliştirme kartı bir masaüstü bilgisayara kablo vasıtasıyla bağlanmıştır. Böylece, ölçüm verileri HyperTerminal vasıtasıyla görüntülenebilmektedir. HyperTerminal'deki verilerin görüntülenebilmesi için baud hızı:19200, veri bitleri: 8 bit, eşlik ve durdurma bitleri: 1 bit, akış kontrolü: donanım olmalıdır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

8-QAM ve 8-PAM modülasyonlu sinyallerin çıkış güçlerininin RF enerji hasatlama devresinin şarj süresi üzerindeki etkisinin sağlıklı hesaplanabilmesi için her iki ölçüm düzeneğinde yer alan antenler, sinyal üretecinin çıkış gücü ve RF enerji hasatlama devresinin çalışma frekans bandı hep aynı seçilmiştir. Böylece,aynı çıkış gücüne sahip 8-QAM ve 8-PAM modülasyonlu sinyallerin şarj süresini karşılaştırmak mümkün olmuştur.

8-QAM modülasyonlu sinyallerin 20 cm'den başlayıp 50 cm'ye kadar 5 cm aralıklarla mesafeye bağlı olarak şarj süresi Tablo 1'de yer almaktadır. Aynı şekilde, 8-PAM için mesafeye bağlı olarak şarj süresi Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 1. 8-QAM için mesafeye bağlı olarak şarj süresi (Cansiz, 2019b)

Mesafe (cm)	8-QAM için şarj süresi (s)
20	10.01
25	16.73
30	22.35
35	28.26
40	39.73
45	50.90
50	73.70

Tablo 2. 8-PAM için mesafeye bağlı olarak şarj süresi (Cansiz, 2019a)

Mesafe (cm)	8-PAM için şarj süresi (s)
20	12.97
25	21.44
30	28.66
35	35.60
40	53.53
45	79.00
50	119.67

8-QAM ve 8-PAM modülasyonlu sinyallerin mesafeye bağlı olarak şarj sürelerinin karşılaştırılması Tablo 3'te verilmiştir. Tabloda ayrıca şarj süresi farkı, şarj süresi uzun olan modülasyon tekniğinden şarj süresi kısa olanın süresi çıkarılarak measafeye göre yüzdelik olarak hesaplanmıştır. 8-QAM modülasyonlu sinyallerin 20 cm'den başlayıp 50 cm mesafeye kadar 5 cm aralıklarla mesafeye bağlı olarak şarj süreleri 8-PAM modülasyonlu sinyallere göre tüm mesafelerde daha hızlı çıkmıştır.

Tablo 3. 8-QAM ve 8-PAM için mesafeye bağlı olarak şarj sürelerinin karşılaştırılması

Mesafe (cm)	8-QAM için şarj süresi (s)	8-PAM için şarj süresi (s)	Şarj süresi farkı
20	10.01	12.97	8-QAM % 22.82 daha hızlı
25	16.73	21.44	8-QAM % 21.97 daha hızlı
30	22.35	28.66	8-QAM % 22.02 daha hızlı
35	28.26	35.60	8-QAM % 20.62 daha hızlı
40	39.73	53.53	8-QAM % 25.78 daha hızlı
45	50.90	79.00	8-QAM % 35.57 daha hızlı
50	73.70	119.67	8-QAM % 38.41 daha hızlı

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

8-QAM ve 8-PAM modülasyonlu sinyallerin eşit çıkış güçleri 20 cm'den başlayıp 50 cm'ye kadar 5 cm aralıklarla mesafeye bağlı olarak RF enerji hasatlama devresi desteğiyle her mesafe için ayrı ayrı ölçülen şarj süreleri modülasyon tekniğinin etkisini belirlemek için karşılaştırılmıştır.

8-QAM modülasyonlu sinyal için en kısa şarj süresi 10.01 s ile 20 cm mesafede ölçülmüş ve ayrıca en uzun şarj süresi ise 73.70 s ile 50 cm mesafede kaydedilmiştir. Bununla birlikte 8-PAM modülasyonlu sinyal için en kısa şarj süresi 12.97 s ile 20 cm mesafede ölçülmüştür ve ayrıca en uzun şarj süresi ise 119.67 s ile 50 cm mesafede hesaplanmıştır. 8-QAM modülasyonlu sinyallerin çıkış gücü 50 cm mesafede 8-PAM modülasyonlu sinyallerin çıkış gücüne göre RF enerji hasatlama devresini, ölçülen en yüksek oran olan, % 38.41 daha hızlı şarj etmiştir.

Sonuç olarak, 8-QAM modülasyonlu sinyallerin çıkış güçleri 20 cm'den başlayıp 50 cm'ye kadar 5 cm aralıklarla her mesafede 8-PAM modülasyonlu sinyallerin çıkış güçlerine göre RF enerji hasatlama devresini daha kısa sürede şarj ettiği tespit edilmiştir. Böylelikle, aynı çıkış gücüne sahip farklı modülasyon tekniklerinin RF enerji hasatlama devresinin şarj süresini farklı sürelerde etkilediği belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

Altinel, D., & Kurt, G. K. (2018). Finite-State Markov Channel Based Modeling of RF Energy Harvesting Systems. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, *67*(2), 1713–1725. https://doi.org/10.1109/TVT.2017.2757141

Andia Vera, G., Allane, D., Georgiadis, A., Collado, A., Duroc, Y., & Tedjini, S. (2015). Cooperative Integration of Harvesting RF Sections for Passive RFID Communication. *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*, *63*(12), 4556–4566. https://doi.org/10.1109/TMTT.2015.2495351

Baltrėnas, P., & Buckus, R. (2013). Measurements and analysis of the electromagnetic fields of mobile communication antennas. *Measurement*, *46*(10), 3942–3949. https://doi.org/10.1016/j.measurement.2013.08.008

Bito, J., Kim, S., Tentzeris, M., & Nikolaou, S. (2014). Ambient Energy Harvesting from 2-way Talk-Radio Signals for "Smart" Meter and Display Applications. *2014 IEEE Antennas and Propagation Society International Symposium (APSURSI)*, 1353–1354. https://doi.org/10.1109/APS.2014.6905002

Cansiz, M. (2019a). Radio Frequency Energy Harvesting with Pulse Amplitude Modulation Technique. *2nd International Congress on Engineering and Architecture (ENAR-2019)*, 1665–1671.

Cansiz, M. (2019b). Radio Frequency Energy Harvesting with Quadrature Amplitude Modulation Technique. *2nd International Conference on Energy Research (ENRES-2019)*, 97–102.

Cansiz, M., Abbasov, T., Kurt, M. B., & Celik, A. R. (2016a). Mapping of radio frequency electromagnetic field exposure levels in outdoor environment and comparing with reference levels for general public health. *Journal of Exposure Science & Environmental Epidemiology*, *28*(2), 161–165. https://doi.org/10.1038/jes.2016.64

Cansiz, M., Abbasov, T., Kurt, M. B., & Celik, A. R. (2016b). Mobile measurement of radiofrequency electromagnetic field exposure level and statistical analysis. *Measurement*, *86*, 159–164. https://doi.org/10.1016/j.measurement.2016.02.056

Cansiz, M., Altinel, D., & Kurt, G. K. (2019). Efficiency in RF energy harvesting systems: A comprehensive review. *Energy*, *174*. https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.02.100

Collado, A., & Georgiadis, A. (2014). Optimal Waveforms for Efficient Wireless Power Transmission. *IEEE Microwave and Wireless Components Letters*, *24*(5), 354–356. https://doi.org/10.1109/LMWC.2014.2309074

Ensworth, J. F., Thomas, S. J., Shin, S. Y., & Reynolds, M. S. (2014). Waveform-aware ambient RF energy harvesting. *2014 IEEE International Conference on RFID (IEEE RFID)*, 67–73. https://doi.org/10.1109/RFID.2014.6810714

Guha, K. (2011). RF Energy Harvesting in Agriculture. *8th All India Peoples' Technology Congress*.

Kim, S., Vyas, R., Bito, J., Niotaki, K., Collado, A., Georgiadis, A., & Tentzeris, M. M. (2014). Ambient RF Energy-Harvesting Technologies for Self-Sustainable Standalone Wireless Sensor Platforms. *Proceedings of the IEEE*, *102*(11), 1649–1666. https://doi.org/10.1109/JPROC.2014.2357031

National Instruments. *www.ni.com/en-us.html*.

Pinuela, M., Mitcheson, P. D., & Lucyszyn, S. (2013). Ambient RF Energy Harvesting in Urban and Semi-Urban Environments. *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*, *61*(7), 2715–2726. https://doi.org/10.1109/TMTT.2013.2262687

Powercast Corporation. *www.powercastco.com*.

Trotter, M. S., Griffin, J. D., & Durgin, G. D. (2009). Power-optimized waveforms for improving the range and reliability of RFID systems. *2009 IEEE International Conference on RFID*, 80–87. https://doi.org/10.1109/RFID.2009.4911196

ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND MACHINE LEARNING DRIVEN INTERFERENCE DETECTION AND IMPACT MITIGATION IN MOBILE COMMUNICATION NETWORKS

Ramazan YAĞMUR[1] / Mustafa CANSIZ[2]

[1] **Dicle Üniversitesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, E-posta: ramazan.yagmur@gmail.com, ORCID:0009-0007-2501-3835**

[2] **Dicle Üniversitesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, E-posta: mustafa.cansiz@dicle.edu.tr, ORCID: 0000-0003-2534-9770**

Abstract

Mobile telecommunication technologies are evolving rapidly and the number of connected devices is growing exponentially. Heterogeneous Networks are becoming much denser. These factors cause significant internal network interference. Additionally, external interference has severe negative impacts. Outside signals disrupt the network. They degrade signal quality and reduce data speeds. Therefore, interference management is now a critical challenge for network operators. This study presents a comprehensive evaluation of Machine Learning and Deep Learning approaches to detect, classify, and mitigate various interference types in 4G and 5G networks. Time-Frequency signal representations, such as spectrograms, combined with Convolutional Neural Networks to extract interference features automatically. Convolutional Neural Networks process visual data by utilizing convolutional layers that slide filters across grid-like inputs to automatically extract spatial features. According to the simulation and real-world data results, Deep Learning based architectures achieve %95 to %99.69 classification accuracy in identifying complex spectrum interferences and malicious jamming, while tree-based ensembles forecast weather-induced anomalies with up to %97.6 precision. Furthermore, dynamic mitigation strategies enhance Quality of Service (QoS) and Quality of Experience (QoE) by improving user throughput by up to %93.13, suppressing packet loss below %8.5, and providing ~10 dB SINR gain under severe inter-cell interference.

Keywords: Interference Mitigation, Machine Learning, Deep Learning, Mobile Communication

1. Introduction

The huge increase in mobile traffic creates a need for connection everywhere, driving the shift to new technologies like 5G and 6G (Anand et al., 2024). To boost network capacity, operators increasingly deploy small cells within macro base station coverage, forming dense Heterogeneous Networks (HetNets) (Anand et al., 2024). While HetNet improve data rates, they introduce severe co-tier and cross-tier interference problems (Anand et al., 2024; Wang, 2024). Furthermore, mobile networks are vulnerable to external interferences, including weather induced Atmospheric Duct Interference (ADI) (Muralitharan et al., 2025; Singh et al., 2024), shared-spectrum collisions with WiFi and Radar (Bhatti et al., 2021), and intentional electronic warfare jamming (Mehr & Dovis, 2024; Sormayli et al., 2025). Intentional interference, particularly jamming, has emerged as a critical concern in specific regions such as Turkey, where its severe disruptive effects on mobile networks are highly pronounced in certain operational areas.

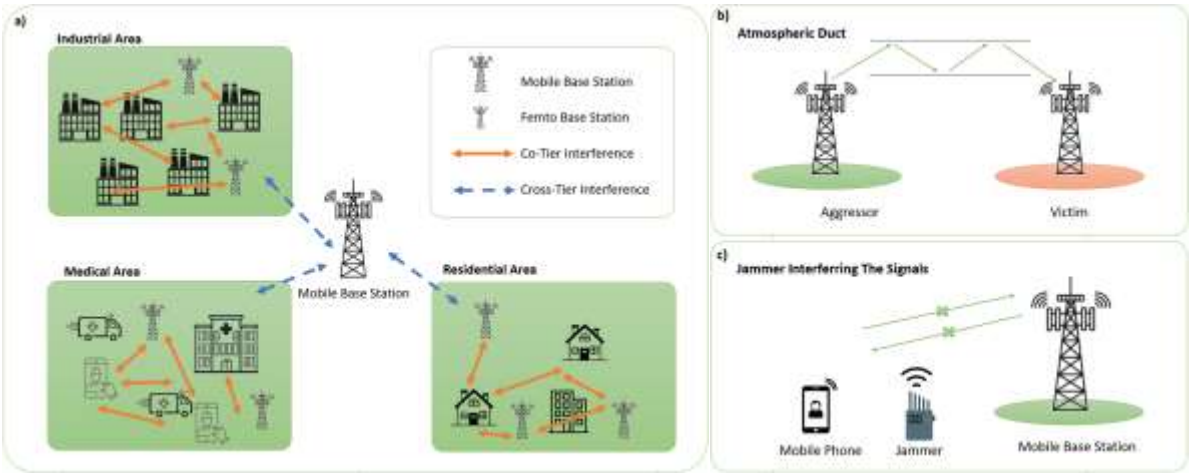


Fig. 1: a) HetNet comprises a mobile base station (Anand et al., 2024) b) Atmospheric Duct Interface (Singh et al., 2024), c) Jammer interfering the signals between Base Station and User Terminal

Traditional interference management relies on manual, rule-based techniques which require constant expert intervention and struggle to adapt to dynamic network conditions. We explore the shift toward Machine Learning (ML) and Deep Learning (DL) methodologies to proactively recognize and mitigate mobile network interference (Medhat et al., 2021; Mehr & Dovis, 2024).

2. AI BASED INTERFERENCE DETECTION

The first critical step in interference management is identifying the exact nature of the disruptive signal. Deep Learning reformulates this Radio Frequency (RF) challenge into an image classification task. (Duan et al., 2023; Medhat et al., 2021; Mehr & Dovis, 2024)

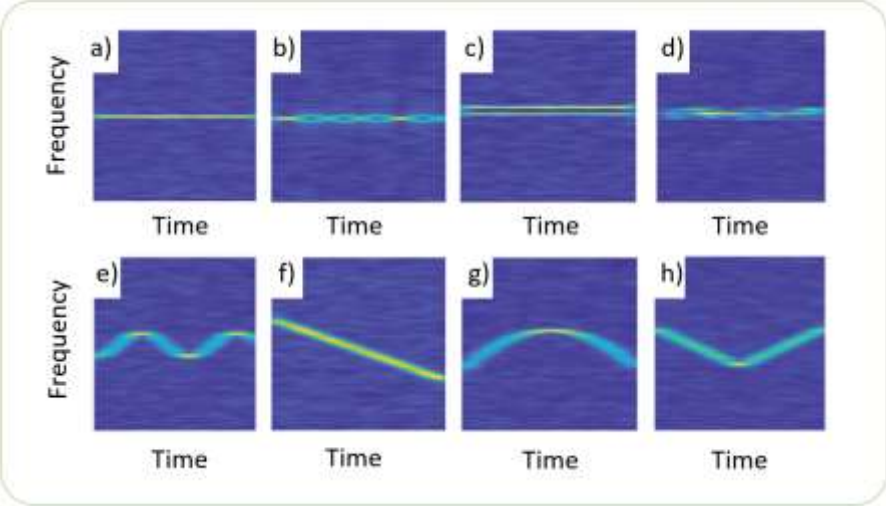


Fig. 2: Time-Frequency Images showcasing various interference patterns (Wang et al., 2021), (a) ST, (b) BPSK, (c) AM, (d) NAM, (e) SFM, (f) LFM, (g) QFM, (h) TFM

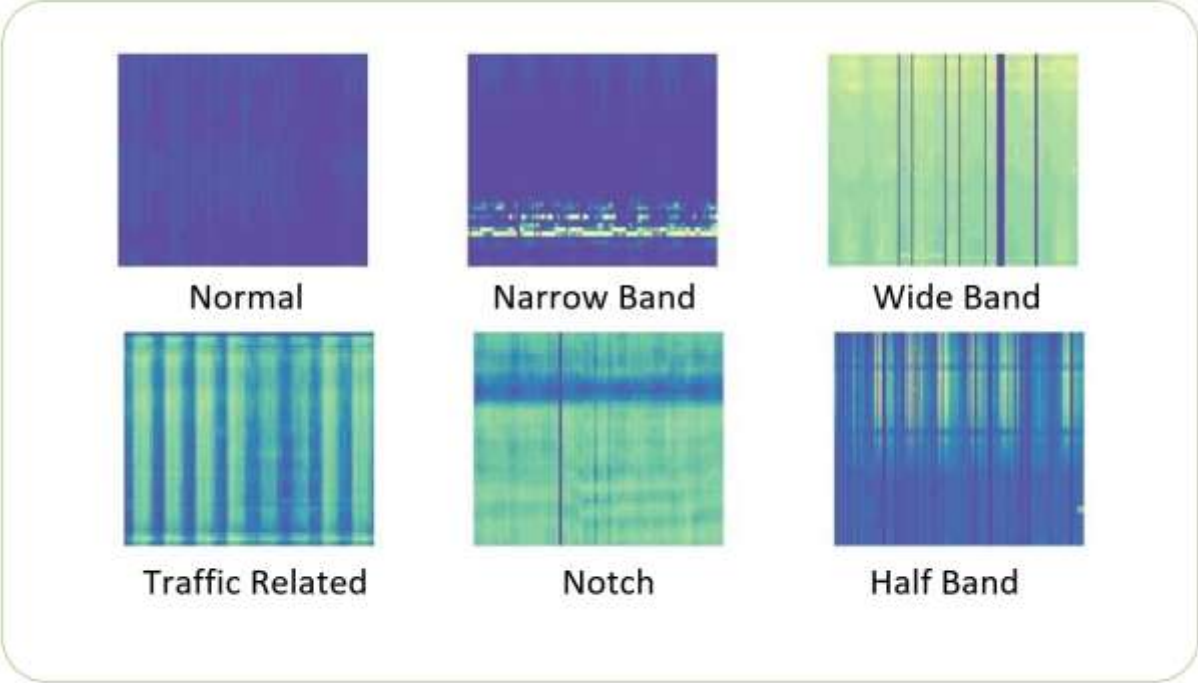


Fig. 3: Heat-maps for 6 different interference types (Medhat et al., 2021)

A. Signal Representation: Raw RF signals are preprocessed and converted into 2D Time-Frequency images, such as spectrograms or waterfall plots. These plots capture the dynamic spectral content of the signal over time, such as sweeping frequencies of a jammer or other systems. (Medhat et al., 2021; Mehr & Dovis, 2024; Wang et al., 2021)

B. Deep Neural Network Architectures: Several Convolutional Neural Network (CNN) architectures (AlexNet, ResNet50 and SqueezeNet) have been evaluated for spectrum monitoring. (Bhatti et al., 2021)

- **2D-CNNs**: By utilizing 2D convolutional filters, networks like ResNet18 achieve up to %98 accuracy in classifying overlapping radio access technologies such as LTE and WiFi (Bhatti et al., 2021)

- **1D-CNNs**: To address the high computational complexity of image processing at edge devices, 1D-CNNs directly process raw samples, drastically reducing floating point operations while maintaining competitive accuracy. (Duan et al., 2023)

Table 1. ML/DL methods and their accuracy of identifying interference

Application Area	Primary ML/DL Method	Input Data Type	Typical Performance
Spectrum Interference & Jamming (LTE Uplink, Radar, WiFi Overlap)	CNNs (ResNet, 1D-CNN)	Time-Frequency Images, Q-Spectrograms	%95 - %99.69 Accuracy (Bhatti et al., 2021; Duan et al., 2023; Medhat et al., 2021; Mehr & Dovis, 2024)
Weather Induced Interference (ADI)	Tree Ensembles & CNNs (Random Forest, XGBoost)	Meteorological Data, Network Parameters	~%72.3 - %97.6 Accuracy (Muralitharan et al., 2025; Singh et al., 2024)
Network Anomalies & O-RAN (Sleeping Cells, Co-Channel)	Deep Autoencoders, CNNs	MDT Measurements (RSRP, SINR)	High AUC / >%95 Accuracy (Anand et al., 2024; Masood et al., 2018)
Dynamic Interference Prediction (Moving Cells, IoT Networks)	Sequence Models (LSTM, Graph Networks)	Spatial Data (Time, Geographic Locations)	> %98 Accuracy (Gowgi et al., 2024; Zafar et al., 2019)

3. OPTIMIZATION AND MITIGATION STRATEGIES

Once the interference is classified, the network must autonomously apply mitigation strategies to preserve Quality of Service (QoS) and Quality of Experience (QoE).

A. Intelligent Traffic Offloading in RAN: In 5G RAN networks, ML algorithms classify users based on their interference levels (using Signal-to-Interference/Noise Ratio - SINR) (Anand et al., 2024). ML/DL enhanced identification and classification of interference and let offloading high-priority traffic to the nearest mobile base station that has sufficient resource blocks, improving overall throughput by up to %93 and drastically reducing packet loss. (Anand et al., 2024)

B. Proactive Resource Isolation and Signal Nulling: Instead of traditional power control, advanced DL architectures identify and isolate heavily interfered Physical Resource Blocks (PRBs), which are the fundamental units of frequency-domain resource allocation. This isolation allows the network to maintain reliable communication over the remaining clean spectrum.

Table 2. Mitigation actions and key benefits from different studies

Interference Problem	**Action**	**Key Benefit / Performance Gain**
Network Congestion (O-RAN/HetNets)	Intelligent Traffic Offloading	User throughput improves by up to 93.13%, video quality (VMAF) surpasses traditional baselines by up to 85.31%, packet loss is suppressed below 8.5%, and VoIP quality reaches 4.36 MOS (MLCIMO Algorithm). (Anand et al., 2024)
Weather Induced (Atmospheric Ducts)	Guard Period & Power Adjustment	Prevents long-distance cell collisions, resulting in a highly resilient Signal-to-Noise Ratio (SINR) of up to -13.7 dB. (Muralitharan et al., 2025; Singh et al., 2024)
Shared Spectrum (Co-Channel/ICI)	Signal Nulling & Zero-Forcing	Restores corrupted signal quality, resulting in an immediate SINR improvement of ~10 dB. (Guo & Lau, 2023)

4. CONCLUSION

The integration of DL into mobile communication systems offers a robust and highly accurate solution for interference management. Compared to traditional rule-based classifiers, CNNs and RL-based models excel at extracting nonlinear features from raw spectrum data and Time-Frequency images. By automatically recognizing interference and dynamically initiating mitigating actions, AI-driven architectures are expected to be the cornerstone of highly reliable mobile networks.

Advanced DL models, specifically CNN and LSTM, enable the accurate classification of various interference types like malicious jamming and ADI. Specifically, deep learning architectures achieve a classification accuracy ranging from %95 to %99.69 in identifying complex spectrum interferences, while tree-based ensembles forecast weather-induced anomalies with up to %97.6 precision. Consequently, next-generation networks can proactively initiate mitigation actions based on these classifications. These actions, such as intelligent traffic offloading, resource block isolation, and signal nulling, are essential to preserve optimal service quality. Dynamic mitigation enhance network performance by boosting user throughput by up to %93.13, suppressing packet loss below %8.5, and providing an immediate ~10 dB SINR gain under severe inter-cell interference.

REFERENCES

Anand, D., Togou, M. A., & Muntean, G.-M. (2024). A machine learning-based approach for interference mitigation to enhance QoS and QoE in 5G O-RAN networks. *2024 IEEE 35th International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications (PIMRC)*. https://doi.org/10.1109/PIMRC59610.2024.10817301

Bhatti, F. A., Khan, M. J., Selim, A., & Paisana, F. (2021). Shared spectrum monitoring using deep learning. *IEEE Transactions on Cognitive Communications and Networking*, *7*(4), 1171-1185. https://doi.org/10.1109/TCCN.2021.3071149

Duan, C., Feng, S., Hu, H., & Luo, Z. (2023). A one-dimension convolutional neural network based interference classification method. *Physical Communication*, *59*, 102075. https://doi.org/10.1016/j.phycom.2023.102075

Gowgi, P., Sadasivan, J., & Teslenko, M. (2024). Predicting interference graphs from data: A machine learning approach. *2024 International Conference on Signal Processing and Communications (SPCOM)*. https://doi.org/10.1109/SPCOM60851.2024.10631620

Guo, H., & Lau, V. K. N. (2023). Robust deep learning for uplink channel estimation in cellular network under inter-cell interference. *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*. https://doi.org/10.1109/JSAC.2023.3276765

Masood, U., Asghar, A., Imran, A., & Mian, A. N. (2018). Deep learning based detection of sleeping cells in next generation cellular networks. *2018 IEEE Global Communications Conference (GLOBECOM)*, 206-212. https://doi.org/10.1109/GLOCOM.2018.8647689

Medhat, A., ELattar, M., & Fahmy, O. M. (2021). LTE uplink interference inspection using convolutional neural networks. *2021 Novel Intelligent and Leading Emerging Sciences Conference (NILES)*. https://doi.org/10.1109/NILES53778.2021.9600524

Mehr, I. E., & Dovis, F. (2024). A deep neural network approach for classification of GNSS interference and jamming. *IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems*. https://doi.org/10.1109/TAES.2024.3462662

Muralitharan, R., Jayasinghe, U., Ragel, R. G., & Lee, G. M. (2025). Machine learning and deep learning-based atmospheric duct interference detection and mitigation in TD-LTE networks. *Future Internet*, *17*(6), 237. https://doi.org/10.3390/fi17060237

Singh, P., Subramaniam, K., Ppallan, J. M., Seenivasan, V., Balasubramanian, S., Gautam, D., & Vikhash, S. K. (2024). Forecasting and mitigating interference in TDD mobile communication networks using machine learning: A data-driven approach. *2024 IEEE International Conference on Advanced Networks and Telecommunications Systems (ANTS)*. https://doi.org/10.1109/ANTS63515.2024.10898333

Sormayli, J., Darvishi, M., Zarrinnegar, K., & Mosavi, M. R. (2025). Real-time jamming detection using windowing and hybrid machine learning models for pre-saturation alerts. *Scientific Reports*. https://doi.org/10.1038/s41598-025-10567-0

Wang, C. (2024). Mitigating interference in 5G heterogeneous networks through machine learning. *2024 International Symposium on Intelligent Signal Processing and Communication Systems (ISPACS)*. https://doi.org/10.1109/ISPACS62486.2024.10867992

Wang, P., Cheng, Y., Dong, B., & Peng, Q. (2021). Bring globality into convolutional neural networks for wireless interference classification. *IEEE Wireless Communications Letters*. https://doi.org/10.1109/LWC.2021.3135901

Zafar, S., Jangsher, S., Bouachir, O., Aloqaily, M., & Othman, J. B. (2019). QoS enhancement with deep learning-based interference prediction in mobile IoT. *Computer Communications*, *148*, 86-97. https://doi.org/10.1016/j.comcom.2019.09.010

MIKNATIS YERLEŞİM PARAMETRELERİNİN V-TİPİ IPM MOTOR PERFORMANSINA ETKİSİ: PARAMETRİK YAKLAŞIM

Elektrik-Elektronik Mühendisi Furkan SEÇKİNER[1] / Doç. Dr. Emin YILDIRIZ[2]

[1]Volta Motor Sanayi ve Ticaret A.Ş., Elektrik-Elektronik Mühendisliği, tm_muhendisi1@volta.com.tr, ORCID: 0009-0009-1968-9155

[2]Düzce Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, eminyildiriz@duzce.edu.tr, ORCID: 0000-0002-6003-6780

Özet

Bu çalışmada, elektrikli araç tahrik sistemlerinde kullanılmak üzere geliştirilen V-tipi içten mıknatıslı senkron motorun rotor geometrisi parametrik olarak incelenmiştir. Çalışmanın temel amacı, rotor geometrisinde yer alan farklı mıknatıs tasarım parametrelerinin motorun elektromanyetik performansı üzerindeki etkilerini belirlemek ve elde edilen sonuçlar doğrultusunda uygun tasarım değerlerini değerlendirmektir. Rotor yapısında yer alan mıknatıs kalınlığı, mıknatıs genişliği, V yerleşim açısı, köprü kalınlığı ve w_rib kalınlığı temel tasarım parametreleri olarak belirlenmiştir. Parametrik analizlerde her bir tasarım değişkeni farklı değerlerde değiştirilirken diğer motor geometrisi, malzeme özellikleri ve çalışma koşulları sabit tutulmuştur. Böylece her parametrenin motor performansı üzerindeki etkisinin ayrı olarak değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Elektromanyetik analizler Ansys Motor-CAD ortamında sonlu elemanlar yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Tasarımların karşılaştırılmasında çıkış gücü, motor verimi, şaft torku, maksimum d-q torku, ortalama tork, tork dalgalanması, cogging torku, güç faktörü, Back-EMF ve mıknatıs kütlesi gibi temel performans göstergeleri dikkate alınmıştır. Elde edilen sonuçlar üzerinden rotor geometrisindeki değişimlerin çıkış gücü, tork üretimi, tork kalitesi ve mıknatıs kullanımı üzerindeki etkileri karşılaştırılmıştır. Böylece yalnızca en yüksek tork veya güç değerine değil, farklı performans ölçütlerinin birlikte değerlendirilmesine dayalı bir yaklaşım benimsenmiştir. Parametrik analiz sonuçlarının, V-IPM motor tasarımında performans, tork kalitesi ve mıknatıs kullanımı arasında dengeli bir rotor geometrisinin belirlenmesine katkı sağlaması hedeflenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Elektrikli araç, V-IPM, sürekli mıknatıslı senkron motor, parametrik analiz, rotor geometrisi.

EFFECT OF MAGNET PLACEMENT PARAMETERS ON V-TYPE IPM MOTOR PERFORMANCE: A PARAMETRIC APPROACH

Electrical-Electronics Engineer Furkan SEÇKİNER[1] / Assoc. Prof. Dr. Emin YILDIRIZ[2]

[1]Volta Motor Industry and Trade Inc., Electrical-Electronics Engineering, tm_muhendisi1@volta.com.tr, ORCID: 0009-0009-1968-9155

[2]Düzce University, Department of Electrical-Electronics Engineering, eminyildiriz@duzce.edu.tr, ORCID: 0000-0002-6003-6780

Abstract

In this study, the rotor geometry of a V-type interior permanent magnet synchronous motor developed for use in electric vehicle traction systems was parametrically investigated. The main objective of the study was to determine the effects of different magnet design parameters within the rotor geometry on the electromagnetic performance of the motor and to evaluate suitable design values based on the obtained results. Magnet thickness, magnet width, V-angle, bridge thickness, and w_rib thickness were selected as the main design parameters of the rotor. During the parametric analyses, each design variable was varied over different values while the remaining motor geometry, material properties, and operating conditions were kept constant. Thus, the individual effect of each parameter on motor performance was evaluated separately. Electromagnetic analyses were carried out using the finite element method in Ansys Motor-CAD.,Output power, motor efficiency, shaft torque, maximum electromagnetic torque, average torque, torque ripple, cogging torque, power factor, back-EMF, and magnet mass were considered as the main performance indicatorsfor comparing the designs. Based on the obtained results, the effects of rotor geometry variations on output power, torque production, torque quality, and magnet utilization were compared. Accordingly, an approach based on the simultaneous evaluation of multiple performance criteria was adopted rather than focusing solely on the highest torque or power value. The parametric analysis results are expected to contribute to determining a balanced rotor geometry for V-IPM motor design in terms of performance, torque quality, and magnet utilization.

Keywords: Electric vehicle, V-IPM, permanent magnet synchronous motor, parametric analysis, rotor geometry.

GİRİŞ

Elektrikli araç tahrik sistemlerinde kullanılan elektrik motorlarından yüksek tork ve güç yoğunluğu, yüksek verim, geniş hız aralığı ve düşük tork dalgalanması gibi birbiriyle ilişkili birden fazla performans ölçütünün aynı anda sağlanması beklenmektedir. Sürekli mıknatıslı senkron motorlar bu gereksinimler açısından önemli avantajlar sunmakta; mıknatısların rotor içine yerleştirildiği içten mıknatıslı senkron motor (IPM) yapıları ise kalıcı mıknatıs torkuna ek olarak relüktans torkundan yararlanabilmeleri nedeniyle elektrikli araç uygulamalarında yaygın olarak değerlendirilmektedir (Hendershot & Miller, 2010; Pyrhönen et al., 2013).

IPM motorların elektromanyetik davranışı yalnızca stator ve sargı yapısına değil, rotor içerisindeki mıknatısların konumuna ve mıknatıs çevresinde oluşan manyetik yol geometrisine de güçlü biçimde bağlıdır. V-tipi rotor topolojilerinde mıknatısların açısı, boyutları, hava aralığına yakın köprü bölgesi ve mıknatısların iç tarafındaki w_rib bölgesi; hava aralığı akı dağılımını, d-q eksen endüktanslarını, relüktans torkunu, zıt elektromotor kuvvetini ve tork harmoniklerini etkileyebilmektedir. Literatürde V-tipi mıknatısların yerleşim açısı ile köprü boyutlarının elektromanyetik performans ve alan zayıflatma yeteneği üzerinde belirgin etkileri olduğu gösterilmiştir (Gundogdu & Komurgoz, 2020). Benzer şekilde V açısı ve mıknatıs kutup yayı gibi rotor parametrelerinin parametrik sonlu eleman analizleriyle optimize edilmesi, ortalama tork ile tork dalgalanması arasında farklı tasarım dengeleri ortaya koymaktadır (Niu & Zhang, 2023; Niu, 2025).

Rotor köprüsü elektromanyetik açıdan akı kaçağını ve yerel manyetik doyumu etkilerken, mekanik açıdan mıknatısların merkezkaç kuvvetlerine karşı tutulmasında kritik bir rol üstlenmektedir. Rao ve ark. (2014), manyetik köprü geometrisinin mekanik gerilme ile Zıt-EMK ve tork gibi elektromanyetik büyüklükler arasında bir tasarım ödünleşimi oluşturduğunu göstermiştir. Bu nedenle rotor geometrisinin geliştirilmesinde tek bir performans çıktısını en büyük veya en küçük yapmak yerine, birden fazla elektromanyetik ölçütün birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir.

Bu çalışmada 24 oluklu ve 8 kutuplu V-tipi bir IPM motor için mıknatıs kalınlığı, mıknatıs genişliği, V yerleşim açısı, köprü (bridge) kalınlığı ve web kalınlığı bağımsız parametrik değişkenler olarak incelenmiştir. Her parametre aynı başlangıç modelinden hareketle tek değişkenli (one-at-a-time, OAT) yaklaşım ile değiştirilmiş; stator geometrisi, sargı yapısı, malzeme özellikleri ve çalışma koşulları sabit tutulmuştur. Analizler Ansys Motor-CAD ortamında sonlu eleman analizi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın amacı, her bir rotor parametresinin performans üzerindeki yönünü ortaya koymak, uygun parametre değerlerini seçmek ve seçilen değerlerin birlikte uygulanmasıyla başlangıç motorunun elektromanyetik performansını geliştirmektir.

1. KURAMSAL ÇERÇEVE

1.1. V-Tipi IPM Motorlarda Elektromanyetik Tork

IPM motorlarda elektromanyetik tork, kalıcı mıknatıs akısının oluşturduğu mıknatıs torku ile rotor üzerinde oluşturulan boşlukların ortaya koyduğu relüktans torkunun toplamından oluşur. Yaygın d-q eksen gösteriminde elektromanyetik tork aşağıdaki biçimde ifade edilebilir (Pyrhönen et al., 2013):

$$T_e = \frac{3}{2} p\left[\psi_m i_q + \left(L_d - L_q\right) i_d i_q\right]$$

Burada p kutup çifti sayısını, ψ_m kalıcı mıknatıs akı bağını, i_d ve i_q d-q eksen akımlarını, L_d ve L_q ise ilgili eksen endüktanslarını göstermektedir. V-tipi mıknatıs yerleşimi rotorun manyetik relüktansını ve mıknatıs akı yolunu değiştirdiğinden, mıknatıs boyutları ile V açısındaki değişimler hem mıknatıs torku hem de relüktans torku üzerinde etkili olabilir. Bu nedenle rotor parametrelerinde yapılan küçük değişiklikler dahi toplam tork ve güç üretiminde ölçülebilir farklılıklar oluşturabilmektedir.

Motorun mekanik çıkış gücü, üretilen ortalama tork ve rotorun mekanik açısal hızı ile doğrudan ilişkilidir. Mekanik çıkış gücü aşağıdaki eşitlikle ifade edilebilir (Pyrhönen et al., 2013):

$$P_{out} = T_{avg}\,\omega_m$$

Motor hızı d/dk cinsinden ifade edildiğinde ise eşitlik aşağıdaki biçimde yazılabilir:

$$P_{out} = \frac{2\pi n T_{avg}}{60}$$

Burada P_{out} mekanik çıkış gücünü, T_{avg} ortalama torku, ω_m mekanik açısal hızı ve n rotor hızını göstermektedir. Bu çalışmada motor hızı sabit tutulduğundan, rotor geometrisinde meydana gelen değişimlerin ortalama tork üzerindeki etkisi çıkış gücüne de doğrudan yansımaktadır.

Kalıcı mıknatıslı senkron motorlarda rotor mıknatıslarının oluşturduğu manyetik akının stator sargıları ile etkileşimi sonucunda Zıt- EMK oluşmaktadır. Faraday yasasına göre bir fazda indüklenen gerilim genel olarak aşağıdaki şekilde ifade edilebilir:

$$e = -\frac{d\lambda}{dt}$$

Burada e bir sarımda indüklenen gerilimi, λ ise stator sargısındaki akı bağını ifade etmektedir. Motor hızı sabit tutulduğunda Zıt-EMK değerindeki değişim büyük ölçüde rotor geometrisi ve mıknatısların oluşturduğu akı bağındaki değişime bağlıdır. Bu nedenle mıknatıs kalınlığı, mıknatıs genişliği ve V yerleşim açısı gibi parametrelerdeki değişimler Zıt-EMK üzerinde doğrudan etkili olabilmektedir.

Tork kalitesi değerlendirmesinde kullanılan temel büyüklüklerden biri tork dalgalanmasıdır. Bu çalışmada tork dalgalanması, bir elektriksel periyottaki en büyük ve en küçük tork değerlerinin ortalama torka göre farkı üzerinden değerlendirilmiştir:

$$TR = \frac{T_{max} - T_{min}}{T_{avg}} \times 100$$

Tork dalgalanmasının artması, mekanik titreşim ve akustik davranış bakımından istenmeyen bir durumdur. Cogging torku ise stator olukları ile rotorun kalıcı mıknatıs alanı arasındaki etkileşimden kaynaklanan yüksüz tork salınımıdır. Rotor geometrisi hava aralığı akı dağılımını ve harmonik içeriğini değiştirdiği için, tork üretimindeki artış her zaman tork dalgalanması ve cogging torku bakımından iyileşme anlamına gelmemektedir. Niu (2025), rotor topolojisi ve hava aralığı akı harmoniklerinin tork dalgalanması ile doğrudan ilişkili olduğunu göstermiştir.

1.2. Rotor Geometrisinin Elektromanyetik Performansa Etkisi

Mıknatıs kalınlığı ve genişliği, rotorda kullanılan kalıcı mıknatıs hacmini ve dolayısıyla temel hava aralığı akısını doğrudan etkileyen değişkenlerdir. Mıknatıs hacminin artırılması genellikle daha yüksek Zıt-EMK ve daha yüksek tork kapasitesi sağlayabilir; ancak mıknatıs kütlesi, maliyet ve doyum davranışı açısından ek etkiler oluşturabilir. Bu nedenle yalnızca tork artışına göre yapılan bir seçim, motorun toplam tasarım hedefi açısından yeterli değildir.

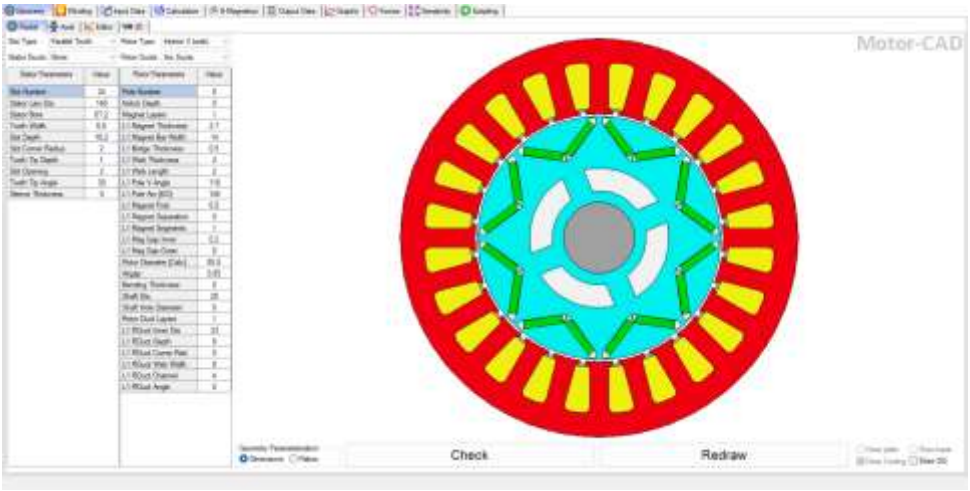
V açısı, mıknatısların d eksenine göre yerleşimini ve rotor içerisindeki akı yolunu değiştirir. Niu ve Zhang (2023) V-tipi IPM yapılarında açısal parametrelerin ortalama tork, relüktans torku ve Zıt-EMK harmonikleri üzerinde belirgin etkiler oluşturduğunu göstermiştir. Köprü ve w_rib kalınlıkları ise mıknatıs çevresindeki demir yollarını belirleyerek hem kaçak akıyı hem de bölgesel doyumu etkileyebilir. Gundogdu ve Komurgoz (2020) köprü genişliği ve kalınlığı ile V-mıknatıs geometrisinin IPM motorların tork, tork dalgalanması ve alan zayıflatma performansı üzerinde etkili tasarım değişkenleri olduğunu ortaya koymuştur. Elektromanyetik açıdan daha ince

bir köprü kaçak akıyı azaltabilse de, rotor mekanik dayanımı bakımından ayrıca değerlendirilmelidir (Rao et al., 2014).

2. YÖNTEM

2.1. Başlangıç Motor Modeli ve Analiz Koşulları

Çalışmada kullanılan referans motor, elektrikli araç tahrik uygulaması için geliştirilen 24 oluklu ve 8 kutuplu V-tipi IPM motor modeli Şekil 1'de görülmektedir. Analizlerde N38SH mıknatıs malzemesi, 0,85 mm hava aralığı ve 100,1 A RMS akım koşulu kullanılmıştır. Hava aralığında 360/360 mesh tanımlanmış ve tüm modeller aynı geçici rejim FEA çözüm koşullarında çalıştırılmıştır.



Şekil 1. Çalışmada kullanılan 24 oluklu/8 kutuplu V-tipi IPM motorun 2B kesit MotorCad görünümü

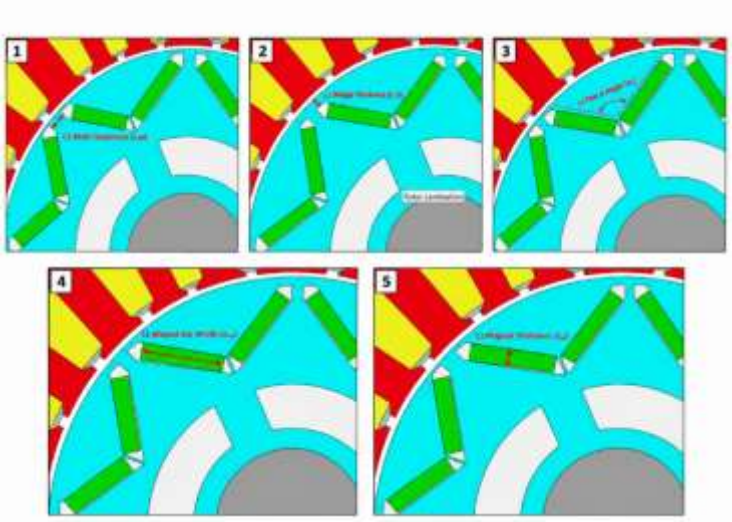
Başlangıç modelinde 4996 W çıkış gücü, 15,129 Nm ortalama tork, %88,534 motor verimi, %33,424 tork dalgalanması ve 3,8017 Nm cogging torku elde edilmiştir. Başlangıç mıknatıs kütlesi 0,3701 kg'dır. Bu model, tüm parametrik taramalarda karşılaştırma noktası olarak kullanılmıştır. Parametrik analizlerde stator boyutları, mıknatıs özellikleri ve motor elektriksel özellikleri (Tablo 1) sabit tutulmuştur.

Tablo 1. Referans motoru ve sabit analiz koşulları

Parametre	Değer
Oluk / kutup sayısı	24 / 8
DC bara gerilimi	72 V
Mil hızı	3474 d/dk
Faz akımı	100,1 A RMS
Mıknatıs malzemesi	N38SH

2.2. Parametrik Analiz Yöntemi

Parametrik çalışmada her bir rotor değişkeni aynı başlangıç modelinden bağımsız olarak değiştirilmiştir. Böylece bir parametrenin etkisi incelenirken, diğer parametrelerden kaynaklanabilecek eş zamanlı etkilerin sınırlandırılması amaçlanmıştır. Şekil 2'de incelenen tasarım parametreli tanımlanmıştır. Bu beş tasarım değişkeninin dikkate alınan çözüm aralıkları Tablo 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Parametrik analizde değiştirilen rotor geometrisi değişkenlerinin tanımları

Tablo 2. Parametrik analizde kullanılan değişkenler ve tarama aralıkları

Motor-CAD parametresi	İncelenen aralık	Başlangıç
L1 Magnet Thickness	2,1 – 3,3 mm	2,7 mm
L1 Magnet Bar Width	12 – 15 mm	14 mm
L1 Pole V Angle	110 – 126°	118°
L1 Bridge Thickness	0,4 – 0,9 mm	0,5 mm
L1 W_rib Thickness	1,0 – 3,0 mm	2,0 mm

Her parametrik model için çıkış gücü, motor verimi, şaft torku, maksimum d-q torku, ortalama tork, tork dalgalanması, cogging torku, güç faktörü, Zıt-EMK RMS ve mıknatıs kütlesi değerlendirilmiştir. Parametre seçimi yalnızca en yüksek güç veya tork sonucuna göre yapılmamış; performans artışı, tork kalitesi, mıknatıs kullanımı ve üretilebilirlik birlikte dikkate alınmıştır.

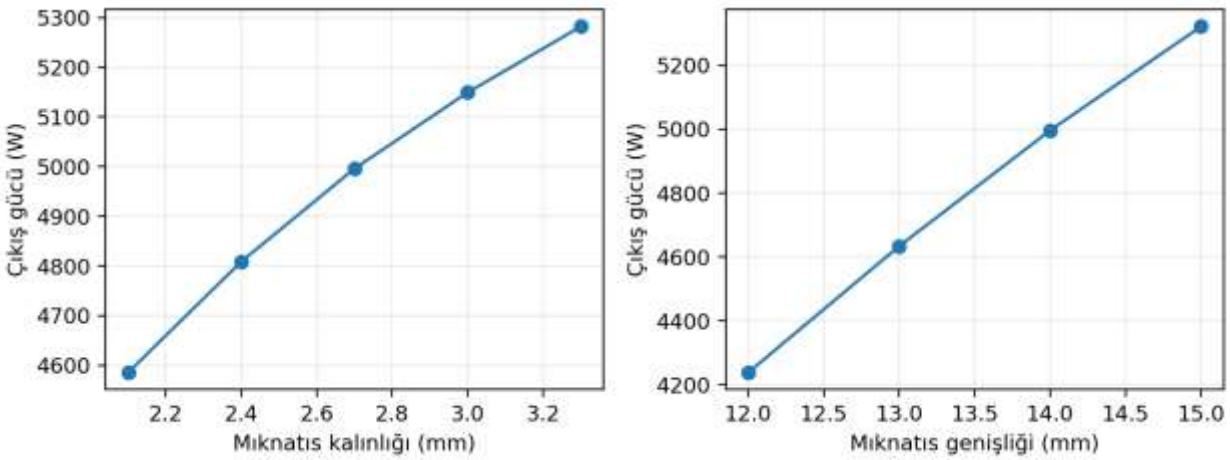
3. BULGULAR

3.1. Mıknatıs Kalınlığının Etkisi

Mıknatıs kalınlığı 2,1 mm'den 3,3 mm'ye çıkarıldığında çıkış gücünün düzenli olarak arttığı görülmüştür. Çıkış gücü sırasıyla 4585,7 W, 4808,9 W, 4996 W, 5149,4 W ve 5282 W olarak elde edilmiştir. Başlangıç değeri olan 2,7 mm ile 3,3 mm karşılaştırıldığında çıkış gücü %5,72, ortalama tork %5,29 artmıştır. Buna karşılık mıknatıs kütlesi %22,24 yükselmiştir. Sonuçlar, mıknatıs kalınlığının motorun tork ve güç kapasitesini doğrudan etkileyen güçlü bir tasarım değişkeni olduğunu göstermektedir. Performans artışı belirgin olduğundan 3,3 mm değeri geliştirilmiş model için seçilmiştir; ancak bu seçim daha fazla mıknatıs kullanımı pahasına gerçekleşmiştir.

3.2. Mıknatıs Genişliğinin Etkisi

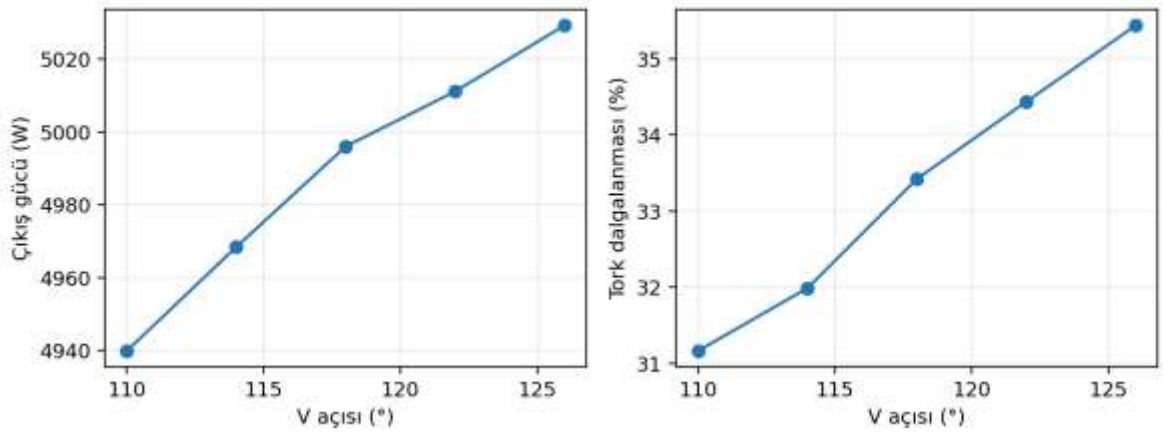
Mıknatıs genişliği 12–15 mm aralığında incelendiğinde çıkış gücü 4238,4 W'dan 5321,2 W'a yükselmiştir. 14 mm başlangıç genişliğinin 15 mm'ye çıkarılması, çıkış gücünde %6,51 ve ortalama torkta %6,05 artış sağlamıştır. Bununla birlikte cogging torku %18,88 artmıştır. Bu sonuç, daha geniş mıknatıs kullanımının motorun temel performans kapasitesini geliştirdiğini ancak tork kalitesi açısından ek bir ödünleşim oluşturduğunu göstermektedir. En yüksek tork ve güç değerinin elde edilmesi nedeniyle 15 mm mıknatıs genişliği seçilmiştir.



Şekil 3. Mıknatıs kalınlığı ve mıknatıs genişliğinin çıkış gücü üzerindeki etkisi.

3.3. V Açısının Etkisi

V açısı 110°, 114°, 118°, 122° ve 126° değerlerinde analiz edilmiştir. Açının artmasıyla çıkış gücü 4939,9 W'dan 5029,2 W'a yükselmiş, ancak bu artış mıknatıs boyutlarında elde edilen artışa göre sınırlı kalmıştır. Buna karşılık tork dalgalanması %31,167'den %35,437'ye yükselmiştir. Özellikle 118° ile 122° karşılaştırıldığında çıkış gücü yalnızca %0,30 ve ortalama tork %0,27 artarken, tork dalgalanması %3,04 ve cogging torku %2,51 artmıştır. Dolayısıyla daha büyük V açılarında elde edilen sınırlı performans kazancı tork kalitesindeki bozulmayı karşılamamıştır. Bu nedenle başlangıç değeri olan 118° korunmuştur.



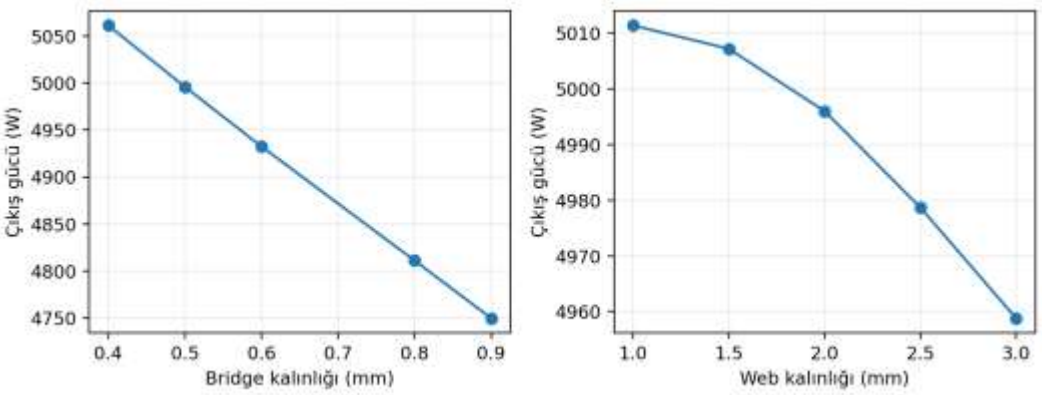
Şekil 4. V açısının çıkış gücü ve tork dalgalanması üzerindeki etkisi.

3.4. Köprü Kalınlığının Etkisi

Köprü kalınlığı 0,4; 0,5; 0,6; 0,8 ve 0,9 mm değerlerinde incelenmiştir. Çıkış gücü köprü kalınlığı arttıkça sırasıyla 5061,4 W, 4996 W, 4932,5 W, 4810,9 W ve 4749,4 W seviyelerine gerilemiştir. Bu eğilim, köprü bölgesindeki demir hacminin ve kaçak akı yolunun artmasının hava aralığına aktarılan yararlı akıyı ve tork üretimini azaltabildiğini göstermektedir. Bununla birlikte köprü kalınlığındaki artış tork kalitesinde iyileşme sağlamıştır. 0,4 mm ile 0,6 mm karşılaştırmasında çıkış gücü %2,55 ve ortalama tork %2,38 azalırken, tork dalgalanması %6,65 ve cogging torku %7,82 azalmıştır. Bu denge nedeniyle 0,6 mm köprü kalınlığı geliştirilmiş model için seçilmiştir. 0,7 mm parametresinde güvenilir çözüm elde edilememiştir.

3.5. W_rib Kalınlığının Etkisi

W_rib kalınlığı 1,0–3,0 mm aralığında değiştirildiğinde çıkış gücünün 5011,4 W'dan 4958,8 W'a doğru sınırlı bir azalma gösterdiği belirlenmiştir. Başlangıç değeri 2,0 mm yerine 1,5 mm kullanıldığında çıkış gücü %0,22 artmış, tork dalgalanması %0,19 ve cogging torku %0,95 azalmıştır. Değişimlerin büyüklüğü diğer parametrelere göre düşük olmakla birlikte üç temel göstergenin aynı yönde iyileşmesi nedeniyle 1,5 mm w_rib kalınlığı seçilmiştir.



Şekil 5. Bridge ve w_rib kalınlığının çıkış gücü üzerindeki etkisi.

Tablo 3. Tekil parametrik analizlerden öne çıkan değişimler

Parametre değişimi	Güç	Ort. tork	Tork dalgalanması	Cogging	Seçilen Parametreler
Mıknatıs kalınlığı 2,7→3,3 mm	+%5,72	+%5,29	+%4,10	+%10,77	3,3mm seçildi
Mıknatıs genişliği 14→15 mm	+%6,51	+%6,05	+%18,15	+%18,88	15mm seçildi
V açısı 118→122°	+%0,30	+%0,27	+%3,04	+%2,51	118° korundu
Köprü 0,5→0,6 mm	−%2,55	−%2,38	−%6,65	−%7,82	0,6 mm seçildi
Web 2,0→1,5 mm	+%0,22	+%0,23	−%0,19	−%0,95	1,5 mm seçildi

3.6. Seçilen Parametre Seti ve Geliştirilmiş Model

Tekil parametrik analizlerden elde edilen sonuçlar birlikte değerlendirilerek geliştirilmiş V-IPM rotor modeli oluşturulmuştur. Mıknatıs kalınlığı 3,3 mm'ye ve mıknatıs genişliği 15 mm'ye çıkarılmış, V açısı 118° olarak korunmuş, köprü kalınlığı 0,6 mm'ye yükseltilmiş ve web kalınlığı 1,5 mm'ye düşürülmüştür. Geliştirilmiş modelde stator geometrisi, aktif uzunluk, sargı yapısı, mıknatıs malzemesi ve çalışma koşulları değiştirilmemiştir.

Tablo 4. Başlangıç ve geliştirilmiş rotor parametreleri

Parametre	Başlangıç	Geliştirilmiş
L1 Magnet Thickness	2,7 mm	3,3 mm
L1 Magnet Bar Width	14 mm	15 mm
L1 Pole V Angle	118°	118°
L1 Bridge Thickness	0,5 mm	0,6 mm
L1 W_rib Thickness	2,0 mm	1,5 mm

Seçilen parametrelerin aynı model üzerinde birlikte uygulanmasıyla çıkış gücü 4996 W'dan 5574,7 W'a, ortalama tork 15,129 Nm'den 16,760 Nm'ye yükselmiştir. Buna göre çıkış gücünde %11,58 ve ortalama torkta %10,78 artış elde edilmiştir. Motor verimi %88,534'ten %89,472'ye yükselerek 0,938 yüzde puan artmıştır. Şaft torku %11,59, maksimum d-q torku %11,26 ve güç faktörü %4,44 artmıştır. Zıt-EMK RMS değeri 19,08 V'dan 21,45 V'a yükselmiştir.

Performans artışına karşın tork kalitesi ve mıknatıs kullanımı bakımından olumsuz değişimler de oluşmuştur. Tork dalgalanması %33,424'ten %41,085'e, cogging torku 3,8017 Nm'den 4,7727 Nm'ye ve mıknatıs kütlesi 0,3701 kg'dan 0,4847 kg'a yükselmiştir. Bu değişimler sırasıyla %22,92, %25,54 ve %30,96 artışa karşılık gelmektedir. Dolayısıyla geliştirilmiş model daha yüksek tork ve güç kapasitesine sahip olmakla birlikte, tork kalitesi ve mıknatıs kullanımında yeni iyileştirme gereksinimleri ortaya çıkarmaktadır.

Tablo 5. Başlangıç ve geliştirilmiş V-IPM modelinin elektromanyetik karşılaştırması

Performans göstergesi	Başlangıç	Geliştirilmiş	Değişim
Çıkış gücü (W)	4996	5574,7	+%11,58
Motor verimi (%)	88,534	89,472	+0,938 yüzde puan
Şaft torku (Nm)	13,733	15,324	+%11,59
Maks. d-q torku (Nm)	15,767	17,542	+%11,26
Ortalama tork (Nm)	15,129	16,760	+%10,78
Güç faktörü	0,84632	0,88392	+%4,44
Back-EMF RMS (V)	19,08	21,45	+%12,42
Tork dalgalanması (%)	33,424	41,085	+%22,92
Cogging torku (Nm)	3,8017	4,7727	+%25,54
Mıknatıs kütlesi (kg)	0,3701	0,4847	+%30,96

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışmada V-tipi IPM motor rotorunda yer alan beş temel geometrik parametrenin elektromanyetik performansa etkisi Ansys Motor-CAD tabanlı parametrik sonlu eleman analizleriyle incelenmiştir. Sonuçlar, mıknatıs kalınlığı ve genişliğinin tork ve çıkış gücü üzerinde en belirgin etkiyi oluşturan değişkenler olduğunu göstermiştir. Mıknatıs kalınlığı ve genişliği arttıkça başlangıç motoruna göre çıkış gücünde %11,58 oranında artış sağlanmıştır. Ancak toplam mıknatıs ağırlığı %30,96 oranında artmıştır. Dolayısıyla mıknatıs ağırlığı ile orantılı olmayan bir artış gözlemlenmiştir. Bunun nedeni rotor nüvesi ve stator dişlerindeki doyumlar olabilir.

V açısının büyümesi mıknatısların rotor yüzeyine yaklaşması anlamına gelmektedir. V-açısı büyüsükçe üretilen tork değerinde kısmi artış olurken tork dalgalanması ve cogging torkta ciddi artışlar olmaktadır. İncelenen diğer önemli tasarım parametresi de köprü kalınlığıdır. Köprü kalınlığının artırılması tork ve güçte azalmaya neden olurken tork dalgalanması ve cogging torkunda iyileşme sağlamıştır. Bunun temel nedeni köprü üzerinden kısa devre olan mıknatıs akı miktarı köprü kalınlığı ile birlikte artmaktadır. Diğer bir deyişle köprü kalınlığı arttıkça, tork üretimine katılan mıknatıs akı miktarı azalmaktadır. Bu nedenle mümkün olduğunca ince köprü kalınlığı tercih edilmelidir. Ancak burada mekanik stres kısıtları da göz ardı edilmemelidir.

Sonraki çalışmalarda tasarım değişkenlerinin etki ağırlıkları dikkate alınarak çok kriterli karar verme yöntemleri gibi yöntemler ile optimal tasarıma karar verilebilir. Veya çok amaçlı optimizasyon yöntemleri işletilerek istenilen çıkış gücünü sağlayan optimal mıknatıs hacmi ve dizilimi elde edilebilir. IPM motorlarda; özellikle rotor yüzey çentikleri, akı bariyeri geometrisi veya ek d/q ekseni geometrik düzenlemeleri incelenerek tork dalgalanmasını azaltmak mümkündür. Sonraki çalışmalarda bu iyileştirmeler araştırılabilir.

KAYNAKLAR

Gundogdu, T., & Komurgoz, G. (2020). Influence of design parameters on flux-weakening performance of interior permanent magnet machines with novel semi-overlapping windings. IET Electric Power Applications, 14(13), 2547–2563. https://doi.org/10.1049/iet-epa.2020.0390

Hendershot, J. R., & Miller, T. J. E. (2010). Design of Brushless Permanent-Magnet Machines (2nd ed.). Motor Design Books.

Niu, L. (2025). Optimization design and torque performance research of interior permanent magnet synchronous motors. Scientific Reports, 15, 8822. https://doi.org/10.1038/s41598-025-93285-x

Niu, L., & Zhang, M. (2023). The optimal design and research of interior permanent magnet synchronous motors for electric vehicle applications. The Journal of Engineering, 2023(4), e12258. https://doi.org/10.1049/tje2.12258

Pyrhönen, J., Jokinen, T., & Hrabovcová, V. (2013). Design of Rotating Electrical Machines (2nd ed.). Wiley. https://doi.org/10.1002/9781118701591

Rao, J., Qu, R., Ma, J., & Xu, W. (2014). Investigate the influence of magnetic bridge design on mechanical strength and electromagnetic characteristics in high speed IPM machines. In 2014 17th International Conference on Electrical Machines and Systems (ICEMS) (pp. 22–27). IEEE. https://doi.org/10.1109/ICEMS.2014.701344

17-4 PH PASLANMAZ ÇELİĞİNİN MALZEME EKSTRÜZYONU (MEX) VE METAL ENJEKSİYON KALIPLAMA (MIM) İLE ÜRETİMİNDE ŞEKİLLENDİRME YÖNTEMİNİN YOĞUNLUK VE MİKROSERTLİĞE ETKİSİ

Dr. Öğr. Üyesi, Talha SUNAR,

Karabük Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Mekatronik Mühendisliği Bölümü, talhasunar@gmail.com, https://orcid.org/0000-0002-4683-6095

Özet

Eklemeli imalatta kullanılan çok çeşitli üretim süreçleri, ortaya çıkan bileşenlerin mekanik özelliklerini kendine özgü bir biçimde etkiler. Bu çalışma, özellikle malzeme ekstrüzyonu (MEX) yöntemine odaklanarak, üretim süreçleri ile mekanik özellikler arasındaki karmaşık ilişkiyi incelemektedir.

Çalışma, sertlik ve yoğunluk özelliklerini merkeze alarak, 17-4 PH paslanmaz çeliğinden MEX süreciyle üretilen numuneler ile metal enjeksiyon kalıplama (MIM) süreciyle üretilmiş malzemelerin karşılaştırılmasını içerir. MEX yönteminde kullanılan hammadde çubukları, MIM yöntemine benzer bir üretim sürecinden geçirilerek üretilmektedir. Bu çubuklar, MEX sürecinde kullanılarak, basılan diğer numune grubuyla yapılacak karşılaştırmada temel teşkil eder. Bu kritik ilk aşamanın ardından her iki numune grubu da aynı bağlayıcı giderme ve sinterleme işlemlerine tabi tutulmuş; böylece üretim prosedürlerinin nihai bileşen üzerindeki girift etkilerini değerlendirmek adına kontrollü bir ortam oluşturulmuştur.

MIM numuneleri daha dar bir yoğunluk değer dağılımı sergilemiş, bu da yüksek tekrarlanabilirliğe işaret etmiştir. Söz konusu eğilim, MIM sürecinin istikrarlı ve tutarlı niteliklerini öne çıkarmaktadır. Öte yandan MEX yöntemiyle üretilen numune grubu daha geniş bir değer aralığı ve nispeten daha düşük bir ortalama yoğunluk göstermektedir. Mikrosertlik testlerinden elde edilen verilerin analizi sonucunda, bulguların yoğunluk gözlemleriyle uyumlu olduğu görülmüştür. MIM numunelerinin MEX numunelerine göre %3 daha yüksek olan sertlik değerleri, aynı zamanda daha yüksek bir homojenlik sergilemektedir. Buna karşılık MEX numuneleri, incelenen her iki bölge için de (merkez ve çevre) daha fazla değişkenlik gösteren sonuçlar ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, bu çalışmada elde edilen ortalama değerlerin (265–290 HV aralığında) 17-4 PH için literatürde bildirilen referans değerlerle uyumlu olduğunu belirtmek gerekir.

Anahtar Kelimeler: Eklemeli imalat; Metal malzeme ekstrüzyonu, Metal enjeksiyon kalıplama.

EFFECT OF FORMING METHOD ON DENSITY AND MICROHARDNESS IN THE PRODUCTION OF 17-4 PH STAINLESS STEEL VIA MATERIAL EXTRUSION (MEX) AND METAL INJECTION MOLDING (MIM)

Assist. Prof. Dr., Talha SUNAR,

Karabük University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Mechatronics Engineering, talhasunar@gmail.com, https://orcid.org/0000-0002-4683-6095

Abstract

The diverse range of production processes employed in additive manufacturing uniquely influences the mechanical properties of the resulting components. This study examines the complex relationship between production processes and mechanical properties, focusing specifically on the material extrusion (MEX) method.

The study compares samples of 17-4 PH stainless steel produced via the MEX process with those produced via metal injection molding (MIM), centering the analysis on hardness and density characteristics. The feedstock rods used in the MEX method are manufactured through a process similar to that of MIM. These rods serve as the basis for comparison with the sample group printed using the MEX process. Following this critical initial stage, both sample groups underwent identical debinding and sintering treatments, thereby establishing a controlled environment to evaluate the intricate effects of the production procedures on the final component.

The MIM samples exhibited a narrower distribution of density values, indicating high repeatability—a trend that highlights the stable and consistent nature of the MIM process. In contrast, the sample group produced via the MEX method displayed a wider range of values and a relatively lower average density. Analysis of the microhardness test data revealed findings consistent with the density observations. The MIM samples not only exhibited hardness values 3% higher than those of the MEX samples but also demonstrated greater homogeneity. Conversely, the MEX samples yielded results showing higher variability across both examined regions (center and periphery). However, it should be noted that the average values obtained in this study (in the 265–290 HV range) are consistent with the reference values reported in the literature for 17-4 PH.

Keywords: Additive manufacturing; Metal material extrusion; Metal injection molding,

BIOMARKERS AND STABLE ISOTOPIC ($\Delta^{13}C$, $\Delta^{15}N$, AND $\Delta^{34}S$) COMPOSITIONS OF THE SEAM NO. 6 IN THE İBRİCE FIELD (THRACE BASIN, NW TÜRKİYE)

Assoc. Prof. Dr, Rıza Görkem OSKAY1,2/ Prof. Dr., Ali İhsan Karayiğit3/Assoc. Prof. Dr. Khairul Azlan MUSTAPHA2/ Asst. Prof. Dr. Cüneyt BİRCAN4

1Hacettepe University, Başkent OSB Technical Sciences Vocational School, Ankara, Türkiye, rizagorkemoskay@haeettepe.edu.tr, ORCID: 0000-0003-0748-8363

2University Malaya, Faculty of Science, Department of Geology, Kuala Lumpur, Malaysia, azlan_0401@um.my.edu, ORCID: 0000-0001-9768-9219

3Hacettepe University, Faculty of Engineering, Department of Geological Engineering, Ankara- Türkiye (Retired), aik@hacettepe.edu.tr, ORCID: 0000-0001-9743-4611

4Balıkesir University, Faculty of Engineering, Department of Geological Engineering, Balıkesir, Türkiye, cuneytbircan@balikesir.edu.tr, ORCID: 0000-0002-4399-8961

Abstract

The Thrace Basin (NW Türkiye) includes the majority of onshore natural gas reserves, and mineable seven coal seams (Seam No.1 to 7, upward) located in a deltaic sequence of the Oligocene aged Danişmen Formation. The Seam No. 6, which has a total thickness of 2.95 m and is operating in the opencast İbrice mine within the Malkara coalfield. This study focusses on the Seam No. 6 for aiming to determine the palaeovegetation and depositional environment through the analysis of biomarker and stable isotope $\delta^{13}C$, $\delta^{15}N$, and $\delta^{34}S$ compositions of selected coal and inorganic samples. The *n*-alkane distributions in the coal samples indicate a predominance of woody peat-forming plants in the palaeomires, while contributions from aquatic plants and allochthonous woody plants were prevalent during the deposition of inorganic samples. The sterane distributions (C_{29}>C_{28}>C_{27}) observed in the samples are consistent with those found in deltaic coals and sediments. In the samples, pentacyclic triterpenoids are predominant, whereas tricylic terpanes are more prevalent in coal samples containing xylite-rich lithotypes. Additionally, diterpenes associated with coniferous vegetation, such as phyllocladane, along with aromatic diterpenoids like simonellite, retene, and ferruginol, were identified in these samples. Despite this, oleanane and its triterpenoid derivatives, originating from angiosperm woody plants, were also present in the samples. Supporting these findings, the stable isotope compositions of $\delta^{13}C$ (-22.8‰ to -26.0‰) and $\delta^{15}N$ (-1.2‰ to -10.1‰) in the coal samples suggest that the peat-forming vegetation was predominantly composed of a mixture of gymnosperm and angiosperm woody plants. The more negative $\delta^{13}C$ values observed in some coal samples suggest an increased contribution of gymnosperm woody peat-forming plants within the palaeomires. The stable $\delta^{34}S$ values, ranging from +1.1‰ to +15.0‰, indicate the development of anoxic conditions. Conversely, the presence of accessory detritus sulphide minerals, such as sphalerite, may result in more positive $\delta^{34}S$ values in the samples. Overall, the contributions of woody peat-forming plants were substantial, and anoxic conditions were established in the palaeomires of Seam No. 6.

Keywords: Thrace Basin, Stable isotope, Organic geochemistry, Danişmen Formation

This study was inducted research within the first author Post-Doctoral Research Fellowship scheme from Universiti Malaya, associated under the international grant of IF064-2019, and sampling study was supported by the Scientific Research Projects Coordination Unit of Balıkesir University under the project number 2022/04.

İBRİCE SAHASI (TRAKYA HAVZASI, KB TÜRKİYE) 6 NUMARALI KÖMÜR DAMARININ BİYOMARKER VE KARARLI İZOTOP ($\Delta^{13}C$, $\Delta^{15}N$ VE $\Delta^{34}S$) BİLEŞİMLERİ

Doç. Dr., Rıza Görkem OSKAY1,2/Prof. Dr., Ali İhsan Karayiğit3/ Doç. Dr., Khairul Azlan MUSTAPHA2/ Doktor Öğr. Üyesi, Cüneyt BİRCAN4

1Hacettepe Universitesi, Başkent OSB Teknik Bilimler Meslek Yüksekolu, Ankara, Türkiye, rizagorkemoskay@haeettepe.edu.tr, ORCID: 0000-0003-0748-8363

2Malaya Üniversitesi, Bilim Fakültesi, Jeoloji Bölümü, Kuala Lumpur, Malezya, azlan_0401@um.my.edu, ORCID: 0000-0001-9768-9219

4Hacettepe Universitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Ankara- Türkiye (emekli), aik@hacettepe.edu.tr, ORCID: 0000-0001-9743-4611

4Balıkesir Universites, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Balıkesir, Türkiye, cuneytbircan@balikesir.edu.tr, ORCID: 0000-0002-4399-8961

Özet

Trakya Havzası (Kuzeybatı Türkiye), ülkemizin doğal gaz rezervlerinin büyük bir kısmını ve aynı zamanda Oligosen yaşlı Danişmen Formasyonu'nun deltaik istifleri içinde yer alan yedi adet (alttan üste doğru 1'den 7'ye) işletilebilir kömür damarını barındırmaktadır. Bu çalışmada Malkara kömür sahasında yer alan İbrice açık kömür ocağında işletilen ve toplam kalınlığı 2,95 m olan 6 numaralı damardan derlenen seçili kömür ve inorganik örneklerin biyomarker ile kararlı $\delta^{13}C$, $\delta^{15}N$ ve $\delta^{34}S$ izotop bileşimlerinin analizleri yoluyla paleovejetasyon ve çökelme ortamını belirlemeyi amaçlanmaktadır. Kömür örneklerinin *n*-alkan dağılımları, ilksel turbalıklarda odunsu turba yapıcı bitkilerin baskın olduğunu gösterirken; inorganik örneklerin çökelimi sırasında ise sucul bitkilerin ve allokton odunsu bitkilerin katkıları yaygın olduğunu işaret etmektedir. Örneklerin steran dağılımları (C_{29}>C_{28}>C_{27}) ise deltayik kökenli kömürleri ve tortullarla uyumludur. Örneklerde pentasiklik triterpenoidler baskınken, ksilitçe zengin litotipler içeren kömür örneklerinde trisiklik terpanlar daha yaygındır. Ayrıca bu örneklerde fillokladan gibi kozalaklı bitkiler ile ilişkili diterpanlar ile simonellit, reten ve ferrujinol gibi aromatik diterpenoidler de tespit edilmiştir. Buna karşın, kapalı tohumlu (Angiospermae) odunsu bitkilerle ilişkili olan oleanan ve onun triterpenoid türevleri de örneklerde gözlenmektedir. Bu bulguları destekler nitelikte, kömür örneklerin kararlı $\delta^{13}C$ (-22,8‰ ila -26,0‰) ve $\delta^{15}N$ (-1,2‰ ila -10,1‰) izotop bileşimleri, ilksel turbalıklardaki bitki örtüsünün ağırlıklı olarak açık tohumlu (Gymnospermae) ve kapalı tohumlu odunsu bitkilerin bir karışımından oluştuğunu işaret etmektedir. Bununla birlikte bazı kömür örneklerinde gözlenen daha negatif kararlı $\delta^{13}C$ değerleri, ilksel turbalıklarda açık tohumlu odunsu bitkilerin varlığının arttığını düşündürmektedir. Örneklerin kararlı $\delta^{34}S$ değerleri (+1,1‰ ile +15,0‰) çökelim ortamında anoksik koşullarıyla ilişkilidir. Örneklerde sfalerit gibi aksesuar detritik sülfür minerallerinin varlığı, örneklerde daha pozitif $\delta^{34}S$ değerlerinin elde edilmesine yol açmış olabileceğini göstermektedir. Sonuç olarak, çalışma kapsamında incelenen 6 numaralı damarın ilksel turbalıklarında odunsu turba yapıcı bitkiler ve anoksik koşullar yaygın olarak gelişmiştir.

Anahtar Kelimeler: Trakya Havzası, Duraylı izotop, Organik jeokimya, Danişmen Formasyonu

Bu çalışma, IF064-2019 numaralı Malaya Üniversitesi Uluslararası Doktora Sonrası Araştırma Bursu programı kapsamında gerçekleştirilmiş olup, çalışmanın örnekleme çalışması Balıkesir Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından 2022/04 numaralı proje kapsamında desteklenmiştir.

FAJ UYARIMLI PROBİYOTİK MEMİRNA'LARIN ÇOKLU İLACA DİRENÇLİ GASTROİNTESTİNAL ENFEKSİYONLARDAKİ POTANSİYEL ROLÜNE DAİR KAVRAMSAL BİR MODEL

Hilal ASAR (Birinci yazar)1/ Prof.DR. Nihal DOĞRUÖZ GÜNGÖR(İkinci yazar)2

1İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 34134 Vezneciler, İstanbul, Türkiye. Mikrobiyoloji, hilal.asar@ogr.iu.edu.tr, 0009-0007-0205-9056

2İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi Biyoloji Departmanı, İstanbul 34134, Türkiye, Mikrobiyoloji, ndogruoz@istanbul.edu.tr, 0000-0002-8098-039X

Özet

Dünya genelinde çoklu ilaç dirençli gastrointestinal (MDR-GI) enfeksiyonların sıklığındaki ve şiddetindeki artış, yalnızca geleneksel antibiyotik tedavilerinin yetersizliklerine yönelik farkındalığı artırmakla kalmayıp, alternatif müdahalelere olan ihtiyacı da ön plana çıkarmaktadır. Geniş spektrumlu antibiyotiklerin yaygın ve gereksiz kullanımı, geleneksel antibiyotiklerden farklı mekanizmalarıyla etki gösteren; probiyotikler, doğal bileşikler ve bakteriyofajlar gibi antibiyotik dışı yaklaşımlara olan ihtiyacı artırmaktadır. Ancak mevcut probiyotik ve faj temelli tedavilerin genellikle doğrudan antagonizmaya, bakteriyosin ve organik asit üretimine veya faj aracılı lizis gibi mekanizmalara dayanıyor olması, direnç mekanizmalarını genetik düzeyde hedefleyebilecek yeni stratejilerin araştırılmasını gerekli kılmaktadır. Bu bağlamda küçük düzenleyici RNA'lar (sRNA'lar) ve mikroRNA'lar (miRNA'lar) antimikrobiyal dirençle mücadelede yeni bir genetik terapötik yaklaşım sunma potansiyeli taşımaktadır. Bu çalışmada amaçlanan, probiyotik kullanımının, faj uyarısı ile memiRNA üretimi mekanizmasını devreye sokacak şekilde tasarlanması durumunda ortaya çıkabilecek potansiyeli kavramsal düzeyde değerlendirmek ve özellikle bu sinerjinin tetiklediği memiRNA temelli gen susturma mekanizmalarının antibakteriyel ve antiviral etkilerine yönelik önerilen moleküler mekanizmaları tartışmaktır. Böylece, RNA tabanlı bu yaklaşımın, klasik probiyotik veya faj uygulamalarına kıyasla sunabileceği potansiyel avantajlar değerlendirilecektir. Bu RNA merkezli yaklaşımın, klasik metabolit temelli probiyotik uygulamalarından ve doğrudan patojen hedefli faj terapilerinden farklı olarak, hedefe yönelik genetik bir etki mekanizması sağlayabileceği öngörülmektedir. Bununla birlikte, memiRNA kavramının henüz standartlaşmamış olması ve önerilen mekanizmanın temel basamaklarının sınırlı deneysel kanıta dayanması önemli bir kısıtlılıktır. Bu nedenle memiRNA temelli bu mekanizmanın geçerliliği, spesifik MDR izolatları kullanılarak yapılacak RNA dizileme, gen ekspresyon analizleri ve hücresiz süzüntü kontrollerini içeren ileri deneysel çalışmalarla doğrulanmalıdır. Sonuç olarak bu çalışma faj-probiyotik sinerjisinin RNA temelli yeni bir terapötik platform olarak değerlendirilmesi için kavramsal bir çerçeve sunmaktadır.

Anahtar kelimeler: çoklu ilaç direnci, probiyotik, bakteriyofaj, memiRNA, gen susturma

A CONCEPTUAL MODEL ON THE POTENTIAL ROLE OF PHAGE-INDUCED PROBIOTIC MEMIRNAS IN MULTIDRUG-RESISTANT GASTROINTESTINAL INFECTIONS

Hilal Asar (First author)1/ Prof.DR.Nihal DOĞRUÖZ GÜNGÖR (Second author)2

1Institute of Graduate Studies in Sciences, Istanbul University, Vezneciler Fatih, İstanbul 34134, Türkiye, Microbiology, hilal.asar@ogr.iu.edu.tr, 0009-0007-0205-9056

2 Department of Biology, Faculty of Science, İstanbul University, İstanbul 34134, Türkiye , Microbiology, ndogruoz@istanbul.edu.tr, 0000-0002-8098-039X

Abstract

The global increase in the frequency and severity of multidrug-resistant gastrointestinal (MDR-GI) infections not only raises awareness regarding the inadequacies of conventional antibiotic therapies but also highlights the need for alternative interventions. The widespread and unnecessary use of broad-spectrum antibiotics increases the demand for non-antibiotic approaches, such as probiotics, natural compounds, and bacteriophages, which exert their effects through mechanisms distinct from those of traditional antibiotics. However, the fact that current probiotic and phage-based therapies generally rely on mechanisms such as direct antagonism, bacteriocin and organic acid production, or phage-mediated lysis necessitates the investigation of novel strategies capable of targeting resistance mechanisms at the genetic level. In this context, small regulatory RNAs (sRNAs) and microRNAs (miRNAs) possess the potential to offer a novel genetic therapeutic approach in the fight against antimicrobial resistance. The aim of this study is to conceptually evaluate the potential that may emerge if probiotic use is designed to activate the mechanism of memiRNA production through phage induction, and in particular, to discuss the proposed molecular mechanisms regarding the antibacterial and antiviral effects of the memiRNA-based gene silencing mechanisms triggered by this synergy. Thus, the potential advantages that this RNA-based approach could offer compared to classical probiotic or phage applications will be evaluated. It is anticipated that this RNA-centric approach, unlike classical metabolite-based probiotic applications and direct pathogen-targeted phage therapies, could provide a targeted genetic mechanism of action. However, the fact that the concept of memiRNA is not yet standardized and the fundamental steps of the proposed mechanism are based on limited experimental evidence constitutes a significant limitation. Therefore, the validity of this memiRNA-based mechanism must be confirmed through further experimental studies involving RNA sequencing, gene expression analyses, and cell-free filtrate controls using specific MDR isolates. In conclusion, this study provides a conceptual framework for the evaluation of phage-probiotic synergy as a novel RNA-based therapeutic platform.

Keywords: multidrug resistance, probiotic, bacteriophage, memiRNA, gene silencing

GİRİŞ

Dünya genelinde çoklu ilaç dirençli gastrointestinal (MDR-GI) enfeksiyonların sıklığındaki ve şiddetindeki artış, yalnızca geleneksel antibiyotik tedavilerinin yetersizliklerine yönelik farkındalığı artırmakla kalmayıp, alternatif müdahalelere olan ihtiyacı da ön plana çıkarmaktadır (Oliveira vd., 2025). Ayrıca, antibiyotik tedavisi genellikle normal bağırsak mikrobiyotasına zarar vererek tür çeşitliliğini azaltır ve düzenli metabolik ve immünolojik fonksiyonları bozar; bu sebeple de antibiyotik ilişkili ishal veya tekrarlayan *C.difficile* enfeksiyonları gibi durumların şiddetlenmesine sebep olur (Dahiya ve Nigam, 2023). Geniş spektrumlu antibiyotiklerin yaygın ve gereksiz kullanımı, antimikrobiyal direnç gelişimini teşvik etmekte ve buna bağlı olarak gelecekteki enfeksiyonların yönetiminde etkili tedavi alternatiflerinin sınırlanmasına neden olmaktadır (Hotinger vd., 2021).

Geleneksel antibiyotiklerden farklı mekanizmalarla etki gösteren antibiyotik dışı yaklaşımlar, çoklu ilaç dirençli gastrointestinal enfeksiyonların tedavisinde paradigma değişikliği oluşturma potansiyelleri nedeniyle son yıllarda araştırmaların odağında yer almaktadır. Bilinen alternatif seçenekler arasında probiyotikler, doğal bileşikler ve bakteriyofajlar yer almaktadır (Murugaiyan vd., 2022). Geleneksel antimikrobiyal tedaviler ile standart probiyotik-faj temelli yaklaşımların mevcut sınırlılıkları ise, çoklu ilaç direncini moleküler düzeyde doğrudan hedefleyen yenilikçi terapötik stratejilere olan gereksinimi artırmaktadır. Bu doğrultuda, biyolojik ajanların yalnızca dışsal antimikrobiyal unsurlar olarak kullanılmasının ötesine geçilerek, direnç mekanizmalarını genetik düzeyde modüle edebilen hedeflenmiş taşıyıcı sistemler olarak değerlendirilmesi önem kazanmaktadır.

Bu çalışmada amaçlanan, probiyotik kullanımının, faj uyarısı ile memiRNA üretimi mekanizmasını devreye sokacak şekilde tasarlanması durumunda ortaya çıkabilecek potansiyeli kavramsal düzeyde değerlendirmek ve özellikle bu sinerjinin tetiklediği memiRNA temelli gen susturma mekanizmalarının antibakteriyel ve antiviral etkilerine yönelik önerilen moleküler mekanizmaları tartışmaktır. Böylece, RNA tabanlı bu yaklaşımın, klasik probiyotik veya faj uygulamalarına kıyasla sunabileceği potansiyel avantajlar değerlendirilecektir.

1. KURAMSAL ÇERÇEVE

1.1. Bakteriyofaj ve Probiyotik Yaklaşımları

Probiyotiklerin patojenik bakterilere karşı rekabetçi inhibisyonu etki mekanizmalarından biridir. Mayalar ve probiyotik bakteriler bağırsak epitel hücrelerindeki tutunma bölgelerini işgal ederek patojenlerin bu yüzeylere tutunmasını ve kolonize olmasını baskılamaktadır. Probiyotiklerin etkisi literatürde ağırlıklı olarak organik asit ve bakteriyosin üretimine, patojenlerin tutunma bölgelerinden uzaklaştırılmasına ve bağışıklık yanıtının düzenlenmesine bağlanmıştır. Genetik sinyal mekanizmalarının bu etkideki payı ise görece az çalışılmıştır (Plaza-Diaz vd., 2019; Javanshir vd., 2021).

Bakteriyofajlar, bakterilere karşı yüksek düzeyde konak özgüllüğü gösteren ve onları enfekte ederek lizise uğratan virüsler olup, bu özellikleri sayesinde bakteriyel enfeksiyonların kontrolünde önemli avantajlar sunmaktadır. Örneğin, yalnızca hedef bakteriyel patojenlerin etkilenmesini garanti ederek ve normal bağırsak mikrobiyotasını oluşturan kommensal bakterileri koruyarak, geleneksel antimikrobiyal ajanlardan farklı etki mekanizmalarıyla işlev göstermektedirler. (Kwiatek vd., 2020). Ancak bakteriler fajlara karşı direnç geliştirebilmekte, bu direnç de çoğunlukla fajın tutunduğu yüzey reseptörlerindeki mutasyonlardan kaynaklanmaktadır (Fong vd., 2020). Dirençli varyantların seçilmesi, faj tedavisinin tekrarlanan uygulamalarda etkinliğini yitirmesine yol açabilmektedir.

1.2. Düzenleyici RNA'lar: sRNA, miRNA ve memiRNA

sRNA’ların yüksek hedef özgüllüğüne sahip olması ve antibakteriyel ilaç geliştirme potansiyeli (Ayenew vd., 2026) ve miRNA’ların hücresel süreçleri kontrol eden “Moleküler Anahtar" görevi (Reddy, M. S., 2024) bulunmaktadır. Ayrıca, patojenlerde dirençle ilişkili genlerin ekspresyonunu düzenleme potansiyelleri sayesinde, küçük düzenleyici RNA'lar (sRNA'lar) ve mikroRNA'lar (miRNA'lar), antimikrobiyal dirençle mücadelede yeni

bir genetik terapötik yaklaşım sunma potansiyeli taşımaktadır.

memiRNA olarak adlandırılan moleküller, prokaryotik küçük düzenleyici RNA'ların bir alt kümesi olarak konumlandırılmakta, probiyotik kökenli olmaları ve ökaryotik miRNA'lardan belirgin biçimde uzun olmalarıyla ayrılmaktadır. Üç molekül sınıfının karşılaştırması Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1: Düzenleyici RNA'ların Karşılaştırılması (sRNA, miRNA, memiRNA)

Karşılaştırma kriteri	**sRNA (Küçük RNA)**	**miRNA (MikroRNA)**	**memiRNA (Prokaryotik mikroRNA)**
Tanım ve yapı	50-500 nükleotit uzunluğunda, kodlamayan kısa transkriptler.	Protein kodlamayan, kısa ve tek zincirli RNA molekülü.	Probiyotikler tarafından üretilen, prokaryotik mikroRNA'lar (genetik sinyaller).
Üretim kaynağı	mRNA parçalarından veya genler arası bölgelerden türetilir.	Endojen (hücre içi) gen ekspresyonu düzenleyicisidir.	Canlı probiyotikler tarafından, çoğunlukla faj uyarımı veya metabolik süreçlerle üretilir.
Tetikleyici faktörler	Çevresel stres, antibiyotik maruziyeti ve hücresel sinyaller.	Doğal hücresel süreçler (büyüme, farklılaşma, apoptoz).	Fajların aracı (biyolojik uyarıcı) olarak kullanılması ve probiyotik etkileşimleri.
Etki mekanizması	Transkripsiyon sonrası mRNA stabilitesini, translasyonu ve DNA susturulmasını düzenler.	Hedef mRNA'ya kısmi uyumla bağlanarak protein çevirisini (translasyonu) baskılar veya parçalar.	Konak immünomodülatör yanıtını tetikler, ikincil enfeksiyonları ve viral çoğalmayı inhibe eder.
Hedef özgüllüğü	Yüksek hedef özgüllüğüne sahiptir.	Çoklu hedefleme: Tek bir miRNA, çok sayıda farklı mRNA'yı inhibe edebilir.	Probiyotiklerin organik asitler dışındaki asıl gücünü oluşturan geniş spektrumlu hedefleme.
Klinik ve terapötik rolü	Antibakteriyel ilaç geliştirme; kemoterapi/immünoterapi ile birleştirilebilme potansiyeli.	Hücresel süreçleri kontrol eden bir "Moleküler Anahtar" görevi görür.	Yeni nesil faj terapileri, Covid-19/viral inhibisyon ve yenilikçi farmasötik ajan potansiyeli (Örn: Patent #11,077,052 B11).

Bu tablo memiRNA'nın sRNA ve miRNA ile benzer ve farklı yönlerini hipotez düzeyinde özetlemektedir; memiRNA açıklamaları kavramsal nitelikte olup, deneysel doğrulama gerektirir. Bildirilen uzunluk aralıkları büyük ölçüde çakıştığından dolayı memiRNA'ların bakteriyel küçük düzenleyici RNA'lardan ayrı bir moleküler

sınıf oluşturup oluşturmadığı halen net değildir.

1.3. memiRNA Kavramı ve Olası Yenilikçi Rolü

Son dönemde yürütülen pek çok deneysel araştırma, probiyotiklerin bizzat veya metabolitleri aracılığıyla miRNA ekspresyonunu düzenleyerek insan sağlığı üzerinde rol oynayabileceğini göstermektedir (Reddy, M. S., 2024). Bu kavram yakın tarihli bir derlemede de ele alınmış; memiRNA olarak adlandırılan moleküllerin *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus helveticus* suşlarında tanımlandığı aktarılmıştır. Prokaryotik hücrelerde çekirdek zarının ve DROSHA, PASHA, DICER enzimlerinin bulunmaması, bu moleküllerin ökaryotik miRNA'lardan daha uzun olmasının gerekçesi olarak sunulmaktadır. Söz konusu derlemede de bu bilgilerin tek bir kaynağa dayandığı ve terimin henüz yerleşmediği belirtilmektedir (Bednarska ve Kisiel, 2026).

Güncel literatürde bakteriyofajların yalnızca doğrudan terapötik ajanlar olarak değil, prokaryotik düzenleyici RNA üretimini uyarabilen biyolojik aracılar olarak da değerlendirilebileceği öne sürülmektedir. Bu yaklaşımın bağışıklık sistemi kaynaklı sınırlamaların aşılmasına ve daha hedefe yönelik faj temelli stratejilerin geliştirilmesine katkı sağlayabileceği öngörülmektedir (Reddy, 2024).

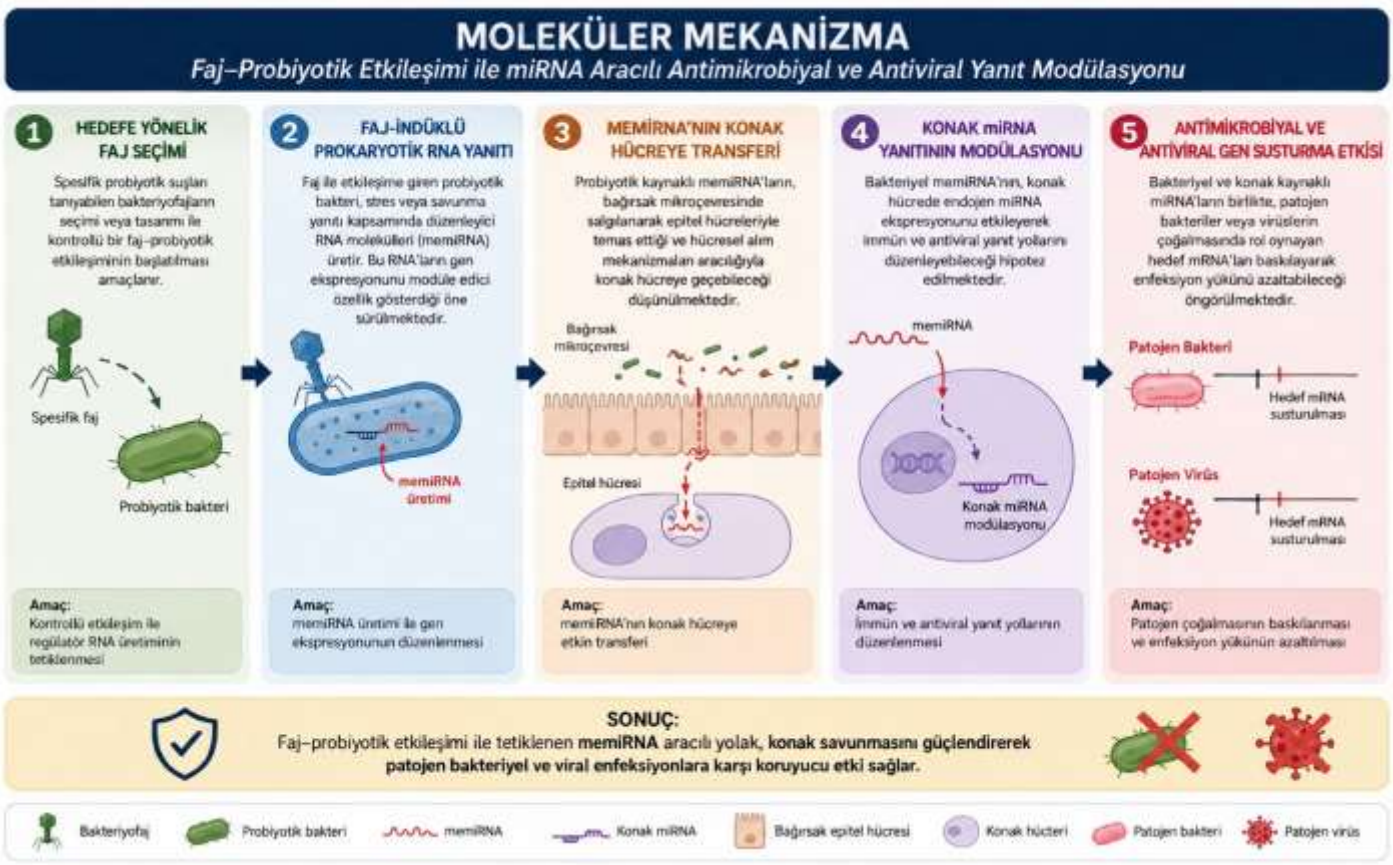
Bu alandaki öncü çalışmalardan biri, Reddy'nin 2021 tarihli patentidir (ABD Patent No. 11,077,052 B1). Patent, COVID-19'un önlenmesinde ve tedavisinde çoklu probiyotik suş kombinasyonlarının ve bu suşların ürettiği immünomodulinlerin kullanımını kapsar. Önerilen terapötik mekanizma, canlı probiyotikler ile bu moleküllerin ortak etkisine dayanmaktadır. Reddy (2024), immünomodulinlerin kilit bileşeninin prokaryotik mikroRNA'lar olduğunu, bu moleküllerin hem SARS-CoV-2'yi hem de COVID-19'a eşlik eden sekonder bakteriyel enfeksiyonları baskıladığını ileri sürmektedir. Sonuç olarak, standart probiyotik tedavilerinin başarısı şimdiye kadar sadece organik asitler veya bakteriyosinlerle açıklanmıştır, ancak bu eksik bir resim olabilir. Probiyotiklerin etkinliğinde, memiRNA olarak adlandırılan genetik sinyallerin de rol oynayabileceği ileri sürülmektedir.

2. YÖNTEM (ÖNERİLEN MEKANİZMA)

Reddy (2024) tarafından öne sürülen modelde fajlar, doğrudan terapötik ajanlar olarak değil, probiyotik bakterilerde memiRNA üretimini tetikleyen biyolojik uyarıcılar olarak konumlandırılmaktadır. Bu çalışmada söz konusu model, çoklu ilaç dirençli gastrointestinal enfeksiyonlar bağlamında değerlendirilmiş ve klasik probiyotik ile faj uygulamalarıyla karşılaştırılmıştır.

Bu modele göre, probiyotik kullanımının faj uyarısı ile memiRNA üretim mekanizmasını devreye sokacak şekilde tasarlanmaması durumunda, tedavi potansiyelinin tam olarak değerlendirilemeyeceği düşünülmektedir. Faj stresi altındaki probiyotikler tarafından sentezlenen memiRNA'ların, hem bakteriyel hem de viral patojenlerin gen ekspresyonunu baskılayan, RNA temelli güçlü efektörler olduğu hipotez edilmektedir. Bu modelde fajın işlevi, probiyotiği öldürmek değil, onda bir stres yanıtı başlatmaktır. Litik bir faj kullanıldığında, probiyotik hücre parçalanacağı için ortama çıkan RNA, düzenlenmiş bir üretimin değil lizisin ürünü olacaktır. Dolayısıyla modelin geçerliliği, subletal düzeyde stres oluşturan bir faj ile çalışılmasına bağlıdır. Bu moleküllerin konak hücreye aktarımında, bakterilerin salgıladığı hücre dışı veziküllerin taşıyıcı işlev görebileceği öne sürülmektedir (Tsatsaronis vd., 2018; Bednarska ve Kisiel, 2026).

Önerilen mekanizmanın basamakları çalışmada yer alan Şekil 1'de özetlenmektedir.



3. BULGULAR

3.1. Güncel Çalışmalardan Farkı

MemiRNA'lar, antibakteriyel ve antiviral etkiyi aynı platformda birleştirme potansiyeline sahip olduğu hipotez edilen moleküler aracılardır (Reddy, M. S., 2024).

Metabolit-merkezli standart probiyotik yaklaşımlardan farklı olarak, bu yaklaşım RNA-merkezlidir.

Patojeni hedefleyen klasik faj terapilerinin aksine burada faj, ilaç üretimini tetikleyen biyolojik anahtar rolündedir.

3.2. Öngörülen Terapötik Potansiyel

MDR enfeksiyonlarda antibiyotik kullanım gereksiniminin en aza indirilmesi.

Mikrobiyota bütünlüğünü koruyan, kişiselleştirilebilir tedavi tasarımı sunması.

COVID-19 başta olmak üzere çeşitli viral enfeksiyonlarda adjuvan destek.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

4.1. Tartışma ve Gelecek Çalışma Alanları

Bir mikroorganizmanın karışık kültürlerde baskın hale gelmesi genellikle besin rekabeti ve metabolit üretimiyle açıklanır. Düzenleyici RNA'ların da bu süreçte rol oynaması mümkündür. Böyle bir rol gösterilirse, bağırsakta tek bir suşun öne çıkmadan gelişebildiği çoklu suş karışımları tasarlanması kolaylaşır. Mikrobiyota

kompozisyonunun korunması açısından bu, tek suşlu ürünlere göre daha uygun bir yol olabilir.

Modeli sınayacak çalışmalarda hedefin dar tutulması gerekir. Çoklu ilaç direnci tek bir mekanizma değildir; beta-laktamaz üretimi, efluks pompası aktivitesi, porin kaybı ve hedef bölge değişimi birbirinden farklı mekanizmalardır. Bir memiRNA'nın hangi determinantı baskıladığı belirtilmeden, susturma iddiası sınanabilir olmaktan çıkar. Bu nedenle belirli bir patojen ve belirli bir direnç geni seçilmelidir. Prokaryotik mikroRNA'ların insan sağlığında kullanımı henüz az sayıda çalışmada ele alınmıştır.

4.2. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, probiyotiklerin faj uyarımıyla memiRNA üretecek biçimde tasarlanması durumunda ne kazanılabileceği tartışılmıştır. Ele alınan literatür, faj ve probiyotiklerin ayrı ayrı sağladığı üstünlüklerin RNA temelli tek bir etki hattında birleşebileceğini düşündürmektedir.

Ancak bu fikri destekleyen kanıtlar aynı ağırlıkta değildir. Probiyotiklerin konak miRNA ekspresyonunu değiştirdiği gösterilmiştir. Bakterilerin hücre dışı veziküllerle konak hücreye küçük RNA taşıdığı da deneysel olarak ortaya konmuştur. Buna karşın faj uyarımı altında üretilen memiRNA'ların bakteride ve virüste gen susturduğu iddiası birkaç çalışmayla sınırlı kalmakta; bu bulgular bağımsız gruplarca yinelenmemiştir.

Antiviral etki iddiası bu tablo içinde ayrı durmaktadır. Bakteriyel bir RNA'nın konak hücreye girip viral çoğalmayı baskılaması, aynı RNA'nın bir bakteride gen susturmasından daha fazla basamak gerektirir. Antibakteriyel ve antiviral etkileri aynı güvenle ele almak bu nedenle uygun değildir.

Kısıtlılıklara gelince, memiRNA terimi literatürde ortak bir tanıma kavuşmamıştır. Bu moleküller için bildirilen 100-500 nükleotitlik aralık, bakteriyel küçük düzenleyici RNA'lar için verilen aralıkla neredeyse örtüşmektedir; dolayısıyla ayrı bir sınıftan söz edilip edilemeyeceği belirsizdir. Bu moleküllerin bağırsaktaki kararlılığı, etkili doz aralığı ve hedef dışı etkileri hakkında yayımlanmış veri de bulunmamaktadır. Probiyotik suşlara tanınan GRAS statüsü ise canlı hücreler için verilmiş olup, bu suşların ürettiği RNA'ları kapsamamaktadır.

Modelin sınanmasında birkaç adımın öncelikli olduğu görülmektedir. İlk olarak, faj baskısı altındaki ve baskısız probiyotik kültürlerdeki küçük RNA profilleri dizileme ile karşılaştırılmalıdır. Ardından, farklı ifade edilen transkriptlerin hücre dışı veziküllerde bulunup bulunmadığı doğrulanır ve seçilen direnç determinantına yönelik öngörülen hedefler çoklu ilaç dirençli izolatlarla kurulan birlikte kültürlerde sınanır. Etkinin metabolitlerden mi RNA'dan mı kaynaklandığını ayırt etmek için hücresiz süzüntü kontrolü gerekir. RNA'nın vezikül içinde korunup korunmadığı ise tek başına RNaz, deterjan ile birlikte RNaz ve proteaz uygulanan örneklerin karşılaştırılmasıyla gösterilebilir. Bu deneyler yapılmadan, memiRNA temelli yaklaşımın klasik probiyotik ve faj uygulamalarından üstün olduğu söylenemez.

KAYNAKLAR

Ayenew, Z., Eguale, T., Bitew, A., Gadissa, E., & Feleke, A. (2026). Current insights into the application of bacterial small RNAs in combating multidrug-resistant pathogens. Scientific African, e03212.

Bednarska, N. G., & Kisiel, M. A. (2026). The role of miRNAs and memiRNAs in gut-brain communication and their therapeutic potential. Applied Microbiology, 6(2), 31.

Dahiya, D., & Nigam, P. S. (2023). Antibiotic-therapy-induced gut dysbiosis affecting gut microbiota—brain axis and cognition: restoration by intake of probiotics and synbiotics. International journal of molecular sciences, 24(4), 3074.

Fong, K., Mu, K., Rheault, J. G., Levesque, R. C., Kitts, D. D., Delaquis, P., ... & Wang, S. (2020). Bacteriophage-insensitive mutants of antimicrobial-resistant Salmonella enterica are altered in their tetracycline resistance and virulence in Caco-2 intestinal cells. International journal of molecular sciences, 21(5), 1883.

Fu, H., Elena, R. C., & Marquez, P. H. (2019). The roles of small RNAs: insights from bacterial quorum sensing. ExRNA, 1(1), 32.

Ha, M., & Kim, V. N. (2014). Regulation of microRNA biogenesis. Nature reviews Molecular cell biology, 15(8), 509-524.

Hotinger, J. A., Morris, S. T., & May, A. E. (2021). The case against antibiotics and for anti-virulence therapeutics. Microorganisms, 9(10), 2049.

Javanshir, N., Hosseini, G. N. G., Sadeghi, M., Esmaeili, R., Satarikia, F., Ahmadian, G., & Allahyari, N. (2021). Evaluation of the Function of Probiotics, Emphasizing the Role of their Binding to the Intestinal Epithelium in the Stability and their Effects on the Immune System. Biological procedures online, 23(1), 23.

Kwiatek, M., Parasion, S., & Nakonieczna, A. (2020). Therapeutic bacteriophages as a rescue treatment for drug-resistant infections–an in vivo studies overview. Journal of applied microbiology, 128(4), 985-1002.

Murugaiyan, J., Kumar, P. A., Rao, G. S., Iskandar, K., Hawser, S., Hays, J. P., ... & van Dongen, M. B. (2022). Progress in alternative strategies to combat antimicrobial resistance: focus on antibiotics. Antibiotics, 11(2), 200.

Oliveira, M., Madureira-Carvalho, Á., Dinis-Oliveira, R. J., & Dias da Silva, D. (2025). Non-antibiotic therapies for multidrug-resistant gastrointestinal infections: an overview of the use of probiotics, natural compounds, and bacteriophages. Frontiers in Antibiotics, 4, 1554061.

Plaza-Diaz, J., Ruiz-Ojeda, F. J., Gil-Campos, M., & Gil, A. (2019). Mechanisms of action of probiotics. Advances in nutrition, 10(suppl_1), S49-S66.

Reddy, M. S. (2021). Selected multiphase treatment for coronavirus respiratory infections (U.S. Patent No. 11,077,052). U.S. Patent and Trademark Office.

Reddy, M. S. (2024). The Role of Prokaryotic (Probiotic) Produced Megamicro RNAs (memiRNAs) to Prevent or Cure Viral and Nosocomial Infections, Certain Cancers, in Conjunction with Probiotic Induced Eukaryotic Micro RNAs (miRNAs). Medical Research Archives, 12(12).

Ruvkun, G. (2001). Glimpses of a tiny RNA world.(Perspectives: Molecular Biology). Science, 294(5543), 797-800.

Tsatsaronis, J. A., Franch-Arroyo, S., Resch, U., & Charpentier, E. (2018). Extracellular vesicle RNA: A universal mediator of microbial communication? *Trends in Microbiology*, 26(5), 401-410. PubMed 29548832, doi 10.1016/j.tim.2018.02.009.

SİNERJİK ENZİM AKTİVİTESİ İLE BİYOSÜRFAKTAN DESTEKLİ FUNGAL-BAKTERİYEL KO-KÜLTÜRLER ARACILIĞIYLA MİKROPLASTİKLERİN BİYOREMEDİASYONU

Cemre Ekin YILDIRIM [1]/ Prof. Dr., Nihal DOĞRUÖZ GÜNGÖR [2]

[1]İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 34134 Vezneciler, İstanbul, Türkiye, Mikrobiyoloji, ekin_yildirim.2003@hotmail.com, 0009-0007-7479-9440

[2]İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Vezneciler, Fatih, İstanbul, Mikrobiyoloji, ndogruoz@istanbul.edu.tr, 0000-0002-8098-039X

Özet

Plastik üretimi 1950'lerden günümüze kadar giderek artmış ve yıllık 460 milyon tona ulaşmıştır. Plastik atıkların büyük bir kısmı geri dönüştürülememekte ve çevrede birikmektedir. Çevrede biriken plastikler zamanla mikroplastik (MP) ve nanoplastiklere (NP) parçalanarak ekosistem ve insan sağlığı üzerinde ciddi tehditler oluşturmaktadır. Günümüzde kullanılan geleneksel arıtma yöntemleri, yüksek maliyet, toksik yan ürün oluşumu ve düşük verimlilik gibi dezavantajları nedeniyle mikroplastiklerin gideriminde yetersiz kalmaktadır. Bu çalışmada, biyosürfaktan üretim kapasitesi yüksek fungal-bakteriyel ko-kültürlerin, enzimatik sinerji yoluyla mikroplastik biyoremediasyonundaki etkinliği araştırılmıştır. Güncel çalışmalar, fungal-bakteriyel ko-kültürlerin monokültürlere kıyasla genişletilmiş metabolik kapasite, iş bölümü ve ‘‘mantar otoyolu’’ (fungal highway) mekanizmaları sayesinde kirleticiye daha hızlı nüfuz ettiklerini, daha az toksik yan ürün oluşturduklarını, daha yüksek bozunma verimliliği sağladıklarını ve çevresel stres faktörlerine karşı daha yüksek direnç geliştirdiklerini göstermiştir. Biyosürfaktanların kullanımı hidrofobik plastik yüzeye erişimi ve biyoyararlanımı artırmakta; özellikle in situ üretilen biyosürfaktanlar ise dışarıdan eklenen sürfaktanların karbon kaynağı olarak tüketilmesini önleyerek substrat seçiciliğini artırmaktadır. FTIR'ın tek başına kullanılması durumunda biyofilm/biyokütle kaynaklı optik girişimler nedeniyle karşılaşılan analitik kısıtların aşılması ve elde edilen bulguların TGA/MS, Py-GC/MS ve qNMR gibi ek analitik tekniklerle doğrulanması gerekmektedir. Ayrıca analiz güvenilirliğinin artırılması için SEM, FTIR, GC-MS ve nihai mineralizasyonu kanıtlayan respirometrik analizler gibi yöntemlerin bütüncül olarak kullanılması büyük önem taşımaktadır. Sonuç olarak, sinerjik enzim aktivitesi ile biyosürfaktan destekli fungal-bakteriyel ko-kültürler, mikroplastik kirliliği ile mücadelede yenilikçi ve sürdürülebilir bir biyoremediasyon yöntemi olarak kullanılabilir.

Anahtar Kelimeler: mikroplastik, biyoremediasyon, fungal-bakteriyel ko-kültür, biyosürfaktan, enzim sinerjisi

BIOREMEDIATION OF MICROPLASTICS VIA BIOSURFACTANT-ASSISTED FUNGAL-BACTERIAL CO-CULTURES WITH SYNERGISTIC ENZYME ACTIVITY

Cemre Ekin YILDIRIM [1]/ Prof. Dr., Nihal DOĞRUÖZ GÜNGÖR [2]

[1] Institute of Graduate Studies in Sciences, Istanbul University, Vezneciler Fatih, İstanbul 34134, Türkiye, Microbiology, ekin_yildirim.2003@hotmail.com, 0009-0007-7479-9440

[2] Department of Biology, Faculty of Science, İstanbul University, İstanbul 34134, Türkiye, Microbiology, ndogruoz@istanbul.edu.tr, 0000-0002-8098-039X

Abstract

Plastic production has increased steadily since the 1950s, reaching 460 million tons annually. Most plastic waste cannot be recycled and accumulates in the environment. Over time, plastics accumulated in the environment break down into microplastics (MPs) and nanoplastics (NPs), posing severe threats to ecosystems and human health. Traditional treatment methods remain inadequate for the removal of microplastics because of disadvantages such as high cost, toxic by-product formation, and low efficiency. This study investigated the effectiveness of fungal-bacterial co-cultures with high biosurfactant production capacity in the bioremediation of microplastics through enzymatic synergy. Recent studies show that, compared with monocultures, fungal-bacterial co-cultures degrade pollutants more rapidly, generate fewer toxic by-products, achieve higher degradation efficiency, and develop greater resistance to environmental stressors owing to extended metabolic capacity, division of labor, and "fungal highway" mechanisms. Biosurfactants increase access to and bioavailability of the hydrophobic plastic surface; in particular, in situ-produced biosurfactants increase substrate selectivity by preventing externally added surfactants from being consumed as a carbon source. Analytical limitations in FTIR alone due to biofilm/biomass-induced optical interference must be addressed, and the findings should be verified with additional analytical techniques such as TGA/MS, Py-GC/MS, and qNMR. Furthermore, to enhance analytical reliability, it is important to use methods like SEM, FTIR, GC-MS, and respirometric analyses to confirm final mineralization. In conclusion, biosurfactant-supported fungal-bacterial co-cultures with synergistic enzyme activity can serve as an innovative and sustainable bioremediation method to combat microplastic pollution.

Keywords: microplastic, bioremediation, fungal-bacterial co-culture, biosurfactant, enzyme synergy

GİRİŞ

1. Plastik Kirliliği ve Mevcut Yöntemlerin Yetersizliği

Plastikler, dayanıklı ve esnek yapıda olmaları, düşük maliyetle üretilebilmeleri nedeniyle günümüzde büyük bir kullanım alanına sahiptir. Ancak bu özellikler plastiklerin yüksek miktarlarda üretim ve tüketimlerine yol açmıştır (Chandel ve ark., 2025). Plastik üretimi 1950'lerden günümüze kadar hızla artarak yıllık 460 milyon tona ulaşmıştır (OECD, 2022). Geçmişten bugüne 8,3 milyar tondan fazla polimer üretildiği bildirilmektedir (Geyer ve ark., 2017). Buna karşın üretilen plastiklerin sadece yaklaşık %30'luk kısmı halen kullanımda kalmakta, geri kalan bölümü ise karasal ve sucul ekosistemlerde birikerek biyoçeşitlilik, ekosistem işleyişi ve insan sağlığı üzerinde uzun vadeli tehditler oluşturmaktadır (Sonke ve ark., 2022; Dey ve ark., 2024). Plastiklerin hammadesi ham petrolden türetilen petrokimyasallardır. Kararlı hidrokarbon içeren kimyasal yapıları nedeniyle son derece dayanıklı olup, doğal koşullarda bozunmaları 100 ila 1000 yıl sürmektedir (Zhou ve ark., 2022). Bazı plastik türleri geri dönüştürülebiliyor olsa dahi yetersiz atık yönetimi altyapısı ile toplama, ayıklama, ayırma ve temizleme aşamalarındaki maliyetler gibi engellerden dolayı plastik atıkların yaklaşık %95'i geri kazanılamamaktadır (Vogt ve ark., 2021; Zhou ve ark., 2022). Bununla birlikte plastik atıklar çevrede birikmeye devam etmektedir. Doğada çeşitli etkenlere maruz kalan plastikler zamanla aşınarak daha küçük parçalar olan mikroplastik (MP) ve nanoplastikleri (NP) meydana getirir. Mikroplastikler, 1 µm ile 5 mm arasında değişen boyutlara sahip plastik parçacıklardır (Alidoosti ve ark., 2025). Nanoplastikler ise ISO/TR 21960:2020 kapsamında 1 µm'den küçük, genel olarak 1-1000 nm aralığında bulunan parçacıklar olarak tanımlanmaktadır (Dumont ve ark., 2025). Görünen plastik kirliliği sorununun ötesinde, çıplak gözle fark edilemeyen mikroplastikler, canlılar açısından önemli ve "gizli" bir tehdit oluşturmaktadır (Wang ve ark., 2022). Mikroplastiklerin nerdeyse bütün ekosistemlerde tespit edilmiş olması, söz konusu kirliliği insan sağlığı bakımından da önemli bir mesele haline getirmiştir. Nitekim mikroplastiklere dışkı, balgam, tükürük, kan ve hatta plasenta gibi biyolojik örneklerde de rastlanmıştır (Osman ve ark., 2023).

Plastik atıkların bertarafında kullanılan düzenli depolama ve yakma gibi geleneksek yöntemler, plastiklerin birikimine neden olan asıl soruna yönelik kalıcı bir çözüm getirmemektedir (Chauhan ve Ambechada, 2025). Gelişmiş filtrasyon, koagülasyon-flokülasyon, santrifüjleme, manyetik ayırma, ultrasonikasyon ve elektrostatik ayırma gibi fiziksel arıtma teknikleri, mikroplastiklerin (MP) giderilmesinde yüksek verim sağlayabilse de aynı başarı nanoplastikler (NP) için gösterilememektedir. Buna ek olarak membranlarda meydana gelen tıkanma ve kirlenme sistemin verimliliğini düşürürken işletme açısından maliyeti artırmaktadır. Koagülasyon işlemi ise uygun bir biçimde bertaraf edilmesi gereken çamur oluşumuna neden olmaktadır. Ultrasonikasyon gibi yüksek enerji tüketen yöntemler karbon ayak izinin artmasına katkıda bulunmaktadır (Ojha ve ark., 2025). Mikroplastik bozunması için yaygın olarak kimyasal ve termal bozunma yöntemleri kullanılmaktadır. Ancak bu teknikler yüksek maliyet, düşük verimlilik ve toksik yan ürünlerin oluşumu gibi çeşitli sınırlılıklara sahiptir (Guo ve ark., 2024; Liu ve ark., 2024; Xu ve Bai, 2022).

Bu çalışmanın amacı, yüksek biyosürfaktan üretim kapasitesine sahip fungal-bakteriyel konsorsiyumların sağladığı enzim sinerjisinden faydalanarak, mikroplastiklerin biyoremediasyonunda yüksek verimlilik sağlayabilecek, ekosistem dostu bir sistemin olanaklarını değerlendirmektir.

2. Mikrobiyal Bozunma ve Enzimatik Mekanizmalar

Biyolojik bozunma (biyodegradasyon) bakteriler, mantarlar ve mikroalgler tarafından yürütülen ve esas olarak plastik polimer zincirlerinin enzimler aracılığıyla parçalanmasına dayanan bir süreçtir. Bunun sonucunda polimer daha küçük yapı birimlerine (örneğin oligomerler, dimerler ve monomerler) ayrışır ve hatta CO_2 ile H_2O gibi inorganik bileşiklere kadar dönüşebilmektedir (Chattopadhyay, 2022). Plastik biyodegradasyonu ise yüzeyde kolonize olan mikroorganizmaların enzimatik faaliyetlerine dayanan, polimerin moleküler ağırlığını azaltıp oligomer ve monomerlerin oluşmasını kapsayan litik bir süreçtir (Barcoto ve Rodrigues, 2022). Fiziksel ve

kimyasal bozunma yöntemleri ile karşılaştırıldığında mikrobiyal bozunma; maliyet etkinliği, ekosistem dostu olması ve sürdürülebilirliği açısından avantaj sağlamaktadır. Bu avantajlar sayesinde, ekonomik gelişimde "Yeşil" uygulamaların rağbet gördüğü günümüz şartlarında, mikrobiyal bozunmanın geniş ölçekli uygulamalar bakımından ciddi bir potansiyel taşıdığı belirtilmektedir (Gao ve ark., 2024).

2.1. Polimer Yapısına Göre Enzimatik Parçalanma Yolları

Sentetik plastiklerin bozunması; yüksek moleküler ağırlıkları, sıkı C-C omurgaları, sertlikleri, suda çözünmeme özellikleri ve üretim aşamasında antioksidan ile stabilizatör katkı maddelerinin kullanılmasından dolayı oldukça güçtür. Ayrıca, uzun polimer zincirleri mikrobiyal hücre zarından geçemediği için mikroorganizmaların bu yapılara erişmini daha da kısıtlamaktadır (Wilkes ve Aristilde, 2017; Zhu ve ark., 2023). PET gibi polyester maddeler PETaz ve MHETaz enzimleri aracılığıyla hidrolitik olarak parçalanır bunun sonucunda açığa çıkan tereftalik asit ve etilen glikol, β-ketoadipat yolu ve TCA döngüsü üzerinden özümlenebilmektedir. Biyobozunur nitelikteki polyesterlerin (PLA, PBAT, PHA'lar, PCL) hidrolizi de benzer biçimde kütinaz, lipaz ve depolimeraz enzimlerinin faaliyetleri ile gerçekleşmektedir. Buna karşın, poliolefinler (PE, PP) ve polistiren hidrolize açık bağlar içermediğinden lakkaz, peroksidaz ve alkan monooksijenaz enzimleri aracılığıyla oksidatif saldırı gerçekleşmekte, ardından asetil-CoA'ya β-oksidasyon yoluyla ilerlemektedir (Żarska ve ark., 2026).

2.2. Depolimerizasyon Süreci ve Ara Ürün Toksisitesi

Uzun zincirli polimerlerin mikrobiyal hücrelere girebilmesi için öncelikle daha kısa zincirli veya düşük moleküler ağırlığa sahip bileşiklere ayrılması gerekmektedir. Daha küçük moleküller ancak bu şekilde hücre zarını geçebilir ve hücre içindeki metabolik süreçlere dahil olabilirler (Przygoda-Kuś ve ark., 2025). Ne var ki, polimerlerin parçalanması her koşulda canlılar açısından zararsız bir biçimde sonuçlanmamaktadır. Örneğin; PCL farklı organizmalar üzerinde belirgin bir olumsuz etki göstermezken, daha kısa oligokaprolaktonların (OCL) ve monomerin yüksek konsantrasyonları (tatlı su mikroorganizmaları için 1 µg/mL, deniz algleri ve memeli hücreleri için 1 mg/mL), teste tabi tutulan bütün canlı gruplarında toksik etki gösterebildiği belirtilmiştir. Bu bulgular, bozunma ürünlerinin çevrede normal şartlarda bulunmayan yüksek seviyelere ulaşması halinde toksik etki gösterebileceğini işaret etmektedir (Yoshinaga ve ark., 2023).

2.3. Yüzey Oksidasyonu ve Enzimatik Mekanizmalar

Mikroorganizmaların plastik parçalama aşamasındaki ilk basamak, oksidatif enzimlerin katkısıyla gerçekleşen yüzey oksidasyonu ve hidrofilizasyondur. Plastikler son derecede hidrofobik olduklarından suda sınırlı çözünürlük gösterir ve enzimlerle sınırlı düzeyde etkileşime girer. Süreç, polimer yüzeyinin abiyotik faktörler ile aşınmasıyla başlar ve bu durumda karbonil ile hidroksil gibi oksijen içeren fonksiyonel grupların oluşması, polimer yüzeyinin enzimatik saldırıya karşı daha duyarlı hale gelmesini sağlamaktadır (Tao ve ark., 2023). Bu noktadan sonra oksidatif enzimler hidroksil (-OH) gruplarını ekleyerek oksijen atomlarını yapıya dahil eder ve alkol dehidrojenaz ile aldehit dehidrojenaz enzimlerinin etkisiyle C-O veya C=O türü fonksiyonel gruplar meydana gelir (Kim ve ark., 2024). Devamında, oksijen atomlarının eklenmesini sağlayan ve polimer zincirlerinde kırılmaya yol açan hücre dışı oksidatif enzimler (çoklu bakır oksidazlar, lakkazlar, peroksidazlar, GPx, sitokrom P450 monooksijenazlar ve alkan monooksijenazlar) alkol, aldehit, keton ve kısa zincirli oksitlenmiş oligomerlerin oluşmasını sağlar (Felgel-Farnholz ve ark., 2023; Tao ve ark., 2023; Rong ve ark., 2024). Nitekim peroksidaz, lakkaz, mangan süperoksit dismutaz ve alkan hidroksilaz enzimlerinin PE'nin hem oksidasyonunda hem de depolimerizasyonunda görev aldığı bildirilmiştir (Chow ve ark., 2023; Khruengsai ve ark., 2022). Polimer çeşidine göre değişiklik gösteren hidrolitik ve oksidatif enzimatik yollar; biyofilm oluşumundan başlayıp nihai mineralizasyona kadar ilerleyen süreç ve bu esnada oluşabilecek ara ürünlerin toksisite riskleri **Şekil 1**'de toplu olarak gösterilmiştir.

3. Biyosürfaktanların Rolü ve Biyoyararlanım

Mikroorganizmalar veya bunların salgıladığı hücre dışı enzimler plastik yüzeyi ile doğrudan temas kuramadığı müddetçe enzimatik biyobozunma gerçekleşemez (Zhang ve ark., 2022). Mikroorganizmalar bir kirleticiyi ancak ulaşabildikleri ölçüde parçalayabilir. Biyoyararlanım bu ulaşılabilir kısmı tanımlar, dolayısıyla bozunma verimini belirleyen en önemli parametrelerden biridir. Hidrofobik organik kirleticilerin (HOC'ler) biyoyararlanımını yükseltmek amacıyla hem sentetik hem de biyolojik kökenli yüzey aktif maddelerin, yani biyosürfaktanların, kullanımı üzerine kapsamlı araştırmalar yapılmıştır (Ali ve ark., 2023). Geleneksel kimyasal yüzey aktif maddelerden farklı olarak biyosürfaktanlar, yenilenebilir kaynaklardan üretilebilmenin yanı sıra hidrofobik kirleticilerin çözünürlüğünü artırabilmeleri bakımından da avantajlıdır (Raheja ve ark., 2025). Ayrıca ekzopolisakkarit (EPS) gibi yapılar, emülgatör olarak işlev görerek bakteriyel alımı desteklemektedir (Yesankar ve ark., 2023).

Biyosürfaktanlar ile plastikler arasındaki etkileşimi konu alan araştırmalarda farklı sonuçlara ulaşılmıştır. Örneğin Ai ve ark. (2024), ramnolipid ve sophorolipidlerin bulunduğu koşullarda PE'nin yüzey hareketliliğinin ve biyosürfaktanların yüzeye tutunma kapasitesinin yükseldiğini göstermiştir. Buna karşılık Taghavi ve ark. (2022), ortama ramnolipid eklenmesinin PE ve PET bozunumunu olumsuz yönde etkilediğini ortaya koymuştur. Bunun altında yatan sebebin, mikroorganizmaların plastiği parçalamak yerine biyosürfaktanları daha kolay ulaşılabilir bir karbon kaynağı olarak tercih ettiği bildirilmiştir. Bu çelişkili bulgular, biyosürfaktan kullanımında seçiciliğin sağlanabilmesi için özel koşulların tanımlanması gerektiğini ortaya koymaktadır. Mikroorganizmaların biyosürfaktanı doğrudan bir karbon kaynağı olarak tüketmesini önlemek amacıyla, dışarıdan yüksek miktarda hazır biyosürfaktan vermek yerine plastik bozunması sırasında kendi biyosürfaktanını ortamda üreten (*in situ)* bakteri suşlarının tercih edilmesi daha isabetli bir yaklaşım olabilir. Nitekim Vimala ve Mathew (2016), dışarıdan biyosürfaktan ilavesi yerine *Bacillus subtilis* tarafından salgılanan surfaktin sayesinde bakterinin PE'yi parçalama etkinliğinin güvenli bir biçimde artırabildiğini göstermiştir. Ayrıca, sisteme dışarıdan biyosürfaktan eklenecek ise ortamda kolay ulaşılabilir alternatif karbon kaynaklarının sınırlandırılması ve mikroorganizmaların karbon kaynağı olarak sadece plastiğe yönlendirilmesi, bozunmanın plastik lehine gerçekleşmesi açısından kritik bir gereklilik olarak öne çıkmaktadır.

4. Sinerjik Ko-Kültürler ve Hif Ağları (Fungal Highways):

Biyoremediasyon alanında mikrobiyal enzimlerin kullanım potansiyeli, mikroplastiklerin parçalanmasına yönelik sürdürülebilir bir yaklaşım olarak değerlendirilmektedir. Çalışmalar, çeşitli bakteri ve mantar türlerinin, sentetik plastikleri parçalayabilen enzimler ürettiğini ortaya koymuştur. Bunun yanı sıra mikroplastik biyoremediasyonunda mikrobiyal konsorsiyumların kullanılması da oldukça umut verici bulunmuştur (De Jesus ve Alkendi, 2023). Enzimlerin birlikte kullanıldığı kokteyllerin, karmaşık polimer yapılarına karşı daha etkili bir parçalama sağladığı da bildirilmiştir (Contreras ve ark., 2020; Mekasha ve ark., 2016). Birden fazla mikroorganizma türünü içeren karışık kültürler, saf kültürlerle kıyaslandığında birbirleriyle çok yönlü etkileşime girebilme özellikleri sayesinde daha zengin bir genetik ve metabolik kapasite sergileyebilmektedir (Briones ve Raskin, 2003). Bu durumun temelinde, mikrobiyal konsorsiyumların metabolik süreçleri farklı türler arasında paylaştırarak bir iş bölümü oluşturabilmesi bulunmaktadır. Sonuç olarak yan ürün birikimi ile her bir suş üzerindeki metabolik yükü azaltmaktadır (Jagmann ve Philipp, 2014). Mantar ve bakterilerin birlikte bulunduğu ko-kültür sistemleri ise sinerjik metabolik veya ko-metabolik etkileşimler geliştirerek organik bileşiklerin daha hızlı ve daha kapsamlı parçalanmasını sağlayabilir aynı zamanda değişken çevresel koşullara karşı direnci de artırabilir (Espinosa-Ortiz ve ark., 2022). Bu nedenle, mikroplastiklerin giderimi üzerine tasarlanan mantar-bakteri ko-kültürleri büyük bir potansiyel olarak değerlendirilmektedir **(Şekil 2)**.

Polilaktik asit/poli (butilen adipat-ko-tereftalat)'ın (PLA/PBAT) biyobozunmasını geliştirmek amacıyla gerçekleştirilen bir çalışmada *Pseudomonas mendocina* ile *Actinomucor elegans*'tan oluşan bir ko-kültür sistemi

geliştirilmiş ve araştırılmıştır. Elde edilen ko-kültürün PLA/PBAT filmlerini etkili biçimde parçalayan bir enzim karışımı ürettiği belirlenmiştir. Sonuçlar, ko-kültürün proteaz aktivitesinin 11,50 U/mL, lipaz aktivitesinin ise 40,46 U/mL olduğunu ve bu değerlerin mono-kültürünkinden (*P. mendocina* için 7,31 U/mL, *A. elegans* için 32,47 U/mL) belirgin şekilde daha yüksek olduğunu göstermiştir (Jia ve ark., 2021).

Bir başka araştırmada, *Aspergilus niger* ve *Pseudomonas aeruginosa*'dan oluşan bir konsorsiyum aracılığıyla poliüretanın biyobozunması incelenmiştir. Poliüretan bozunmasını desteklemek ve gerekli enzimlerin sentezini artırmak amacıyla sisteme ağırlıkça %4 oranında selüloz eklenmiş ve bunun sonucunda polimerde yaklaşık %20 oranında ağırlık kaybı gözlenmiştir (Fernandes ve ark., 2016). Benzer bir yaklaşımın uygulandığı çok aşamalı başka bir çalışmada ise ilk aşamada *Ralstonia*, *Bradyrhizobium*, *Exophiala* ve *Vanrija* türlerinin baskın olduğu fungal-bakteriyel bir konsorsiyum kullanılmıştır. Bu konsorsiyumda 60 günlük süreçte polietilen tereftalat (PET) için %28 ± 2 oranında bozunma verimine ulaşılmış ve PET'in orta zincirli alkanlara dönüştüğü GC-MS analizi ile doğrulanmıştır. Aynı aşamada en yüksek CO_2 salınım oranı 722 ppm olarak belirlenmiştir. İkinci aşamada ise *Ochrobacterium* ve *Achromobacter* türlerinin ağırlıkta olduğu bir bakteriyel konsorsiyum kullanılmış ve ortamda bulunan toksik yan ürünlerin düzeyi %20'ye kadar azaltılmıştır (Giyahchi ve Moghimi, 2025).

Bakteriyel toplulukların mantar hifleri boyunca taşınarak yayılması daha önceki çalışmalarda gösterilmiş ve bu olgu "mantar otoyolu (fungal highway)" olarak adlandırılmıştır (Frey-Klett ve ark., 2011; Furuno ve ark., 2010; Kohlmeier ve ark., 2005; Pion ve ark., 2013; Zhang ve ark., 2018). Mantar miselyumunun çevresinde bulunan sıvı film tabakası, mikroorganizmaların bu yapı içinde hareket etmesini ve kimyasal maddelere doğru ilerlemesini sağlarken, bu süreçte miselyum adeta bir taşıyıcı (vektör) görevi yapmaktadır (Sherry ve ark., 2023). Ayrıca yapılan çalışmalar, hiflerin yayılımının hızlı mantar biyokütlesi oluşumunu, etkili bir dağılımı ve yeni bölgelere nüfuzu sağlayabildiğini bildirmiştir (Khan ve ark., 2023). Örneğin bir çalışmada, *Fusarium graminearum*'un buğday başağını kolonize etmesi sırasında bakterileri taşıyabildiği ortaya konmuştur (Şekil 2, Sağ Panel). Bu bulgular bir arada değerlendirildiğinde, bakterilerin hifler aracılığıyla yayılımının incelenmesine yönelik erişilebilir ve ölçeklenebilir araçlar sunulduğu, aynı zamanda mantar otoyollarının oluşumunda biyolojik özgüllük ile besin koşullarının birlikte önemli bir rol oynadığı anlaşılmaktadır (Bouchard ve ark., 2026). Bu doğrultuda, fungal-bakteriyel konsorsiyumlarda bakterilerin, miselyum ve hiflerin oluşturduğu yapısal yollar aracılığıyla kirletici bölgeye daha hızlı ulaşabileceği söylenebilir. Farklı plastik türlerinin biyobozunumunda kullanılan mikrobiyal ko-kültür ve konsorsiyumların bozunma verimleri ve süreleri ile kullanılan analitik doğrulama yöntemleri **Tablo 1**'de özetlenmiştir.

5. Analitik Doğrulama ve Yöntemler

Plastik bozunmasının hızlı ve güvenilir biçimde ortaya konabilmesini sağlayan, tek başına yeterli bir analitik yöntem henüz bulunmamaktadır. Bu nedenle biyobozunmanın doğru şekilde saptanabilmesi, kütle kaybı ölçümlerine ek olarak mikroskobik ve analitik tekniklerin de birlikte kullanıldığı çok yönlü bir yaklaşımı gerektirmektedir (Przygoda-Kuś ve ark., 2025). Nitekim güncel bir çalışmada, mantar-bakteri ko-kültürleri (*Bacillus velezensis* EBL50 ve *Sarocladium strictum* EBL60) kullanılarak yürütülen LDPE bozunmasında %26,3 oranında kütle kaybı ve SEM ile yüzey erozyonu saptanmış; FTIR, TGA ve GC-MS analizlerinin birlikte kullanılmasıyla bozunmaya bağlı yapısal, ısıl ve kimyasal değişimler tespit edilmiştir (Alidoosti ve ark., 2025).

5.1. Morfolojik Analizler (SEM ve AFM)

Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM), mikroorganizmaların plastik yüzeyinde meydana getirdiği fiziksel hasarı ve biyofilm gelişimini görsel olarak değerlendirmek amacıyla sıklıkla kullanılan bir tekniktir. Mikroorganizmayla muamele edilmemiş kontrol grubundaki mikroplastik (MP) yüzeyleri genellikle pürüzsüz bir yapı sergilerken ve deformasyonsuz görünürken; mikrobiyal işleme tabi tutulan MP yüzeylerinde delik, çukur, çatlak ve artmış yüzey pürüzlülüğü gibi belirgin morfolojik değişiklikler görülebilmektedir. Örneğin, mantar suşları ile işlem gören PE, PET ve PS örneklerinin SEM görüntüleri, başlangıçta düzgün olan polimer yüzeylerinin biyobozunma sürecinde

daha pürüzlü bir morfolojiye sahip olduğunu göstermiştir (Safdar ve ark.,2024). Yüzeyde oluşan çatlaklar, oluklar ve gözenekler, mantar biyofilmlerinin MP'lerin fiziksel olarak parçalanmasına katkı sağlayabileceğini desteklemektedir.

Atomik Kuvvet Mikroskobisi (AFM) ise yüzeyde oluşan bu topografik değişimleri nanometre ölçeğinde nicel olarak belirleyerek SEM verilerini tamamlamaktadır. Örneğin PET ve PLA örneklerinin denizel koşullara maruz bırakıldığı bir çalışmada, AFM ölçümleri ortalama yüzey pürüzlülüğünün kısa süre içerisinde sırasıyla ~%11 ve %31 oranında arttığını göstermiştir. Aynı çalışmada yapılan SEM ve EDS (Enerji Dağıtıcı X-Işını Spektroskopisi) analizleri ise, bu koşullandırılmış yüzeylerde çökeltilerin biriktiğini ve bakteri hücrelerinin yüzeyi hızlı bir şekilde kolonize ettiğini doğrulamıştır (Bhagwat ve ark., 2021). Bu bulgular, artan yüzey pürüzlülüğünün malzemenin hidrofilikliğini olumlu biçimde etkileyerek mikrobiyal tutunmayı ve buna bağlı olarak biyobozunma sürecini desteklediğini göstermektedir.

5.2. Yüzey ve Kimyasal Yapı Analizleri (FTIR, XPS ve NMR)

Plastikte meydana gelen oksidasyon düzeyi, bozunmanın temel göstergelerinden biridir ve Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi (FTIR) aracılığıyla hassas biçimde ölçülebilmektedir. FTIR, oksidasyon sürecinde ortaya çıkan yeni C=O, C-O ve O-H bağlarına karşı yüksek duyarlılık göstermektedir. Bununla birlikte biyokütle kontaminasyonundan kaynaklı kirlenmelerdeki spektral sinyallerin (lipitlerden gelen C=O ve C-O, proteinlerden gelen CONH, polisakkaritlerden gelen O–H) plastik oksidasyonuna ait sinyallerle karışmaması için FTIR spektrumlarının dikkatli protokollerle değerlendirilmesi gerekmektedir (Sandt ve ark., 2021).

FTIR'a ek olarak, X-ışını fotoelektron spektroskopisi (XPS) ve nükleer manyetik rezonans (NMR) spektroskopisi de bozunma sırasında meydana gelen moleküler düzeydeki kimyasal değişimlerin ve yeni fonksiyonel grupların oluşumunun tespit edilmesinde kullanılmaktadır (Zhang ve ark., 2022). XPS özellikle, materyalin en üst tabakasındaki ilk 10 nm'lik kısmın elementel bileşimini ve atomların kimyasal durumunu ortaya koyarak, plastiklerin çevre ve mikroorganizmalarla doğrudan etkileşimde bulunduğu yüzey kimyası hakkında eşsiz bilgi sağlamaktadır. Nitekim Di Giulio ve ark. (2024), yaşlanmış plastiklerin geleneksel FTIR spektrumlarında sadece sınırlı değişikliklerin tespit edilebildiği durumlarda dahi, XPS analizinin yüzeydeki kimyasal değişimleri (artan C-O, C=O ve O-C=O bileşenleri) çok daha belirgin biçimde ortaya koyabildiği göstermiştir. Bu nedenle XPS, biyobozunmanın ilk adımı olan enzimatik yüzey oksidasyonunun doğrulanmasında FTIR'ı tamamlayan önemli bir analitik yöntem konumundadır.

Yüzey kimyasının incelenmesinde kullanılan bu yöntemlerin yanı sıra proton (^{1}H) ve kantitatif NMR (qNMR) spektroskopisi de polimerin genel moleküler yapısında ortaya çıkan kapsamlı değişikliklerin belirlenmesinde önemli bir işlev üstlenir. SEM yüzeydeki fiziksel bozunmayı görsel olarak sunarken, FTIR kimyasal değişimleri tanımlar; bu tekniklerin NMR ile birlikte değerlendirilmesi ise bozunmanın analitik olarak deha detaylı doğrulanmasına olanak sağlamaktadır. Özellikle qNMR, FTIR veya SEM ile belirlenemeyen erken dönem bozunma ürünlerinin, örneğin oksitlenmiş aromatik yapılar ve doymamış aldehitlere ait düşük düzeyli sinyallerin, moleküler düzeyde tespit edilmesi hakkında eşsiz bir yetkinliğe sahiptir. Ayrıca qNMR, yaşlanma ve biyobozunma sonucunda yapısal değişikliklere uğramış LDPE, PS, PET ve PVC gibi farklı mikroplastik türlerinin güvenilir biçimde nicelleştirilmesini sağlayarak hem çevresel hem de laboratuvar ölçekli mikroplastik izleme araştırmalarına katkıda bulunmaktadır (Schmidt ve ark., 2025).

5.3. Moleküler Ağırlık ve Termal Analizler (GPC ve TGA)

Polimerlin enzimatik bozunmasının değerlendirilmesinde önemli bir analitik yöntem olan Jel Geçirgenlik Kromatografisi (GPC), moleküler kütle dağılımındaki (dispersite) değişimlerin yanı sıra sayıca (Mn) ve ağırlıkça (Mw) ortalama molekül kütlelerindeki farklılıkların nicel olarak belirlenmesine olanak tanır (Mohanan ve ark., 2023). GPC, biyobozunma işlemi öncesinde ve sonrasında polyester liflerinde meydana gelen molekül ağırlığındaki değişikliklerin takip edilmesinde de sıklıkla kullanılmaktadır (Chen ve ark., 2026). GPC analizi

sonucunda polimer fraksiyonlarının Mn değerlerinin belirgin biçimde azalması ve polidispersitenin artması, bozunma sürecinin heterojen zincir kırılmaları ile kısmi depolimerizasyon şeklinde ilerlediğini teyit etmektedir (Ávila-Lázaro ve ark., 2026).

Termogravimetrik Analiz (TGA) ise sıcaklığa bağlı olarak meydana gelen kütle kaybını ölçerek polimerlerin, PLA'nın ve biyokompozitlerin termal kararlılığını ve bozunma profillerinde meydana gelen sapmaları değerlendirmeye yarar (Ng ve ark., 2018; Moya-Muriana ve ark., 2025; Prezgot ve ark., 2025). TGA esnasında ortaya çıkan gazların kütle spektrometrisi veya FTIR kullanılarak incelenmesiyle kurgulanan TGA-FTIR/MS yaklaşımı, titreşimsel spektroskopi ile termoanalitik yöntemleri birleştirerek daha az karmaşık bir alternatif sunmaktadır (Goedecke ve ark., 2020; Prezgot ve ark., 2025). Bu tekniğin k-en yakın komşu, rastgele orman, destek vektör sınıflandırıcısı ve çok katmanlı algılayıcı gibi makine öğrenmesi yöntemleriyle bir arada uygulanması, alışılagelmiş spektral eşleştirme algoritmalarına nazaran daha duyarlı ve belirgin bir biçimde tayin edilmesine olanak sağlamaktadır (Prezgot ve ark., 2025).

5.4. Kromatografik Yöntemler (GC-MS / Py-GC-MS)

Gaz kromatografisi (GC), monomerler, safsızlıklar, katkı maddeleri ve bozunma ürünleri gibi polimerle bağlantılı bileşenlerin ayrıştırılması ve miktarlarının tespit edilmesinde, elemental analiz gibi geleneksel yöntemlere göre daha yüksek duyarlılık sunabilmektedir (Martín-Pozo ve ark., 2022; Kassouf ve ark., 2013; Blázquez-Blázquez ve ark., 2020). Örneğin, karboksilik asitler ile 1,4-bütandiol, PBAT/PLA degradasyonunun takip edilmesinde kullanılabilecek potansiyel indikatörler arasında yer almaktadır (Peñalver ve ark., 2024). Piroliz-gaz kromatografisi-kütle spektrometrisi (Py-GC-MS) ise polimerlerin kendine has termal degradasyon ürünlerinden yola çıkarak tanımlanmasına olanak vermektedir. Bununla birlikte kapsamlı iki boyutlu GC (GC×GC-MS) uygulaması; birbiriyle örtüşen bileşenlerin ayrıştırılmasını, nicel doğruluğun yükseltilmesini ve ikincil plastik bileşenleri ile degradasyon ürünlerinin tespit edilmesini sağlamaktadır. Ancak inorganik matrislerden doğan girişimler ve ideal bir iç standardın olmaması, analiz öncesinde filtrasyon, yoğunlukla ayırma, organik maddelerin giderilmesi ve çözücü ekstraksiyonu gibi kapsamlı ön işlemlerin gerçekleştirilmesini zorunlu kılmaktadır (Dumont ve ark., 2025).

5.5. Mineralizasyon ve Respirometrik Analizler (CO_2 Salınımı)

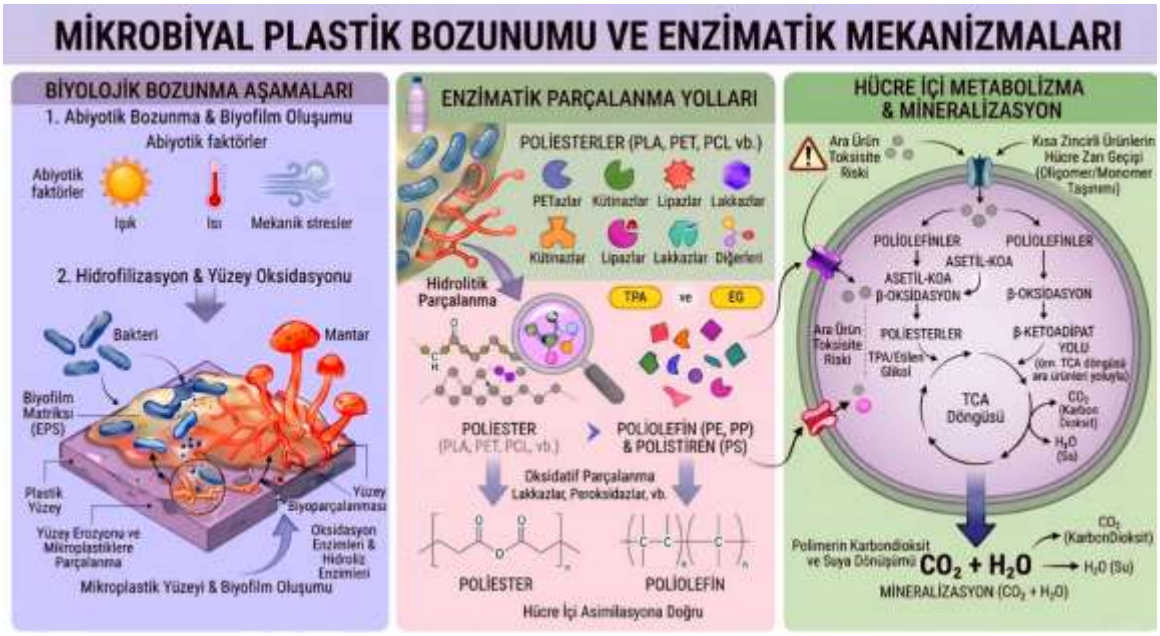
Numune kütlesindeki düşüş plastik bozunmasının analizinde sıklıkla kullanılan bir kriter olsa da tek başına esas biyobozunmayı, yani polimerin CO_2'ye dönüşüp mineralize olmasını açıkça göstermemektedir. Kütle kaybı, biyotik ve/veya abiyotik etkenlerin neticesinde polimer zincirlerinin daha küçük oligomer ve monomerlere parçalandığı ilk bozunma aşamasını temsil etmektedir. Öte yandan, yüzeyde gerçekleşen değişimler veya kütle kaybı gibi dolaylı parametrelerin aksine, mikroorganizmaların aktivitesi sonucunda oluşan CO_2'nin gözlemlenmesi nihai biyodegradasyonun direkt göstergelerinden biridir (Nomadolo ve ark., 2022). Respirometrik analizler, belirli unsurlardaki kayıpları inceleyen Raman mikroskopisi ve TGA/MS gibi tekniklerle karşılaştırıldığında, kompostlanabilir plastiklerin biyodegradasyonuna ilişkin daha net bir kimyasal gösterge ortaya koymaktadır (White ve ark., 2021). İdeal çevresel koşullar altında saptanan CO_2 üretimi, polimerin bakteriler tarafından bütünüyle parçalandığının ana göstergesi olarak görülmektedir.

Polimerlerin tamamen parçalanması ve ayrıştırılmasında mikroorganizmalar tarafından üretilen parçalayıcı enzimler kritik bir role sahiptir. Plastik polimerlerinin CO_2, su ve metana dönüşümünü gerçekleştiren mikrobiyal etkinlikler; sıcaklık, nem ve ışık gibi metabolik süreçleri yönlendiren ortam koşullarıyla doğrudan ilişkilidir (Lin ve ark., 2022). Sonuç olarak, mikrobiyal aktivite nedeniyle yüzey erozyonuna uğrayan ve moleküler kütlesi azalan polimerler parçalanarak bakterilerin büyüme ve çoğalmasını teşvik eden elverişli bir karbon kaynağına dönüştürülmektedir (Gajendiran ve ark., 2016).

Kullanılan analitik yöntemlerin kendilerine ait avantajları olmakla beraber, mikrobiyal biyoremediasyon araştırmalarındaki önemli metodolojik problemlerden biri, polimer yüzeyinde toplanan mikrobiyal biyokütle,

biyofilm ve hücre dışı polimerik maddelerin (EPS) FTIR ve Raman gibi spektroskopik analizlerde optik kirliliğe yol açmasıdır. Biyokütleye özgü O-H, N-H ve C=O gerilme bantlarının polimerin oksidatif degradasyonuna yönelik sinyallerle, örneğin karbonil indeksindeki yükselişle, örtüşebilmesi hatalı pozitif verilen elde edilmesine neden olabilmektedir. Bu nedenle degradasyon sonuçlarının güvenilirliğini geliştirmek için spektroskopik verilerin, biyokütle kaynaklı girişimlerden daha az etkilenen TGA/MS (Termogravimetrik Analiz-Kütle Spektrometresi), Py-GC/MS (Piroliz-GC/MS) veya qNMR (Kantitatif Nükleer Manyetik Rezonans) benzeri hibrit ve ortogonal yöntemlerle teyit edilmesi gerekmektedir. Ayrıca spektroskopik analizlerden önce, polimer yapısına hasar vermeden yüzeyde yer alan biyofilmin giderilmesini sağlayacak geleneksel yıkama protokollerinin, örneğin hafif surfaktan veya enzimatik ön işlemlerin, analitik protokollere eklenmesi kritik bir gereklilik olarak değerlendirilmektedir.

3. BULGULAR

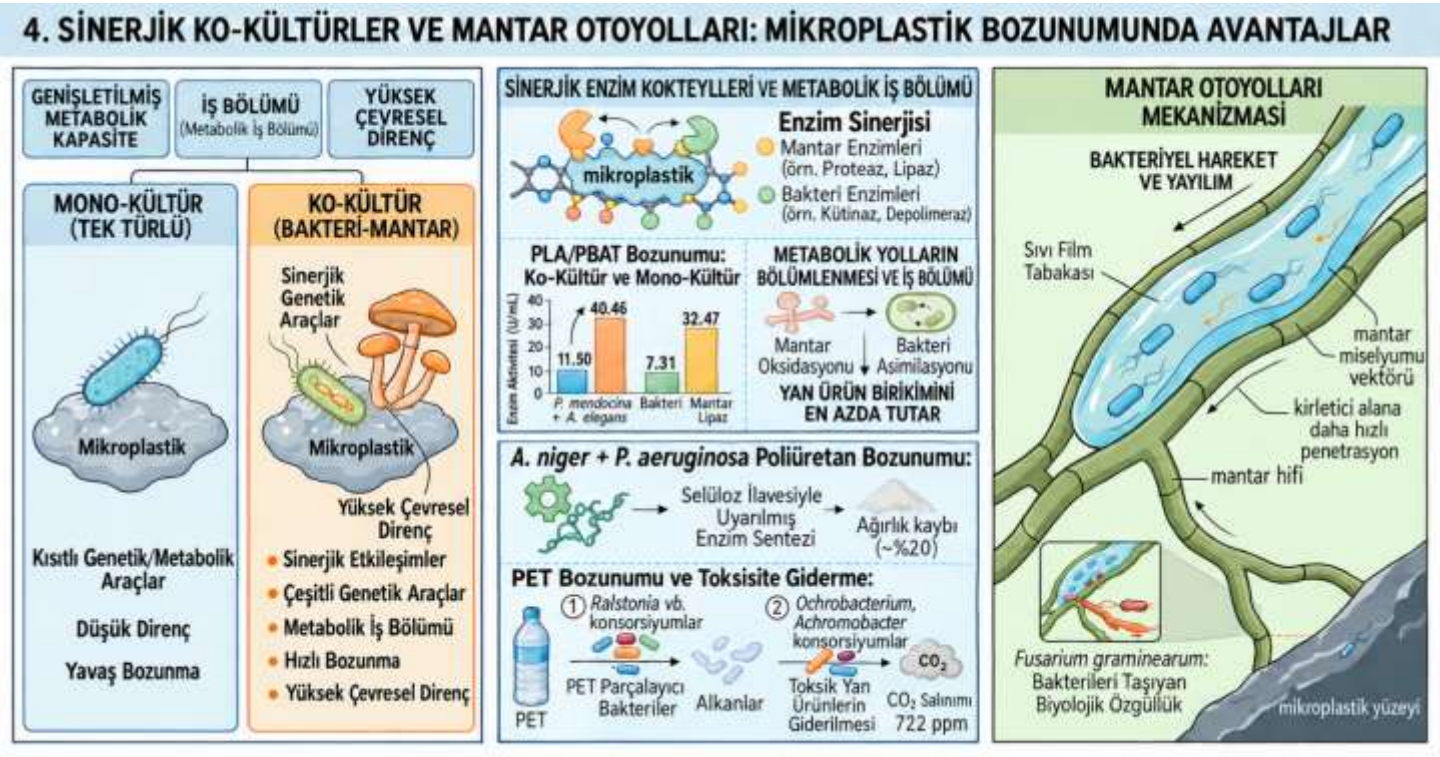


Şekil 1. Mikrobiyal plastik bozunumunun temel aşamaları ve polimere özgü enzimatik parçalanma mekanizmaları.

(Sol Panel) Abiyotik etkenlerle başlayan biyofilm kolonizasyonu ve mikrobiyal enzimlerin sebep olduğu yüzey hidrofilizasyonu. (Orta Panel) Poliesterlerin hidrolitik enzimlerle (PETaz, kütinaz, lipaz vb.) parçalanması ile poliolefinlerin lakkaz ve peroksidaz gibi hücre dışı oksidatif enzimlerle depolimerize olmasını konu alan, polimere özgü enzimatik yollar. (Sağ Panel) Kısa zincirli oligomerlerin hücre zarından geçişi sırasında oluşan ara ürün toksisite riski ile bu moleküllerin TCA döngüsü ve beta-oksidasyon gibi hücre içi metabolik yollar üzerinden CO_2 *ve* H_2O'ya nihai mineralizasyonu.

Tablo 1. Çeşitli plastik türlerinin biyodegradasyonunda kullanılan mikrobiyal ko-kültür ve konsorsiyum sistemlerinin bozunma performansları, süreleri ve analitik doğrulama yöntemleri.

Ko-Kültür / Konsorsiyum	Polimer	Verim / Oran	Süre	Analiz & Koşullar	Referans
P. mendocina + *A. elegans*	PLA/PBAT	%18,95 (Ağırlık kaybı)	5 gün	Enzim sistemi üretimi, aktivite ölçümleri. Proteaz: 11.5 U/mL Lipaz: 40,4 U/mL	Jia ve ark., 2021
A. niger + *P. aeruginosa*	Poliüretan	~%20 (Ağırlık kaybı)	30 gün	Enzim teşviki için %4 selüloz ilavesi.	Fernandes ve ark., 2016
1. *Ralstonia*, *Bradyrhizobium* vd. 2. *Ochrobacterium*, *Achromobacter*	PET	1. Aşama: %28±2 2. Aşama: Toksisite %20 seviyesine indi (yaklaşık %80 azalma)	60 gün	Çok aşamalı sistem, GC-MS, CO2 ölçümü (722 ppm).	Giyahchi & Moghimi, 2025
B. velezensis + *S. strictum*	LDPE	%26,3 (Kütle kaybı)	60 gün	SEM, FTIR, TGA, GC-MS (yapısal/ısıl doğrulama).	Alidoosti ve ark., 2025



Şekil 2. Mikroplastik biyoremediasyonunda fungal-bakteriyel ko-kültürlerin sinerjik mekanizmaları ve mantar otoyolu (fungal highway) etkisi.

(*Sol Panel*) Monokültürlere kıyasla ko-kültür sistemlerinin sunduğu kapsamlı metabolik kapasite ve yüksek çevresel dayanıklılık. (*Orta Panel*) Enzim sinerjisi ve metabolik iş bölümü aracılığıyla PLA/PBAT, poliüretan ve

PET bozunumunda saptanan verim artışı ile toksik yan ürün birikiminin azaltılması. (*Sağ Panel*) Mantar miselyumunu saran sıvı film tabakasının, bakterilerin mikroplastik yüzeyine hızlı biçimde erişmesini ve yayılmasını sağlayan biyolojik bir taşıyıcı olarak rol aldığı "mantar otoyolu" mekanizması.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Plastik kirliliğinin ulaştığı güncel boyut ve geleneksel arıtma metotlarının barındırdığı sınırlılıklar, mikroplastik (MP) ve nanoplastiklerin (NP) çevresel ve biyolojik etkilerini hafifletmeye yönelik inovatif, çevre dostu ve sürdürülebilir yaklaşımlara olan gereksinimi artırmaktadır. Bu derleme kapsamında ele alınan literatür çıktıları, mikrobiyal biyoremediasyonun sadece teorik bir yaklaşım olmadığını, aynı zamanda uygulanabilir ve büyük potansiyel taşıyan bir yaklaşım olabileceğini göstermektedir. Özellikle plastiklerin yüksek hidrofobik karakteri ve kısıtlı biyoyararlanımı sebebiyle monokültürlerin yetersiz kaldığı koşullarda, fungal-bakteriyel ko-kültürlerin oluşturduğu sinerjik iş birliği kayda değer bir avantaj vaat etmektedir.

Bakterilerin mantar hifleri boyunca bir “otoyol” mekanizmasıyla yayılarak kirletici alanlara daha hızlı ulaşabilmesi, farklı enzimlerin birlikte rol aldığı kokteyllerin polimer bağları üzerinde aynı anda etki yaratması ve sentezlenen biyosürfaktanların MP yüzeyindeki yüzey gerilimini düşürmesi, biyodegradasyon sürecinin hızlandırılmasına destek olmaktadır. Bu doğrultudaki mevcut literatür, bahsi geçen sinerjik sistemlerin polietilen gibi bozunması zor polimerlerin yarı ömrünü monokültürlere oranla belirgin biçimde düşürebildiğini SEM, FTIR ve GC-MS gibi analitik tekniklerle doğrulamaktadır.

Bununla beraber, mikrobiyal ko-kültürlerin daha kapsamlı saha uygulamalarında kullanılabilmesi için henüz çözümlenmesi gereken çeşitli problemler bulunmaktadır. Güncel çalışmaların büyük bir kısmının kontrollü laboratuvar şartlarında yürütülmesi sebebiyle, bu sistemlerin atık su, toprak ve deniz gibi çevresel ortamlardaki performanslarını ne derece sürdürebileceği henüz tam olarak netleşmemiştir. Buna ek olarak, mikroplastiklerin enzimatik degradasyonu sırasında meydana gelen ara ürünlerin ekosistemdeki diğer organizmalar üzerindeki potansiyel etkilerinin daha ayrıntılı şekilde incelenmesi gerekmektedir.

Öte yandan, biyosürfaktanların sisteme dışarıdan eklenmesi ekonomik açıdan bir sınırlılık oluşturabilmektedir. Ramnolipid örneğinde olduğu gibi, kimi durumlarda mikroorganizmaların plastikleri bozundurmak yerine biyosürfaktanları direkt karbon kaynağı olarak tüketebilmesi de bu yaklaşımın temel handikaplarından biridir. Bu sorunun üstesinden gelebilmek için biyosürfaktan sentezleyen ve özellikle plastikleri hedef alan mikroorganizma suşlarının belirlenmesi ve ideal koşulların optimize edilmesi gerekmektedir. Ayrıca, önceki kısımlarda ele alındığı üzere, biyobozunmanın teyit edilmesinde kullanılan FTIR ölçümlerinde mikrobiyal biyokütleden kaynaklanan optik kirlilik önemli bir analitik sorun yaratmaktadır. Biyofilm kaynaklı optik kirliliklerin minimize edilmesi için spektroskopik verilerin TGA/MS ve qNMR gibi tamamlayıcı yöntemlerle desteklendiği hibrit analitik yaklaşımların geliştirilmesi ve standartlaştırılmış yüzey temizleme protokollerinin kurgulanması, gelecekteki araştırmaların metodolojik güvenilirliği yönünden kritik bir önem taşımaktadır.

Sonuç itibarıyla, sinerjik enzim aktiviteleri ile biyosürfaktan üretimini entegre eden fungal-bakteriyel konsorsiyumlar, mikroplastik kirliliğinin giderilmesinde gelecek vaat eden biyoremediasyon stratejileri arasında değerlendirilebilir. Gelecekteki araştırmaların ise genetik mühendisliği, endüstriyel mikrobiyoloji ve biyomühendislik gibi farklı disiplinleri birleştirerek söz konusu simbiyotik sistemlerin endüstriyel ölçekte uygulanabilirliğini ve verimliliğini geliştirmeye odaklanması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

Ai, J., Wang, B., Gao, X., Yuan, Y., Zhou, S., Yin, X., ... & Sun, H. (2024). Effect of biosurfactants on the transport of polyethylene microplastics in saturated porous media. Science of the total environment, 954, 176636.

Ali, D. C., Zhang, X., & Wang, Z. (2023). Surfactants influencing the biocatalytic performance of natural alkane-degrading bacteria via interfacial biocatalysis in Pickering emulsions. Langmuir, 40(1), 291-301.

Alidoosti, F., Giyahchi, M., & Moghimi, H. (2025). Synergistic bioremediation: Fungal-bacterial partnership degrades LDPE microplastics twice as fast. Current Research in Microbial Sciences, 100450.

Ávila-Lázaro, I., López-Couoh, D. G., Ávila-Ortega, A., Azamar-Barrios, J. A., Giácoman-Vallejos, G., Quintal-Franco, C. A., ... & Ponce-Caballero, M. D. C. (2026). Biodegradation of Post-Consumer Expanded Polystyrene and Low-Density Polyethylene by Tenebrio molitor Larvae. Microplastics, 5(1), 55.

Barcoto, M. O., & Rodrigues, A. (2022). Lessons from insect fungiculture: From microbial ecology to plastics degradation. Frontiers in Microbiology, 13, 812143.

Bhagwat, G., O'connor, W., Grainge, I., & Palanisami, T. (2021). Understanding the fundamental basis for biofilm formation on plastic surfaces: role of conditioning films. Frontiers in Microbiology, 12, 687118.

Blázquez-Blázquez, E., Cerrada, M. L., Benavente, R., & Pérez, E. (2020). Identification of additives in polypropylene and their degradation under solar exposure studied by gas chromatography–mass spectrometry. ACS omega, 5(16), 9055.

Bouchard, A., Darino, M., Cailleau, G., Narayanan, A., Cravero, M., Kennedy, P. G., ... & Junier, P. (2026). Methods for evaluating bacterial dispersal on hyphal networks. Microlife, 7, uqag017.

Briones, A., & Raskin, L. (2003). Diversity and dynamics of microbial communities in engineered environments and their implications for process stability. Current opinion in biotechnology, 14(3), 270-276.

Chandel, R., Singh, L., Khan, N. A., & Thakur, S. (2025). Microbial remediation of microplastic-contaminated soil, focusing on mechanisms, benefits, and research gaps. npj Emerging Contaminants, 1(1), 14.

Chattopadhyay, I. (2022). Role of microbiome and biofilm in environmental plastic degradation. Biocatalysis and Agricultural Biotechnology, 39, 102263.

Chauhan, H., & Ambechada, J. K. (2025). Biodegradation of Plastics: The role of biosurfactant-producing bacteria in environmental remediation. Journal of Advances in Microbiology Research, 6(1), 120-127.

Chen, Z., Tang, J., Peng, S., Chen, Q., Bai, J., & Gu, W. (2026). Screening, identification, and degradation mechanism of polyester fiber-degrading bacteria. Microorganisms, 14(1), 207.

Chow, J., Perez-Garcia, P., Dierkes, R., & Streit, W. R. (2023). Microbial enzymes will offer limited solutions to the global plastic pollution crisis. Microbial Biotechnology, 16(2), 195-217.

Contreras, F., Pramanik, S., M. Rozhkova, A., N. Zorov, I., Korotkova, O., P. Sinitsyn, A., ... & D. Davari, M. (2020). Engineering robust cellulases for tailored lignocellulosic degradation cocktails. International journal of molecular sciences, 21(5), 1589.

De Jesus, R., & Alkendi, R. (2023). A minireview on the bioremediative potential of microbial enzymes as solution to emerging microplastic pollution. Frontiers in microbiology, 13, 1066133.

Dey, S., Veerendra, G. T. N., Babu, P. A., Manoj, A. P., & Nagarjuna, K. (2024). Degradation of plastics waste and its effects on biological ecosystems: A scientific analysis and comprehensive review. Biomedical Materials & Devices, 2(1), 70-112.

Di Giulio, T., De Benedetto, G. E., Ditaranto, N., Malitesta, C., & Mazzotta, E. (2024). Insights into plastic degradation processes in marine environment by X-ray photoelectron spectroscopy study. International Journal of Molecular Sciences, 25(10), 5060.

Dumont, G., Rodrigues, A., Velimirovic, M., Lievens, S., Jordens, J., Focant, J. F., & Stefanuto, P. H. (2025). Microplastic and Nanoplastic Analysis: From Pyrolysis Gas Chromatography-Mass Spectrometry to Pyrolysis Two-dimensional Gas Chromatography-Mass Spectrometry—A Critical Review. Journal of Separation Science, 48(10), e70287.

Espinosa-Ortiz, E. J., Rene, E. R., & Gerlach, R. (2022). Potential use of fungal-bacterial co-cultures for the removal of organic pollutants. Critical reviews in biotechnology, 42(3), 361-383.

Felgel-Farnholz, A., Schweighuber, A., Klampfl, C. W., & Fischer, J. (2023). Comparative study on the degradation of HDPE, LLDPE and LDPE during multiple extrusions. Polymer Degradation and Stability, 216, 110486.

Fernandes, I. P., Barbosa, M., Amaral, J. S., Pinto, V., Rodrigues, J. L., Ferreira, M. J., & Barreiro, M. F. (2016). Biobased additives as biodegradability enhancers with application in TPU-based footwear components. Journal of Renewable Materials, 4(1), 47-56.

Frey-Klett, P., Burlinson, P., Deveau, A., Barret, M., Tarkka, M., & Sarniguet, A. (2011). Bacterial-fungal interactions: hyphens between agricultural, clinical, environmental, and food microbiologists. Microbiology and molecular biology reviews, 75(4), 583-609.

Furuno, S., Päzolt, K., Rabe, C., Neu, T. R., Harms, H., & Wick, L. Y. (2010). Fungal mycelia allow chemotactic dispersal of polycyclic aromatic hydrocarbon-degrading bacteria in water-unsaturated systems. Environmental Microbiology, 12(6), 1391-1398.

Gajendiran, A., Krishnamoorthy, S., & Abraham, J. (2016). Microbial degradation of low-density polyethylene (LDPE) by Aspergillus clavatus strain JASK1 isolated from landfill soil. 3 Biotech, 6(1), 52.

Gao, W., Xu, M., Zhao, W., Yang, X., Xin, F., Dong, W., ... & Wu, X. (2024). Microbial degradation of (micro) plastics: mechanisms, enhancements, and future directions. Fermentation, 10(9), 441.

Geyer, R., Jambeck, J. R., & Law, K. L. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. Science advances, 3(7), e1700782.

Giyahchi, M., & Moghimi, H. (2025). Sustainable solution for microplastic removal: Sequential biodegradation and detoxification of polyethylene terephthalate microplastics by two natural microbial consortia. Ecotoxicology and Environmental Safety, 302, 118738.

Goedecke, C., Dittmann, D., Eisentraut, P., Wiesner, Y., Schartel, B., Klack, P., & Braun, U. (2020). Evaluation of thermoanalytical methods equipped with evolved gas analysis for the detection of microplastic in environmental samples. Journal of Analytical and Applied Pyrolysis, 152, 104961.

Guo, S., Feng, D., Li, Y., Liu, L., & Tang, J. (2024). Innovations in chemical degradation technologies for the removal of micro/nano-plastics in water: A comprehensive review. Ecotoxicology and Environmental Safety, 271, 115979.

Jagmann, N., & Philipp, B. (2014). Design of synthetic microbial communities for biotechnological production processes. Journal of biotechnology, 184, 209-218.

Jia, H., Zhang, M., Weng, Y., & Li, C. (2021). Degradation of polylactic acid/polybutylene adipate-co-terephthalate by coculture of Pseudomonas mendocina and Actinomucor elegans. Journal of hazardous materials, 403, 123679.

Kassouf, A., Maalouly, J., Chebib, H., Rutledge, D. N., & Ducruet, V. (2013). Chemometric tools to highlight non-intentionally added substances (NIAS) in polyethylene terephthalate (PET). Talanta, 115, 928-937.

Khan, S., Ali, S. A., & Ali, A. S. (2023). Biodegradation of low density polyethylene (LDPE) by mesophilic fungus 'Penicillium citrinum'isolated from soils of plastic waste dump yard, Bhopal, India. Environmental Technology, 44(15), 2300-2314.

Khruengsai, S., Sripahco, T., & Pripdeevech, P. (2022). Microbial degradation of low-density polyethylene by Neopestalotiopsis phangngaensis. The Journal of General and Applied Microbiology, 68(6), 287-294.

Kim, H. R., Koh, H. Y., Shin, H., Suh, D. E., Lee, S., & Choi, D. (2024). Enhancing the oxidation of polystyrene through a homogeneous liquid degradation system for effective microbial degradation. Frontiers in Microbiology, 15, 1509603.

Kohlmeier, S., Smits, T. H., Ford, R. M., Keel, C., Harms, H., & Wick, L. Y. (2005). Taking the fungal highway: mobilization of pollutant-degrading bacteria by fungi. Environmental science & technology, 39(12), 4640-4646.

Lin, Z., Jin, T., Zou, T., Xu, L., Xi, B., Xu, D., ... & Fei, J. (2022). Current progress on plastic/microplastic degradation: Fact influences and mechanism. Environmental Pollution, 304, 119159.

Liu, S., Chen, Q., Ding, H., Song, Y., Pan, Q., Deng, H., & Zeng, E. Y. (2024). Differences of microplastics and nanoplastics in urban waters: Environmental behaviors, hazards, and removal. Water Research, 260, 121895.

Martín-Pozo, L., Martín-Bueno, J., Moscoso-Ruiz, I., & Zafra-Gómez, A. (2022). Methods of bisphenol A detection by gas chromatography and mass spectrometry (GC-Ms) in human breast milk and foodstuff. In Emerging contaminants in the environment (pp. 465-493). Elsevier.

Mekasha, S., Toupalová, H., Linggadjaja, E., Tolani, H. A., Anděra, L., Arntzen, M. Ø., ... & Agger, J. W. (2016). A novel analytical method for d-glucosamine quantification and its application in the analysis of chitosan degradation by a minimal enzyme cocktail. Carbohydrate research, 433, 18-24.

Mohanan, N., Wong, M. C. H., Budisa, N., & Levin, D. B. (2023). Polymer-degrading enzymes of Pseudomonas chloroaphis PA23 display broad substrate preferences. International Journal of Molecular Sciences, 24(5), 4501.

Moya-Muriana, J. Á., Navas-Martos, F. J., Jurado-Contreras, S., Bachino-Fagalde, E., & La Rubia, M. D. (2025). Effect of olive stone biomass ash filler in polylactic acid biocomposites on accelerated weathering tests. Polymers, 18(1), 30.

Ng, H. M., Saidi, N. M., Omar, F. S., Ramesh, K., Ramesh, S., & Bashir, S. (2018). Thermogravimetric analysis of polymers. Encycl Polym Sci Technol.

Nomadolo, N., Dada, O. E., Swanepoel, A., Mokhena, T., & Muniyasamy, S. (2022). A Comparative Study on the Aerobic Biodegradation of the Biopolymer Blends of Poly (butylene succinate), Poly (butylene adipate terephthalate) and Poly (lactic acid). Polymers, 14(9), 1894.

OECD (2022), Küresel Plastik Görünümü: 2060'a Kadar Politika Senaryoları , OECD Yayınları, Paris, https://doi.org/10.1787/aa1edf33-en .

Ojha, P. C., Satpathy, S. S., Ojha, R., Dash, J., & Pradhan, D. (2025). A brief concept on the physical remediation of microplastics and nanoplastics from water environment. Environmental Technology Reviews, 14(1), 933-950.

Osman, A. I., Hosny, M., Eltaweil, A. S., Omar, S., Elgarahy, A. M., Farghali, M., ... & Akinyede, K. A. (2023). Microplastic sources, formation, toxicity and remediation: a review. Environmental chemistry letters, 21(4), 2129-2169.

Peñalver, R., de la Fuente, A. M., Arroyo-Manzanares, N., Campillo, N., Viñas, P., Ros, M., & Pascual, J. A. (2024). Analytical strategy to assess the microbial degradation of poly (butylene-adipate-co-terephthalate)/poly (lactic acid) films. Chemosphere, 359, 142311.

Pion, M., Bshary, R., Bindschedler, S., Filippidou, S., Wick, L. Y., Job, D., & Junier, P. (2013). Gains of bacterial flagellar motility in a fungal world. Applied and environmental microbiology, 79(22), 6862-6867.

Prezgot, D., Chen, M., Leng, Y., Gaburici, L., & Zou, S. (2025). Automated machine-learning-driven analysis of microplastics by TGA-FTIR for enhanced identification and quantification. Analytical Chemistry, 97(16), 8833.

Przygoda-Kuś, P., Kosiorowska, K. E., Urbanek, A. K., & Mirończuk, A. M. (2025). Current approaches to microplastics detection and plastic biodegradation. Molecules, 30(11), 2462.

Raheja, Y., Sharma, P., Gaur, P., Gaur, V. K., & Srivastava, J. K. (2025). Advancing bioremediation: biosurfactants as catalysts for sustainable remediation. Biodegradation, 36(3), 33.

Rong, Z., Ding, Z. H., Wu, Y. H., & Xu, X. W. (2024). Degradation of low-density polyethylene by the bacterium Rhodococcus sp. C-2 isolated from seawater. Science of The Total Environment, 907, 167993.

Safdar, A., Ismail, F., Iftikhar, H., Majid Khokhar, A., Javed, A., Imran, M., & Safdar, B. (2024). Determination of biodegradation potential of Aspergillus niger, Candida albicans, and Acremonium sclerotigenum on polyethylene, polyethylene terephthalate, and polystyrene microplastics. International Journal of Microbiology, 2024(1), 7682762.

Sandt, C., Waeytens, J., Deniset-Besseau, A., Nielsen-Leroux, C., & Réjasse, A. (2021). Use and misuse of FTIR spectroscopy for studying the bio-oxidation of plastics. Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy, 258, 119841.

Schmidt, J., Haave, M., & Wang, W. (2025). Overcoming the challenge of quantifying aged microplastic by qNMR spectroscopy. Environmental Science: Processes & Impacts, 27(9), 2821-2834.

Sherry, A., Dell'Agnese, B. M., & Scott, J. (2023). Biohybrids: Textile fibres provide scaffolds and highways for microbial translocation. Frontiers in Bioengineering and Biotechnology, 11, 1188965.

Sonke, J. E., Koenig, A. M., Yakovenko, N., Hagelskjær, O., Margenat, H., Hansson, S. V., ... & Thomas, J. L. (2022). A mass budget and box model of global plastics cycling, degradation and dispersal in the land-ocean-atmosphere system. Microplastics and Nanoplastics, 2(1), 28.

Taghavi, N., Zhuang, W. Q., & Baroutian, S. (2022). Effect of rhamnolipid biosurfactant on biodegradation of untreated and UV-pretreated non-degradable thermoplastics: Part 2. Journal of Environmental Chemical Engineering, 10(1), 107033.

Tao, X., Ouyang, H., Zhou, A., Wang, D., Matlock, H., Morgan, J. S., ... & Zhou, J. (2023). Polyethylene degradation by a Rhodococcous strain isolated from naturally weathered plastic waste enrichment. Environmental Science & Technology, 57(37), 13901.

Vimala, P. P., & Mathew, L. (2016). Biodegradation of polyethylene using Bacillus subtilis. Procedia Technology, 24, 232-239.

Vogt, B. D., Stokes, K. K., & Kumar, S. K. (2021). Why is recycling of postconsumer plastics so challenging?. ACS Applied Polymer Materials, 3(9), 4325-4346.

Wang, C., Tang, J., Yu, H., Wang, Y., Li, H., Xu, S., ... & Zhou, Q. (2022). Microplastic pollution in the soil environment: characteristics, influencing factors, and risks. Sustainability, 14(20), 13405.

White, E. M., Horn, J., Wang, S., Crawford, B., Ritchie, B. W., Carraway, D., & Locklin, J. (2021). Comparative study of the biological degradation of poly (3-hydroxybutyrate-co-3-hydroxyhexanoate) microbeads in municipal wastewater in environmental and controlled laboratory conditions. Environmental science & technology, 55(17), 11646-11656.

Wilkes, R. A., & Aristilde, L. (2017). Degradation and metabolism of synthetic plastics and associated products by Pseudomonas sp.: capabilities and challenges. Journal of applied microbiology, 123(3), 582-593.

Xu, Z., & Bai, X. (2022). Microplastic degradation in sewage sludge by hydrothermal carbonization: efficiency and mechanisms. Chemosphere, 297, 134203.

Yesankar, P. J., Pal, M., Patil, A., & Qureshi, A. (2023). Microbial exopolymeric substances and biosurfactants as 'bioavailability enhancers' for polycyclic aromatic hydrocarbons biodegradation. International Journal of Environmental Science and Technology, 20(5), 5823-5844.

Yoshinaga, N., Tateishi, A., Kobayashi, Y., Kubo, T., Miyakawa, H., Satoh, K., & Numata, K. (2023). Effect of oligomers derived from biodegradable polyesters on eco-and neurotoxicity. Biomacromolecules, 24(6), 2721.

Żarska, M. J., Jasiak, M. D., Mierzejewski, P., Tomczyk, K., Małecki, J., Gudz, R., ... & Dybka, J. A. (2026). Plastic-Degrading Microorganisms: Biodegradation Pathways and Habitat Origins. Molecules, 31(10), 1638.

Zhang, Y., Kastman, E. K., Guasto, J. S., & Wolfe, B. E. (2018). Fungal networks shape dynamics of bacterial dispersal and community assembly in cheese rind microbiomes. Nature communications, 9(1), 336.

Zhang, Y., Pedersen, J. N., Eser, B. E., & Guo, Z. (2022). Biodegradation of polyethylene and polystyrene: From microbial deterioration to enzyme discovery. Biotechnology Advances, 60, 107991.

Zhou, Y., Kumar, M., Sarsaiya, S., Sirohi, R., Awasthi, S. K., Sindhu, R., ... & Awasthi, M. K. (2022). Challenges and opportunities in bioremediation of micro-nano plastics: a review. Science of the Total Environment, 802, 149823.

Zhu, J., Dong, G., Feng, F., Ye, J., Liao, C. H., Wu, C. H., & Chen, S. C. (2023). Microplastics in the soil environment: Focusing on the sources, its transformation and change in morphology. Science of the Total Environment, 896, 165291.

NAR (*PUNİCA GRANATUM* L.) ÇEKİRDEĞİ YAĞININ TOPLAM FENOLİK VE FLAVONOİD İÇERİĞİ İLE DPPH RADİKAL SÜPÜRME AKTİVİTESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Öğretim Görevlisi Doktor, Recep BOZKURT 1

1 Yüksek İhtisas Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Ankara, Tıbbi Laboratuvar Teknikleri Programı, dr.recepbozkurt06@gmail.com, ORCID: 0000-0001-9027-3114

Özet

Amaç: Nar (*Punica granatum* L.) çekirdeği, yüksek yağ içeriğinin yanı sıra fenolik bileşikler ve flavonoidler gibi biyoaktif bileşenler bakımından zengin bir bitkisel kaynak olarak değerlendirilmektedir. Bu çalışmada, soğuk sıkım yöntemiyle elde edilen nar çekirdeği yağının toplam fenolik ve flavonoid madde içeriği ile antioksidan kapasitesinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot: Çalışmada Goya Botanicals firmasından temin edilen soğuk sıkım nar çekirdeği yağı kullanıldı. Üç farklı örnek üzerinde analizler duplikat olarak gerçekleştirildi. Toplam fenolik madde içeriği Folin-Ciocalteu yöntemi kullanılarak ve galik asit standart eğrisi üzerinden 760 nm'de; toplam flavonoid madde içeriği rutin standartı kullanılarak 510 nm'de belirlendi. Antioksidan aktivite DPPH serbest radikal süpürme yöntemi ile 515 nm'de değerlendirildi.

Bulgular: Nar çekirdeği yağının toplam fenolik madde içeriği 0,33 ± 0,04 mg/g GAE (Gallic Acid Equivalent) yağ olarak belirlendi. Toplam flavonoid madde içeriği 0,62 ± 0,11 mg/g RE (Rutin Equivalent) olarak bulundu. DPPH radikal süpürme aktivitesi ise 5,90 ± 0,24 µg/g GAE olarak saptandı.

Sonuç: Elde edilen bulgular, nar çekirdeği yağının toplam fenolik ve flavonoid madde içerdiğini ve DPPH yöntemine göre radikal süpürme aktivitesi gösterdiğini ortaya koymaktadır. Elde edilen sonuçlar, nar çekirdeği yağının fenolik ve flavonoid bileşikler içerdiğini ve antioksidan özellik gösterebildiğini bildiren önceki çalışmalarla genel olarak uyumludur. Bu bulgular, nar çekirdeği yağının biyoaktif bileşikler açısından değerlendirilebilecek doğal bir yağ kaynağı olabileceğini düşündürmektedir.

Anahtar Kelimeler: Antioksidan aktivite; DPPH; Nar çekirdeği yağı; Toplam flavonoid madde; Toplam fenolik madde.

VALUATION OF THE TOTAL PHENOLIC AND FLAVONOID CONTENTS AND DPPH RADICAL SCAVENGING ACTIVITY OF POMEGRANATE (*PUNICA GRANATUM* L.) SEED OIL

Lecturer Dr., Recep BOZKURT 1

1 Yüksek İhtisas University, Vocational School of Health Services Ankara, Medical Laboratory Techniques Program, dr.recepbozkurt06@gmail.com, ORCID: 0000-0001-9027-3114

Abstract

Aim: Pomegranate (Punica granatum L.) seeds are considered a valuable plant source due to their high oil content as well as their richness in bioactive compounds such as phenolic compounds and flavonoids. This study aimed to determine the total phenolic and flavonoid contents and antioxidant capacity of pomegranate seed oil obtained by cold-pressing.

Materials and Methods: Cold-pressed pomegranate seed oil obtained from Goya Botanicals was used in the study. Analyses were performed in duplicate on three different samples. The total phenolic content was determined using the Folin–Ciocalteu method at 760 nm based on a gallic acid standard curve, while the total flavonoid content was determined at 510 nm using rutin as the standard. Antioxidant activity was evaluated using the DPPH free radical scavenging assay at 515 nm.

Results: The total phenolic content of pomegranate seed oil was determined as 0.33 ± 0.04 mg/g GAE (Gallic Acid Equivalent). The total flavonoid content was found to be 0.62 ± 0.11 mg/g RE (Rutin Equivalent). DPPH radical scavenging activity was determined as 5.90 ± 0.24 µg /g GAE.

Conclusion: The findings demonstrate that pomegranate seed oil contains total phenolic and flavonoid compounds and exhibits radical scavenging activity according to the DPPH assay. The results are generally consistent with previous studies reporting the presence of phenolic and flavonoid compounds and antioxidant properties in pomegranate seed oil. These findings suggest that pomegranate seed oil may be considered a natural oil source with potential as a source of bioactive compounds.

Keywords: Antioxidant activity; DPPH; Pomegranate seed oil; Total flavonoid content; Total phenolic content.

BIODIVERSITY CONSERVATION, ECOSYSTEM RESTORATION, AND ECOLOGICAL CONNECTIVITY IN FRAGMENTED LANDSCAPES

PhD Balakhanova Gumru Vasif

https://orcid.org/0000-0002-1709-1442

Azerbaijan State Pedagogical University, Baku, Azerbaijan

Abstract

Habitat fragmentation is one of the major drivers of biodiversity loss and ecological degradation in contemporary landscapes. The division of continuous natural habitats into smaller and isolated patches alters habitat structure, increases edge effects, reduces ecological connectivity, and disrupts population dynamics and ecosystem processes. This study examines the ecological consequences of habitat fragmentation and evaluates approaches for biodiversity management and ecosystem restoration in fragmented landscapes. An integrated methodological framework combining field biodiversity assessment, soil ecological analysis, remote sensing, geographic information systems (GIS), landscape metrics, biodiversity indices, habitat-quality assessment, and ecological connectivity analysis was applied. The results indicate that increasing fragmentation is generally associated with reductions in species richness, diversity, functional complexity, and habitat quality, while generalist and disturbance-tolerant species become increasingly dominant. Small and isolated habitat patches were particularly vulnerable to edge effects, anthropogenic disturbance, ecological isolation, and reduced opportunities for recolonization and gene flow. The analysis further demonstrated that structural proximity between habitat patches does not necessarily ensure functional connectivity, particularly where roads, urbanized areas, intensive agriculture, and other anthropogenic barriers occur. Ecological corridors, riparian habitats, stepping-stone patches, buffer zones, and strategically selected restoration areas can substantially improve landscape connectivity and facilitate species movement. The study emphasizes that effective restoration should address both aboveground and belowground biodiversity, including vegetation communities, soil microorganisms, fungi, and other functional groups involved in ecosystem processes. Preventing further habitat loss, protecting high-quality remnants, restoring degraded patches, and reconnecting isolated habitats should therefore constitute complementary components of an integrated conservation strategy. The findings support a landscape-scale and adaptive management approach in which biodiversity conservation, ecological restoration, climate adaptation, sustainable land-use planning, and continuous ecological monitoring are implemented simultaneously. Such an approach can strengthen ecosystem resilience, maintain ecological functions, reduce biodiversity loss, and improve the long-term sustainability of fragmented ecosystems.

Keywords: biodiversity conservation, ecological restoration, ecological connectivity, landscape ecology, habitat quality, ecosystem resilience, ecological corridors, functional diversity, remote sensing, sustainable ecosystem management.

Introduction

Habitat fragmentation is widely recognized as one of the most significant forms of anthropogenic landscape transformation affecting biodiversity, ecosystem functioning, and ecological resilience worldwide. It occurs when formerly continuous natural habitats are subdivided into smaller and increasingly isolated patches as a consequence of urban expansion, agricultural intensification, infrastructure development, mining, industrial activities, deforestation, and other forms of land-use change. Fragmentation is not simply a reduction in the total area of natural habitat; it represents a complex restructuring of landscape configuration in which habitat loss, increased isolation, greater edge-to-interior ratios, and changes in connectivity interact to alter ecological processes across multiple spatial and temporal scales. Consequently, fragmented ecosystems often experience substantial changes in species composition, population dynamics, genetic diversity, trophic interactions, ecological succession, and ecosystem functioning.

The ecological consequences of fragmentation are particularly pronounced in landscapes where natural ecosystems are surrounded by intensive human land use. Conversion of forests, grasslands, wetlands, riparian habitats, and semi-natural areas into agricultural fields, roads, settlements, industrial zones, and other artificial surfaces creates a heterogeneous mosaic of habitat patches with different levels of ecological quality and permeability. The resulting landscape can restrict the movement of organisms, interrupt dispersal pathways, reduce access to food and reproductive resources, and increase the probability of local population extinction. Small and isolated populations are especially vulnerable because they generally have reduced demographic stability, lower genetic variability, and limited capacity to recover following environmental disturbances. These processes can ultimately generate an extinction debt, whereby species persist temporarily within fragmented habitats despite environmental conditions that are insufficient to maintain viable populations over the long term[1].

Fragmentation also modifies the ecological characteristics of habitat patches through the intensification of edge effects. The creation of artificial boundaries between natural and anthropogenic environments can alter microclimatic conditions, including temperature, humidity, solar radiation, wind exposure, and soil moisture. Such changes can affect vegetation structure, soil microbial communities, decomposition processes, nutrient cycling, and the distribution of sensitive species. In forest ecosystems, for example, increased edge exposure can influence tree mortality, regeneration, litter decomposition, and the abundance of invasive or disturbance-tolerant organisms. In grassland and wetland systems, fragmentation may similarly alter hydrological regimes, fire dynamics, nutrient availability, and species interactions. Therefore, the ecological significance of fragmentation extends beyond the spatial reduction of habitat and involves profound changes in the quality and functioning of remaining ecosystems.

Biodiversity loss in fragmented landscapes is multidimensional. It includes reductions in species richness and abundance, changes in community composition, loss of functional diversity, disruption of trophic networks, and erosion of genetic variability. Particularly vulnerable are species with large home ranges, specialized habitat requirements, limited dispersal capacity, low reproductive rates, or strong dependence on specific ecological interactions. Fragmentation may also disproportionately affect mutualistic relationships such as pollination and seed dispersal, as well as predator–prey and host–parasite interactions. The disappearance or decline of key functional groups can produce cascading effects throughout ecological networks, reducing ecosystem stability and weakening the capacity of ecosystems to provide essential services.

The problem is further intensified by climate change. Fragmented habitats often have limited capacity to accommodate species range shifts and climate-driven redistribution because suitable habitats may be separated by unsuitable or highly modified matrix environments. Increasing temperatures, altered precipitation regimes, extreme climatic events, droughts, wildfires, and changing disturbance patterns can therefore interact

synergistically with habitat fragmentation. Species that might otherwise migrate toward climatically suitable areas may be unable to do so because of landscape barriers. Maintaining and restoring ecological connectivity is consequently becoming an increasingly important component of biodiversity conservation under global environmental change.

Effective biodiversity management in fragmented ecosystems requires a transition from conventional species-centered conservation toward integrated landscape-scale approaches. Traditional conservation strategies that focus primarily on individual protected areas may be insufficient when populations and ecological processes extend beyond the boundaries of isolated reserves. Contemporary approaches emphasize the conservation of habitat networks, ecological corridors, stepping-stone habitats, buffer zones, and multifunctional landscape elements capable of maintaining ecological flows among habitat patches. Landscape connectivity should be considered not only in structural terms, referring to the physical arrangement of habitat patches, but also in functional terms, reflecting the ability of particular species and ecological processes to move through the landscape.

Ecological restoration represents a complementary and increasingly important strategy for reversing the effects of fragmentation. Restoration is not limited to re-establishing vegetation cover; rather, it involves the recovery of ecological structure, species composition, ecological interactions, and ecosystem processes. Restoration interventions may include reforestation and afforestation with native species, rehabilitation of degraded grasslands and wetlands, restoration of riparian vegetation, removal of invasive species, improvement of soil conditions, re-establishment of natural hydrological regimes, and creation of habitat corridors between isolated patches. Where complete restoration of historical ecosystems is impossible, the development of functionally appropriate semi-natural habitats can nevertheless increase landscape permeability and improve conditions for biodiversity.

The selection and spatial arrangement of restoration sites are critical determinants of conservation success. Restoring isolated patches without considering their position within the broader landscape may produce limited ecological benefits. In contrast, strategically restoring areas between existing habitat fragments can substantially improve connectivity and facilitate dispersal, gene flow, recolonization, and species range expansion. Similarly, increasing the size of existing habitat patches and reducing the distance between them can decrease isolation effects. Landscape planning should therefore prioritize restoration based on habitat quality, connectivity, ecological importance, vulnerability, and the requirements of target species and functional groups.

Modern biodiversity management increasingly incorporates quantitative indicators and spatially explicit analytical approaches to evaluate fragmentation and restoration outcomes. Geographic Information Systems (GIS), remote sensing, satellite imagery, landscape metrics, species distribution models, ecological network analysis, and spatially explicit population models provide valuable tools for identifying fragmentation hotspots and prioritizing restoration interventions. Metrics such as patch size, patch density, edge density, landscape diversity, nearest-neighbor distance, connectivity indices, and core-area proportion can be used to characterize landscape structure. When combined with biodiversity surveys, genetic information, and functional ecological indicators, these approaches provide a more comprehensive assessment of the ecological consequences of fragmentation.

The integration of biological, ecological, and socioeconomic dimensions is also essential. Fragmented landscapes are frequently inhabited or used by local communities for agriculture, forestry, grazing, recreation, and other economic activities. Conservation measures that disregard local socioeconomic conditions may generate conflicts and reduce long-term management effectiveness. Participatory conservation, ecological restoration incentives, sustainable land-use planning, agroecological practices, and nature-based solutions can help reconcile biodiversity conservation with human development. In agricultural landscapes, for example, hedgerows, field

margins, agroforestry systems, riparian buffers, and small natural habitat patches can function as important refugia and movement pathways while maintaining productive land use.

Urban and peri-urban ecosystems require particular attention because rapid urbanization generates highly fragmented ecological landscapes. Urban green spaces, parks, riparian corridors, roadside vegetation, vacant lands, and restored wetlands can serve as ecological stepping stones and contribute to maintaining biodiversity within cities. Their ecological value depends not only on area but also on vegetation complexity, habitat heterogeneity, connectivity, management intensity, and proximity to other natural habitats. Consequently, urban biodiversity planning should integrate ecological corridors and green infrastructure into broader spatial-development strategies.

An additional consideration is the restoration of belowground biodiversity and ecological processes. Soil microorganisms, fungi, invertebrates, and plant–microbe interactions play fundamental roles in nutrient cycling, decomposition, soil formation, plant establishment, and ecosystem recovery. Fragmentation and land-use change can alter soil microbial communities and reduce ecological functions that are essential for vegetation regeneration. Incorporating soil biodiversity into restoration programs can therefore improve restoration trajectories and increase ecosystem resilience. In this context, fungal communities and mycorrhizal associations may be particularly important because they contribute to nutrient acquisition, plant establishment, and interspecific interactions within recovering ecosystems.

Successful restoration should also be understood as a long-term adaptive process rather than a one-time intervention. Ecosystem responses may differ according to environmental conditions, disturbance history, landscape context, restoration techniques, and the biological characteristics of target species. Continuous monitoring is therefore necessary to determine whether restoration objectives are being achieved. Monitoring programs should incorporate indicators of species richness, abundance, community composition, functional diversity, habitat quality, connectivity, ecosystem processes, and resilience. Where outcomes differ from expectations, management practices should be adjusted through an adaptive management framework[2].

The concept of ecological resilience is particularly relevant to fragmented ecosystems. Resilience refers to the capacity of an ecosystem or ecological community to absorb disturbances, maintain essential functions, and recover following environmental change. Fragmentation can reduce resilience by decreasing redundancy, simplifying ecological networks, limiting recolonization, and increasing exposure to external disturbances. Conversely, maintaining diverse and interconnected habitat networks can strengthen ecological resilience by facilitating dispersal, supporting viable populations, preserving genetic exchange, and maintaining functional complementarity among species and ecosystems.

Against this background, biodiversity management and restoration in fragmented ecosystems should be approached as an integrated landscape-level process combining habitat protection, ecological connectivity, restoration ecology, biodiversity monitoring, climate adaptation, sustainable land use, and participatory governance. The objective should not merely be to prevent further species loss but to re-establish ecological processes and functional relationships that enable fragmented landscapes to remain biologically productive and resilient. Such an approach is particularly important in rapidly transforming regions where urbanization, agricultural expansion, industrial development, and infrastructure growth are occurring simultaneously.

Therefore, the development of scientifically grounded strategies for managing and restoring fragmented ecosystems represents a major priority for contemporary environmental management. Understanding the relationships among fragmentation intensity, habitat configuration, biodiversity patterns, ecological connectivity, and ecosystem functioning provides the foundation for identifying effective conservation and restoration interventions. An integrated framework that combines landscape ecology, conservation biology, restoration ecology, spatial analysis, ecological monitoring, and sustainable land-use planning can contribute substantially to

reversing biodiversity decline and strengthening ecosystem resilience under increasing anthropogenic and climatic pressures.

Materials and Methods

The study was conducted using an integrated ecological approach aimed at assessing biodiversity patterns, habitat fragmentation, ecological connectivity, and restoration potential in fragmented ecosystems. The methodological framework combined field-based biodiversity surveys, ecological indicators, soil analyses, remote sensing, geographic information system (GIS) techniques, and statistical approaches. The study design was developed to identify relationships between the intensity of habitat fragmentation and changes in species diversity, community structure, habitat quality, and ecosystem functioning.

Study areas were selected to represent different degrees of habitat fragmentation and anthropogenic transformation. Natural or relatively undisturbed ecosystems were considered reference areas, whereas moderately and highly fragmented landscapes were selected according to the extent of habitat loss, patch isolation, edge effects, infrastructure development, agricultural activity, urbanization, and other forms of human pressure. Sampling sites were geographically recorded using GPS, and the spatial position of each sampling unit was incorporated into the GIS database.

Biodiversity assessment was carried out through systematic field observations and sampling within representative habitat patches. Vegetation surveys were performed in standardized plots, where plant species composition, abundance, frequency, percentage cover, and vegetation structure were recorded. Where appropriate, additional observations of birds, terrestrial invertebrates, and other ecological indicator groups were conducted to provide a broader representation of biodiversity. Species were identified using appropriate taxonomic keys and reference materials. Particular attention was given to native, rare, specialist, invasive, and disturbance-tolerant species because these groups can provide important information about the ecological condition of fragmented habitats.

Soil samples were collected from selected habitat patches to evaluate belowground ecological characteristics. Samples were taken from the upper soil layer using standardized sampling procedures and transported to the laboratory for analysis. Soil pH, moisture, organic matter, electrical conductivity, and selected nutrient parameters were determined. Microbiological analyses were also conducted to characterize soil biological communities. Particular attention was given to fungal communities because fungi are closely associated with decomposition, nutrient cycling, soil development, plant establishment, and ecosystem recovery. Cultivation-based methods on appropriate nutrient media were used for fungal isolation, followed by morphological identification of the obtained isolates.

The spatial structure of fragmented ecosystems was evaluated using satellite imagery, aerial data, GIS databases, and field observations. Land-cover classes were identified and classified into natural habitats, agricultural areas, urbanized zones, industrial areas, transportation infrastructure, water bodies, and other landscape categories. Habitat patches were delineated according to their ecological characteristics and spatial distribution. Multitemporal satellite data were used, where available, to determine changes in habitat area, vegetation cover, and landscape configuration over time.

A series of landscape ecological metrics was calculated to quantify fragmentation. These included total habitat area, number of habitat patches, mean patch size, patch density, edge density, perimeter-to-area ratio, core habitat area, nearest-neighbor distance, and connectivity-related indices. These indicators were used to distinguish relatively continuous ecosystems from moderately and highly fragmented landscapes. Particular attention was paid to habitat isolation and the proportion of edge habitat because these characteristics can strongly influence species persistence and ecological processes.

Remote-sensing techniques were applied to assess vegetation condition and landscape transformation. Vegetation indices such as the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) were calculated to characterize vegetation density and spatial variation in vegetation condition. Changes in vegetation cover were compared among different landscape units, while areas showing persistent degradation or loss of vegetation were identified as potential targets for ecological restoration.

Species diversity was evaluated using several ecological indices. The Shannon–Wiener diversity index was calculated to characterize species richness and evenness, while Simpson's index was used to assess dominance and diversity patterns. Species richness was determined as the total number of species recorded within each sampling unit. Community similarity among habitat fragments was evaluated using appropriate similarity coefficients, including Jaccard and Sørensen indices. These calculations allowed differences in species composition between fragmented and reference ecosystems to be identified.

In addition to taxonomic diversity, functional characteristics of biological communities were considered. Species were classified according to ecological traits such as habitat specialization, dispersal capacity, trophic position, reproductive strategy, growth form, and tolerance to environmental disturbance. This approach allowed the study to determine whether fragmentation resulted only in species loss or also in changes in the functional structure of biological communities. Where sufficient ecological trait data were available, functional richness, functional evenness, and functional divergence were considered.

Ecological connectivity was evaluated by analysing the spatial relationships between habitat patches. Habitat fragments were considered as components of a broader ecological network, while semi-natural vegetation, riparian zones, forest strips, grassland corridors, and other suitable landscape elements were evaluated for their potential role as movement pathways. GIS-based least-cost path analysis was applied where appropriate to identify potential routes connecting isolated habitat patches. Landscape resistance was estimated according to land-cover type, degree of anthropogenic disturbance, road infrastructure, built-up areas, and other potential barriers to species movement.

Anthropogenic pressure was assessed using both field observations and spatial indicators. The main variables included urban development, road density, agricultural intensity, industrial land use, vegetation removal, soil disturbance, recreational pressure, waste accumulation, and other visible forms of environmental degradation. These variables were standardized and incorporated into an integrated anthropogenic pressure assessment. Sampling sites were subsequently classified according to their relative level of anthropogenic influence.

Habitat quality was evaluated using a combination of biological, environmental, and landscape characteristics. Species richness, abundance of native species, vegetation structure, invasive species occurrence, soil condition, habitat size, degree of disturbance, edge effects, and connectivity were considered as principal indicators. Reference ecosystems with relatively low anthropogenic influence were used to establish baseline ecological conditions. Differences between reference and fragmented habitats were then evaluated to determine the principal ecological characteristics associated with biodiversity reduction.

Restoration potential was assessed through an integrated analysis of biodiversity value, habitat degradation, connectivity, ecological importance, and feasibility of restoration. Areas with high conservation value and strong potential to reconnect isolated habitat patches were identified as priority restoration zones. Potential restoration measures included re-establishment of native vegetation, rehabilitation of degraded soils, removal or control of invasive species, restoration of riparian habitats, establishment of ecological corridors, creation of buffer zones, and development of stepping-stone habitats between isolated fragments.

Statistical analyses were conducted to identify relationships between habitat fragmentation, environmental conditions, anthropogenic pressure, and biodiversity indicators. Descriptive statistics were initially used to summarize species richness, abundance, diversity indices, habitat characteristics, and landscape metrics.

Differences among habitats with different fragmentation levels were evaluated using appropriate statistical tests according to data distribution and sampling design. Correlation and regression analyses were used to determine relationships between fragmentation indicators and biodiversity parameters. Multivariate analyses, including principal component analysis and cluster analysis, were applied where appropriate to identify major environmental gradients and distinguish ecological groups of sampling sites. Statistical significance was accepted at ($p<0.05$).

Finally, an integrated restoration-prioritization framework was developed by combining biodiversity value, habitat quality, fragmentation intensity, ecological connectivity, anthropogenic pressure, vulnerability, and restoration feasibility. Each criterion was standardized and incorporated into a composite assessment. Areas with high biodiversity value, pronounced fragmentation, ecological isolation, and substantial potential for improving connectivity were assigned higher restoration priority. This integrated methodological approach provided a comprehensive basis for evaluating the ecological consequences of habitat fragmentation and developing scientifically supported strategies for biodiversity conservation, ecological restoration, and long-term ecosystem management.

Results and Discussion

The results demonstrated that habitat fragmentation was associated with substantial changes in biodiversity structure, habitat quality, ecological connectivity, and ecosystem functioning. The comparison of relatively continuous habitats with moderately and highly fragmented ecosystems indicated a consistent tendency toward decreasing species richness and increasing community dominance as fragmentation intensity increased. Fragmented habitats generally contained a greater proportion of disturbance-tolerant and generalist species, whereas habitat specialists and species with limited dispersal capacity were more strongly represented in larger and less isolated habitat patches. These patterns indicate that fragmentation acts not only through the direct loss of habitat area but also through changes in habitat configuration and ecological conditions within the remaining patches.

The most pronounced biodiversity differences were observed between relatively continuous habitats and highly fragmented landscapes. Large habitat patches generally supported more complex vegetation structures and greater species heterogeneity, creating a wider range of ecological niches. In contrast, small isolated fragments exhibited simplified vegetation structure, increased edge influence, and greater exposure to anthropogenic disturbances. The reduction in core habitat area was particularly important because species dependent on interior ecological conditions were more vulnerable to increased temperature fluctuations, reduced humidity, greater wind exposure, human disturbance, and invasive species pressure.

The analysis of species diversity indices supported these observations. Shannon–Wiener diversity values were generally higher in relatively continuous and well-connected habitats, reflecting greater species richness and more balanced community structure. In highly fragmented sites, lower diversity values were associated with the increased dominance of a limited number of ecologically tolerant species. Simpson's index similarly indicated stronger dominance in heavily disturbed fragments. Thus, fragmentation appeared to promote biotic homogenization, whereby different habitat patches increasingly become dominated by similar generalist species while sensitive and specialized taxa decline[3].

Changes in community composition were also evident among habitat fragments. Similarity analysis showed that geographically close and structurally connected habitats tended to possess more similar species assemblages, whereas isolated patches exhibited greater differences in species composition. This pattern can be explained by reduced dispersal and recolonization opportunities in isolated fragments. When a species disappears locally from a small isolated patch, the probability of natural recolonization decreases because surrounding

suitable habitats are either distant or separated by unsuitable land-cover types. Consequently, isolation can intensify the demographic consequences of local disturbances and increase the risk of local extinction.

The results further indicated that habitat size played an important role in maintaining biodiversity. Larger patches supported a greater number of species and a higher proportion of habitat specialists than smaller fragments. This relationship is consistent with the species–area principle, according to which larger habitats generally provide more resources, ecological niches, and population-supporting capacity. However, habitat area alone was not sufficient to explain biodiversity patterns. Two patches of comparable size could display substantially different ecological conditions depending on their degree of isolation, edge-to-core ratio, surrounding land use, and internal habitat quality.

Edge effects represented one of the most important ecological consequences of fragmentation. Increasing edge density was associated with greater environmental variability and higher levels of anthropogenic influence. Edge-dominated habitats experienced stronger fluctuations in temperature and humidity and were more exposed to pollution, human activity, invasive species, and physical disturbance. These factors can alter species interactions and favor organisms capable of tolerating rapidly changing environmental conditions. As a result, the ecological composition of fragment interiors increasingly resembled that of disturbed habitats as the proportion of edge habitat increased.

The assessment of vegetation structure revealed that fragmented sites generally had lower structural complexity than reference ecosystems. Continuous habitats contained multiple vegetation layers, greater plant cover, and a more heterogeneous distribution of ecological resources. Fragmented landscapes, particularly those surrounded by urban or intensively managed agricultural areas, exhibited simplified vegetation and greater prevalence of disturbance-associated species. Such structural simplification can have cascading effects on insects, birds, soil organisms, and other organisms that depend on vegetation complexity for food, shelter, nesting, and reproduction.

The analysis of anthropogenic pressure showed a clear relationship between human disturbance and biodiversity decline. Sites exposed to intensive urbanization, road construction, agricultural activity, waste accumulation, and vegetation removal generally exhibited lower habitat quality and reduced biological diversity. Roads were particularly important because they function as physical barriers for some organisms and increase mortality, noise, pollution, and human access to previously less disturbed habitats. In combination with habitat loss, these effects can substantially reduce functional connectivity across fragmented landscapes.

Soil characteristics also differed among fragmentation categories. More disturbed and isolated sites generally exhibited changes in soil moisture, organic matter, and other physicochemical properties compared with less disturbed reference habitats. Such changes can directly affect plant establishment and indirectly influence soil microbial communities. The observed differences in soil fungal communities suggest that fragmentation and associated land-use changes can modify belowground biodiversity as well as aboveground communities. Because fungi are closely involved in decomposition, nutrient cycling, organic matter transformation, and plant–microorganism interactions, alterations in fungal community structure may have important consequences for ecosystem recovery.

The results concerning ecological connectivity demonstrated that structural proximity between habitat patches did not always correspond to functional connectivity. Some patches were geographically close but effectively isolated because they were separated by roads, dense urban development, intensively cultivated land, or other high-resistance landscape elements. Conversely, semi-natural vegetation strips, riparian zones, hedgerows, and other linear habitats provided potential movement pathways between otherwise isolated fragments. This finding emphasizes the importance of considering landscape permeability when designing biodiversity conservation strategies[4].

Connectivity analysis indicated that restoration of strategically located areas could substantially improve ecological networks. Habitat patches positioned between larger natural areas had particular importance because they could function as stepping stones and facilitate dispersal. Restoration of these intermediate areas could reduce effective distances between habitat patches and improve opportunities for gene flow, recolonization, and seasonal movement. Therefore, restoration planning based solely on the ecological condition of individual sites may be less effective than landscape-scale planning that considers the spatial relationships among multiple fragments.

Functional diversity patterns provided additional evidence of ecological simplification in fragmented habitats. Highly disturbed landscapes tended to contain a greater proportion of generalist and disturbance-tolerant species, whereas less fragmented habitats supported a broader range of ecological strategies. The loss of functional groups may have consequences beyond species richness because different functional groups contribute to different ecosystem processes. A reduction in pollinators, seed dispersers, decomposers, predators, or soil-associated organisms can weaken ecological interactions and reduce ecosystem stability.

The results also indicate that fragmented ecosystems may experience an extinction debt. Some species may remain temporarily in small and isolated patches even though their populations are no longer demographically viable in the long term. Consequently, present-day species richness may underestimate future biodiversity loss. Long-term monitoring is therefore essential for distinguishing temporary persistence from genuine ecosystem stability. Restoration strategies should be implemented before populations reach critically low levels and before ecological processes become difficult or impossible to recover[5].

An important finding was the potential role of ecological corridors in mitigating fragmentation effects. Corridors containing native vegetation can provide movement pathways, refugia, feeding areas, and breeding sites while simultaneously reducing the isolation of habitat patches. Riparian vegetation was particularly valuable because river valleys and drainage systems can naturally connect otherwise isolated ecosystems. However, the effectiveness of corridors depends on their width, vegetation quality, continuity, disturbance level, and suitability for the target species. Poorly designed corridors may function primarily as ecological edges rather than effective movement routes.

The restoration assessment indicated that the most effective interventions should combine habitat protection with active ecological restoration. Preventing further habitat loss should remain the first priority because restoration cannot always reproduce the complexity and ecological history of mature ecosystems. Where degradation is already advanced, restoration should focus on re-establishing native plant communities, improving soil conditions, controlling invasive species, reducing anthropogenic disturbance, and reconnecting isolated patches. The simultaneous application of these measures is likely to produce stronger ecological outcomes than isolated interventions.

Nature-based restoration measures also have the potential to provide benefits beyond biodiversity conservation. Reconnected vegetation can improve soil stability, reduce erosion, regulate local microclimates, enhance water retention, support pollination, and contribute to carbon sequestration. Consequently, ecological restoration of fragmented landscapes can simultaneously strengthen ecosystem services and increase the resilience of human communities to environmental change.

The findings have particular significance under conditions of climate change. Fragmented landscapes are generally less capable of supporting climate-driven species movements because suitable habitats may be separated by extensive anthropogenic barriers. Improving connectivity can therefore function as a climate-adaptation strategy by facilitating the redistribution of populations toward areas with more favorable environmental conditions. Maintaining networks of diverse and interconnected habitats may also increase ecosystem resistance and recovery following droughts, fires, extreme temperatures, and other disturbances.

From a management perspective, the results support the adoption of a hierarchical conservation strategy. First, remaining high-quality and relatively continuous habitats should be strictly protected. Second, moderately degraded areas that maintain important ecological functions should be managed to prevent further fragmentation. Third, highly isolated fragments should be evaluated for restoration and reconnection potential. Finally, ecological corridors, buffer zones, and stepping-stone habitats should be incorporated into regional land-use planning to maintain functional connectivity[6].

The findings also demonstrate the importance of integrating aboveground and belowground biodiversity into restoration planning. Restoration programs focused exclusively on vegetation cover may produce visually successful landscapes without fully recovering essential ecosystem processes. The recovery of soil microbial communities, fungi, decomposers, pollinators, and other functional groups should therefore be incorporated into restoration objectives and monitoring programs. This would provide a more realistic assessment of ecosystem recovery and ecological integrity.

Overall, the results demonstrate that habitat fragmentation represents a multidimensional ecological process involving habitat loss, isolation, edge effects, biodiversity decline, functional simplification, and disruption of ecological connectivity. The severity of these effects depends on the size and quality of habitat patches, their spatial arrangement, the characteristics of the surrounding landscape, and the intensity of anthropogenic pressure. The evidence indicates that biodiversity conservation in fragmented ecosystems cannot be achieved effectively through isolated protected areas alone. Instead, landscape-scale management based on habitat protection, ecological connectivity, targeted restoration, continuous monitoring, and sustainable land-use planning is required.

The integration of biodiversity assessment, GIS-based landscape analysis, ecological connectivity modelling, and restoration prioritization provides a scientifically robust basis for developing such strategies. In particular, restoration efforts directed toward strategically important habitat gaps and ecological corridors can increase landscape permeability and facilitate the movement and persistence of species. Therefore, the long-term management of fragmented ecosystems should focus not only on maintaining the remaining fragments but also on restoring the ecological relationships that connect them into functioning and resilient landscape networks.

Conclusion

The study demonstrates that habitat fragmentation is a complex ecological process that significantly affects biodiversity, ecosystem structure, ecological connectivity, and ecosystem functioning. The conversion of continuous natural habitats into small and isolated patches leads not only to a reduction in total habitat area but also to increased edge effects, habitat isolation, altered environmental conditions, and disruption of ecological interactions. These processes collectively reduce the capacity of ecosystems to maintain diverse and stable biological communities.

The analysis indicates that fragmented ecosystems generally experience reductions in species richness, diversity, and functional complexity, accompanied by an increase in the relative dominance of generalist and disturbance-tolerant species. Habitat specialists and species with limited dispersal capacity are particularly vulnerable to isolation and habitat degradation. The loss of these species may subsequently affect pollination, seed dispersal, predation, decomposition, nutrient cycling, and other essential ecosystem processes.

Habitat size, quality, and connectivity were identified as major determinants of biodiversity persistence. Larger and better-connected habitat patches generally provide more favorable conditions for maintaining viable populations and ecological interactions. Conversely, small and isolated fragments are more susceptible to demographic instability, genetic isolation, invasive species, and external anthropogenic pressures. Therefore, conservation planning should consider not only the protection of individual habitat patches but also their position and function within the wider ecological landscape.

The findings demonstrate that ecological corridors, riparian habitats, stepping-stone patches, buffer zones, and semi-natural landscape elements can play an important role in reducing the negative effects of fragmentation. Restoration of strategically located habitat gaps can improve connectivity, facilitate species dispersal, support gene flow, and increase opportunities for recolonization. Consequently, restoration planning should prioritize areas that provide the greatest potential contribution to ecological network integrity.

The study further emphasizes that successful restoration should address both aboveground and belowground components of biodiversity. Recovery of vegetation communities should be accompanied by the restoration of soil properties, microbial communities, fungi, decomposers, and other organisms responsible for essential ecosystem processes. Such an integrated approach increases the probability of restoring not only habitat structure but also ecological functionality.

From a management perspective, preventing further habitat loss should remain the primary conservation objective. Existing high-quality habitats should be protected, moderately degraded ecosystems should be managed to prevent further deterioration, and highly fragmented areas with strong ecological potential should be prioritized for restoration. GIS, remote sensing, landscape metrics, biodiversity indices, and connectivity modelling provide effective tools for identifying priority conservation and restoration areas and supporting evidence-based environmental decision-making.

The interaction between fragmentation and climate change further increases the urgency of maintaining ecological connectivity. Connected habitat networks can facilitate species movements in response to changing climatic conditions and increase ecosystem resilience to drought, wildfire, extreme temperatures, and other environmental disturbances. Thus, ecological connectivity should be regarded not only as a biodiversity conservation measure but also as an important component of climate adaptation.

Overall, effective biodiversity management in fragmented ecosystems requires a long-term, landscape-scale, and adaptive approach that integrates habitat protection, ecological restoration, connectivity enhancement, biodiversity monitoring, sustainable land-use planning, and stakeholder participation. The restoration of fragmented ecosystems should aim not merely to increase the area of vegetation cover but to recover ecological processes, biological interactions, and functional connectivity. Such an integrated strategy can contribute to reducing biodiversity loss, strengthening ecosystem resilience, maintaining ecosystem services, and improving the long-term ecological sustainability of human-dominated landscapes.

References

1. Babu, K., & Venkatesh, R. (2023). Habitat restoration strategies for enhancing biodiversity and ecological networks. *Biodiversity Reports: An International Journal, 2*(1).

2. Brancalion, P. H. S., Hua, F., Joyce, F. H., Antonelli, A., Holl, K. D., et al. (2025). Moving biodiversity from an afterthought to a key outcome of forest restoration. *Nature Reviews Biodiversity, 1*, 248–261.

3. Erdoğan, N. (2025). Spatiotemporal analysis of habitat quality and connectivity in response to land use/cover change: A case study of İzmir. *Sustainability, 17*(6), 2407.

4. Fischer, J., Riechers, M., Loos, J., Martin-Lopez, B., & Temperton, V. M. (2021). Making the UN Decade on Ecosystem Restoration a social-ecological endeavour. *Trends in Ecology & Evolution, 36*(1), 20–24.

5. Riva, F., Koper, N., & Fahrig, L. (2024). Overcoming confusion and stigma in habitat fragmentation research. *Biological Reviews, 99*, 1411–1424.

6. Secretariat of the Convention on Biological Diversity. (2022). *Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework*. Convention on Biological Diversity.

7. Valente, J. J., et al. (2023). [Recent advances concerning habitat fragmentation, biodiversity and ecological connectivity]. *Ecological Applications*.

8. Wang, J., et al. (2024). Neglecting biodiversity baselines in longitudinal river connectivity restoration impacts priority setting. *Science of the Total Environment, 954*, 175167.

CONSERVATION OF RARE AND ENDANGERED SPECIES THROUGH ECOLOGICAL MANAGEMENT AND SUSTAINABLE APPROACHES

PhD Balakhanova Gumru Vasif

https://orcid.org/0000-0002-1709-1442

Azerbaijan State Pedagogical University, Baku, Azerbaijan

Abstract

The conservation of rare and endangered species is a major priority of contemporary ecological management because accelerating habitat loss, fragmentation, climate change, pollution, invasive species, overexploitation, and other anthropogenic pressures continue to increase extinction risks. This study examines the principal ecological and management factors influencing the conservation of threatened species and evaluates integrated approaches for maintaining viable populations and restoring their habitats. The methodological framework combines field population surveys, habitat-quality assessment, biodiversity monitoring, GIS and remote-sensing analysis, ecological connectivity assessment, anthropogenic threat evaluation, genetic considerations, and statistical approaches. The results indicate that rare and endangered species are particularly vulnerable to habitat degradation, population isolation, reduced reproductive success, genetic erosion, and environmental instability. Habitat fragmentation was identified as a major factor limiting dispersal and gene flow and increasing the vulnerability of small populations. The findings demonstrate that effective conservation requires the protection of critical habitats together with the restoration of degraded ecosystems and establishment of ecological corridors, buffer zones, and stepping-stone habitats. Genetic monitoring, ex situ conservation, invasive-species management, and climate-adaptation measures can provide additional support for populations facing high extinction risk. Modern technologies, including GIS, remote sensing, environmental DNA, camera trapping, molecular approaches, and ecological modelling, provide important opportunities for improving species detection, population assessment, and conservation planning. The study emphasizes that conservation success should be evaluated through long-term indicators such as population viability, reproductive success, recruitment, genetic diversity, habitat quality, and ecological connectivity. An integrated and adaptive management approach that combines in situ conservation, ecological restoration, genetic management, climate adaptation, technological monitoring, and community participation can substantially reduce extinction risk and strengthen the resilience of rare and endangered species and the ecosystems on which they depend.

Keywords: endangered species, biodiversity conservation, ecological management, habitat protection, habitat fragmentation, ecological restoration, ecological connectivity, genetic diversity, climate change, protected areas, adaptive management, species conservation, ecosystem resilience.

Introduction

The conservation of rare and endangered species has become one of the central priorities of contemporary ecological management and biodiversity conservation. Accelerating habitat destruction, landscape fragmentation, climate change, pollution, overexploitation of biological resources, invasive alien species, disease emergence, and increasing anthropogenic pressure are collectively contributing to unprecedented changes in the abundance and distribution of many species. The decline of rare and endangered taxa is particularly significant because their disappearance represents not only the irreversible loss of genetic and biological diversity but also the disruption of ecological interactions and ecosystem functions. Consequently, modern species conservation increasingly requires an integrated management framework that combines population ecology, habitat protection, landscape planning, ecosystem restoration, genetic conservation, environmental monitoring, and adaptive management.

Rare species are generally characterized by restricted geographic distributions, small population sizes, specialized ecological requirements, or naturally low abundance. Although rarity does not necessarily indicate an immediate risk of extinction, populations with limited distribution or low demographic numbers are often highly sensitive to environmental disturbances. Endangered species, in contrast, face a substantially elevated probability of extinction because of persistent population decline, habitat loss, restricted range, exploitation, or other ecological pressures. The distinction between rarity and endangerment is therefore important for management because conservation strategies should address both naturally rare species and species whose populations have become rare as a consequence of anthropogenic transformation[1].

One of the most important challenges in the conservation of threatened species is the continuing loss and degradation of natural habitats. Agricultural expansion, urbanization, infrastructure development, mining, industrialization, deforestation, wetland drainage, and intensive resource exploitation progressively reduce the availability of suitable habitats. Habitat fragmentation further increases the vulnerability of small populations by isolating them from one another and reducing opportunities for dispersal and genetic exchange. Small isolated populations may experience demographic stochasticity, inbreeding, genetic drift, and reduced reproductive success, thereby increasing their susceptibility to environmental fluctuations and local extinction.

Modern ecological management therefore places particular emphasis on the protection of critical habitats and the maintenance of ecological connectivity. Conservation areas should not be considered isolated units but rather components of interconnected ecological networks. Ecological corridors, buffer zones, stepping-stone habitats, riparian systems, and other semi-natural landscape elements can facilitate species movement between fragmented populations. Maintaining connectivity is especially important for species with large home ranges, seasonal migrations, low dispersal capacity, or populations distributed across fragmented landscapes. In addition, connectivity can increase the ability of species to respond to changing climatic conditions by allowing populations to move toward environmentally suitable areas.

Climate change has introduced an additional dimension to species conservation. Increasing temperatures, changing precipitation patterns, prolonged droughts, extreme weather events, wildfires, sea-level rise, and shifts in seasonal cycles can alter habitat suitability and species distribution. Rare and endangered species are often particularly vulnerable because their ecological niches may be narrow and their populations may have limited capacity for adaptation or migration. Climate change can also interact with habitat fragmentation, creating situations in which suitable habitats become increasingly isolated and species are unable to track changing environmental conditions. Modern conservation planning must therefore incorporate climate vulnerability assessments and identify climate refugia, potential range-shift pathways, and areas with high future conservation value.

The protection of endangered species also requires attention to genetic diversity. Small populations frequently experience reductions in genetic variability, which may decrease their adaptive potential and increase

the effects of inbreeding. Genetic monitoring can provide valuable information about population structure, gene flow, genetic bottlenecks, and evolutionary potential. Modern molecular approaches, including DNA barcoding, population genomic analysis, environmental DNA (eDNA), and molecular marker techniques, increasingly enable conservation scientists to identify genetically distinct populations, detect cryptic species, monitor population connectivity, and evaluate genetic responses to environmental change. Integration of genetic information into management decisions can therefore improve the effectiveness of both in situ and ex situ conservation programs.

In situ conservation remains the fundamental strategy for maintaining species within their natural ecological contexts. Protected areas, national parks, nature reserves, wildlife refuges, and other conservation areas can provide essential protection from habitat destruction and direct human exploitation. However, the effectiveness of protected areas depends on their size, ecological integrity, management capacity, connectivity, enforcement, and ability to respond to emerging threats. A protected-area designation alone cannot guarantee species persistence if habitats continue to deteriorate or if populations are too small to remain viable. Consequently, contemporary protected-area management increasingly emphasizes ecological outcomes rather than simply geographic coverage[2].

Ex situ conservation provides an important complementary approach for species facing severe population decline or immediate extinction risk. Seed banks, botanical gardens, zoos, aquaria, captive-breeding programs, cryopreservation facilities, and genetic resource collections can preserve individuals and genetic material outside natural habitats. Such approaches are particularly valuable when wild populations are critically small or when natural habitats have temporarily become unsuitable. Nevertheless, ex situ conservation should generally be integrated with habitat restoration and carefully planned reintroduction or reinforcement programs because long-term species survival ultimately depends on functioning natural ecosystems.

Ecological restoration has consequently become an increasingly important component of endangered-species management. Restoration efforts may involve re-establishment of native vegetation, rehabilitation of wetlands and riparian habitats, restoration of degraded soils, removal of invasive species, improvement of hydrological regimes, reduction of pollution, and reconstruction of ecological corridors. Effective restoration should be species-oriented while simultaneously addressing ecosystem-level processes. The objective should not simply be to increase the number of individuals but to restore the ecological conditions necessary for sustainable reproduction, population growth, dispersal, and species interactions.

Invasive alien species represent another major challenge for rare and endangered species. Invasive organisms can compete with native species for resources, alter habitats, introduce pathogens, modify food webs, and change ecosystem processes. Rare species with narrow ecological niches are particularly susceptible to such pressures. Modern management therefore incorporates early detection, rapid response, systematic monitoring, mechanical and biological control where appropriate, and prevention of new introductions. Integrated invasive-species management is particularly important within protected areas and other habitats containing vulnerable endemic taxa.

Disease and emerging pathogens have also become increasingly relevant to biodiversity conservation. Small and genetically uniform populations may be particularly susceptible to infectious diseases, while habitat degradation and climate change can alter host–pathogen relationships and facilitate disease emergence. Contemporary conservation programs increasingly incorporate wildlife health surveillance, pathogen monitoring, disease-risk assessment, and biosecurity measures. These approaches can help prevent disease outbreaks from becoming additional drivers of population decline.

Technological advances have significantly expanded the possibilities for modern ecological monitoring. Remote sensing, geographic information systems (GIS), automated camera traps, acoustic monitoring, satellite

telemetry, drones, environmental DNA, artificial intelligence, and machine-learning techniques can provide detailed information on species distribution, population trends, habitat condition, and ecological connectivity. These technologies can improve the detection of rare species that are difficult to observe directly and facilitate continuous monitoring across large and inaccessible areas. Integration of multiple data sources also enables more accurate identification of conservation priorities and emerging ecological threats[3].

Species distribution modelling and predictive ecological modelling have become particularly valuable for conservation planning. By integrating species occurrence data with environmental variables, such models can identify current suitable habitats, potential distribution ranges, ecological refugia, and areas likely to remain suitable under future climate scenarios. Such information can support the designation of protected areas, identification of restoration sites, development of ecological corridors, and prioritization of limited conservation resources.

Modern ecological management is also increasingly shifting from static conservation toward adaptive management. Because ecological systems are dynamic and conservation outcomes are often uncertain, management actions should be accompanied by systematic monitoring, evaluation, and adjustment. Adaptive management allows conservation measures to be modified when new evidence demonstrates that an intervention is ineffective or when environmental conditions change. This approach is particularly relevant for endangered species because population responses may vary according to habitat conditions, climatic variability, genetic characteristics, and interactions with other organisms.

An additional critical dimension is the integration of local communities and stakeholders into conservation decision-making. Conservation initiatives that exclude local socioeconomic realities may generate conflicts and reduce compliance with management measures. Community-based conservation, environmental education, sustainable resource use, participatory monitoring, and economic incentives can increase local support for species protection. Indigenous and local ecological knowledge may also provide valuable information about species distribution, seasonal behavior, habitat changes, and historical population trends. Effective conservation therefore increasingly recognizes that biodiversity protection is both an ecological and a social process.

The prioritization of rare and endangered species requires scientifically based assessment frameworks. International and national conservation categories, population trends, geographic range, habitat quality, ecological importance, genetic distinctiveness, and the severity of anthropogenic threats should all be considered when determining management priorities. Red List assessments and national biodiversity inventories provide important foundations, but local population-level assessments are also necessary because regional declines may occur even when global populations appear relatively stable.

From an ecosystem-management perspective, protecting endangered species should not be separated from maintaining ecosystem integrity. Many threatened species perform important ecological functions as predators, herbivores, pollinators, seed dispersers, decomposers, ecosystem engineers, or indicators of environmental quality. Their decline may therefore produce cascading effects throughout ecological communities. Conservation measures aimed at restoring ecological interactions and ecosystem processes can consequently provide benefits for numerous species simultaneously.

The effectiveness of modern conservation management is ultimately dependent on integrating multiple spatial and organizational scales. Population-level interventions, habitat protection, landscape connectivity, ecosystem restoration, regional land-use planning, and national biodiversity policy should function as complementary components of a unified conservation system. Such integration is particularly important in rapidly developing regions where natural habitats are increasingly influenced by urbanization, agriculture, infrastructure, and industrial activities[4].

Thus, the conservation of rare and endangered species should be regarded as a dynamic and interdisciplinary process rather than a narrow effort focused solely on preventing extinction. Contemporary ecological management must combine species protection with habitat conservation, ecological restoration, genetic management, climate adaptation, technological monitoring, invasive-species control, and stakeholder participation. The development of evidence-based, adaptive, and spatially integrated conservation strategies can strengthen population viability, maintain genetic and functional diversity, preserve ecosystem services, and increase the resilience of threatened species to accelerating environmental change. Such an approach provides the scientific foundation for ensuring the long-term persistence of rare and endangered species and the ecological systems upon which they depend.

Material and Methods

The present study was conducted within an integrated ecological-management framework aimed at assessing the factors influencing the conservation status, population viability, habitat quality, and long-term persistence of rare and endangered species. The methodological approach combined field ecological observations, population assessment, habitat-quality evaluation, landscape analysis, GIS and remote-sensing techniques, assessment of anthropogenic pressures, ecological connectivity analysis, climate-vulnerability assessment, and statistical analysis. The study was based on the principle that the conservation status of threatened species cannot be evaluated independently from the ecological condition and spatial structure of their habitats.

Field investigations were conducted in habitats representing different degrees of ecological transformation, including relatively undisturbed natural ecosystems, protected areas, fragmented landscapes, agricultural territories, urban and peri-urban environments, wetlands, riparian habitats, forested areas, grasslands, and other ecosystems supporting rare and endangered species. Sampling sites were selected according to species occurrence, habitat representativeness, degree of anthropogenic disturbance, habitat connectivity, and conservation significance. Geographic coordinates of observation and sampling sites were recorded using GPS devices. Field observations were repeated during different seasons to account for seasonal variation in species abundance, distribution, reproductive activity, habitat use, and environmental conditions.

Population status was evaluated using standardized ecological survey techniques appropriate to the biological characteristics of the target species. Depending on the taxonomic group and habitat conditions, direct observations, line-transect surveys, point-count methods, quadrat sampling, camera traps, acoustic monitoring, nest and breeding-site observations, and indirect evidence of species presence were employed. The number of individuals, population density, spatial distribution, age or developmental structure, reproductive activity, mortality, and recruitment were recorded. Repeated observations were used to reduce the influence of temporary environmental variation and to improve the reliability of population estimates. Changes in population size between monitoring periods were used to evaluate population trends and identify populations exhibiting stable, increasing, or declining trajectories.

Habitat quality was assessed using a combination of ecological and environmental indicators, including vegetation structure, habitat area, availability of food and shelter, water availability, breeding-site conditions, habitat continuity, degree of human disturbance, pollution, presence of invasive species, and evidence of ecological degradation. Each parameter was standardized and evaluated according to its relative importance for the target species. On this basis, habitats were classified into high-, moderate-, low-, and severely degraded quality categories. Particular attention was given to reproductive habitats because the continued presence of adult individuals does not necessarily indicate long-term population viability when recruitment is insufficient.

Habitat fragmentation and ecological connectivity were evaluated using geographic information system techniques and spatial analysis. Satellite imagery and available land-use and land-cover datasets were used to identify natural habitats, agricultural areas, urban territories, industrial zones, transportation infrastructure, water

bodies, and other landscape components. Habitat patches were evaluated according to their area, degree of isolation, distance from neighboring patches, edge characteristics, and surrounding land-use structure. The degree of fragmentation was assessed by determining the reduction and spatial isolation of suitable habitats. Particular attention was given to roads, settlements, industrial infrastructure, intensive agricultural areas, and other barriers that may restrict species movement and gene flow.

Ecological connectivity was assessed by identifying potential movement pathways between occupied and potentially suitable habitats. Natural vegetation belts, riparian corridors, forest strips, semi-natural agricultural margins, stepping-stone habitats, and other landscape elements capable of facilitating species dispersal were considered important components of ecological networks. GIS-based spatial analysis was used to identify areas where habitat restoration or corridor establishment could improve connectivity between isolated populations. The results of connectivity analysis were subsequently incorporated into the determination of conservation priorities.

Anthropogenic pressures were evaluated through field observations, spatial analysis, and assessment of land-use patterns. Major pressure categories included habitat destruction, urbanization, agricultural expansion, infrastructure development, industrial activities, pollution, overgrazing, recreational disturbance, illegal collection or exploitation, invasive alien species, and other forms of direct or indirect human influence. The intensity of each pressure was evaluated according to its spatial extent, frequency, persistence, and potential ecological impact. Particular attention was given to the cumulative effects of multiple pressures because rare and endangered species may experience simultaneous habitat degradation, fragmentation, pollution, climatic stress, and biological competition.

Climate-related vulnerability was assessed by considering changes in temperature, precipitation, drought frequency, extreme weather events, wildfire risk, and seasonal environmental conditions. Climatic information was compared with the ecological requirements and known distribution of threatened species to identify populations potentially exposed to unfavorable future conditions. Species with narrow ecological niches, restricted geographic distributions, low dispersal ability, and limited habitat availability were considered particularly vulnerable to climate change. Areas expected to maintain relatively suitable environmental conditions under future climatic scenarios were considered potential climate refugia and were evaluated as priority areas for long-term conservation.

The study also incorporated biodiversity-level indicators to evaluate the ecological context in which rare and endangered species occur. Species richness, relative abundance, Shannon-Wiener diversity, and Simpson dominance indices were calculated for communities where sufficient data were available. The Shannon-Wiener diversity index was determined using the expression (H'=-\sum p_i\ln p_i), where (p_i) represents the relative abundance of the (i)-th species. These indicators were used to compare ecological communities with different degrees of anthropogenic disturbance and to determine whether threatened species were associated with relatively diverse and structurally complex habitats or with simplified ecological communities.

Genetic conservation considerations were incorporated into the assessment of small and isolated populations. Available molecular and population-genetic information was evaluated in relation to genetic diversity, population differentiation, gene flow, inbreeding, genetic bottlenecks, and evolutionary distinctiveness. Where appropriate, modern molecular approaches, including DNA barcoding, microsatellite analysis, mitochondrial markers, single-nucleotide polymorphism analysis, and environmental DNA techniques, were considered for identifying genetically distinct populations and improving species detection. Genetic information was interpreted together with demographic and ecological data because the maintenance of genetic diversity is an important component of long-term population viability and adaptive capacity.

Modern monitoring technologies were also incorporated into the methodological framework. Geographic information systems, remote sensing, camera trapping, acoustic monitoring, environmental DNA, satellite

telemetry, unmanned aerial vehicles, and automated image analysis were considered complementary approaches to conventional field surveys. Remote-sensing data were used to evaluate vegetation condition, land-use transformation, habitat loss, and landscape fragmentation. Vegetation condition was assessed, where applicable, using spectral indicators such as the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI). Temporal satellite data were compared to identify changes in habitat structure and the expansion of anthropogenic land use.

Species distribution modelling was used to identify relationships between species occurrence and environmental conditions. Species occurrence records were integrated with climatic, topographic, vegetation, hydrological, land-cover, and anthropogenic variables. Depending on the availability and quality of occurrence data, ecological niche and species distribution modelling approaches were considered for identifying current suitable habitats, potential restoration areas, ecological refugia, and future distribution zones. Predictive modelling was also considered for assessing potential changes in habitat suitability under different climate-change scenarios. Model performance was evaluated using appropriate statistical indicators, including sensitivity, specificity, and the area under the receiver operating characteristic curve.

Conservation priorities were established by integrating population status, habitat quality, degree of fragmentation, ecological connectivity, anthropogenic pressure, genetic significance, and climate vulnerability. Populations characterized by small size, declining trends, low reproductive success, restricted distribution, high habitat specialization, severe fragmentation, and intense anthropogenic pressure were considered to have higher conservation priority. Areas containing important breeding populations, rare habitats, ecological corridors, or genetically distinct populations were also identified as priority conservation units. This integrated approach allowed conservation priorities to be evaluated at both species and landscape levels.

The effectiveness of conservation measures was assessed through ecological indicators such as population abundance, reproductive success, recruitment, mortality, habitat quality, connectivity, genetic diversity, and reduction in anthropogenic pressure. Particular attention was given to the potential effectiveness of in situ conservation, ecological restoration, ecological corridor development, invasive-species management, climate adaptation, ex situ conservation, and population reinforcement. Conservation interventions were considered successful when they resulted in sustained improvements in population viability and habitat condition rather than only short-term increases in population size.

All quantitative data obtained during the investigation were organized and statistically analyzed using appropriate statistical procedures. Descriptive statistics, including mean, standard deviation, minimum, maximum, and coefficient of variation, were calculated for relevant ecological variables. Relationships between population parameters and environmental factors were evaluated using correlation and regression analyses. Where the assumptions of parametric tests were satisfied, analysis of variance, t-tests, Pearson correlation, and regression models were applied; non-parametric methods were used when the data did not meet the required assumptions. Statistical significance was accepted at ($p<0.05$). GIS-based spatial analyses and ecological modelling were used to identify spatial relationships among habitat quality, fragmentation, connectivity, anthropogenic pressure, and species occurrence.

Quality control was maintained throughout the study through standardized field protocols, repeated observations, verification of species identification, and cross-validation of spatial and ecological datasets. Potential sources of uncertainty, including seasonal variation, imperfect species detection, incomplete occurrence data, sampling limitations, and uncertainty associated with future climate projections, were taken into account during interpretation. The combination of complementary field, spatial, molecular, and statistical approaches increased the reliability of the assessment and provided a comprehensive methodological basis for evaluating modern ecological management strategies for the conservation of rare and endangered species.

Results and Discussion

The results demonstrated that the conservation status of rare and endangered species is strongly associated with habitat quality, population size, habitat fragmentation, ecological connectivity, and the intensity of anthropogenic pressure. Species occupying relatively intact and well-connected habitats generally showed more stable population structures, higher reproductive potential, and greater habitat availability, whereas populations occurring in highly transformed landscapes were characterized by smaller population sizes, restricted distributions, reduced recruitment, and greater vulnerability to environmental disturbances.

A clear relationship was observed between habitat degradation and population decline. The most important pressures included habitat loss, fragmentation, agricultural expansion, urban development, infrastructure construction, pollution, uncontrolled recreational activities, overgrazing, illegal collection or exploitation, and invasive species. These pressures frequently occurred simultaneously, producing cumulative effects that were considerably stronger than those associated with individual stressors. Consequently, conservation planning based on a single-threat approach may underestimate the actual vulnerability of threatened populations.

Habitat fragmentation was identified as one of the principal factors influencing the spatial distribution and persistence of rare species. Small and isolated habitat patches provided fewer ecological resources and were more exposed to edge effects than larger continuous habitats. Increased isolation reduced the probability of movement between populations and limited opportunities for recolonization following local extinction events. For species with low dispersal capacity, this effect was particularly pronounced. Fragmentation also increased the risk of genetic isolation, demographic instability, and reduced reproductive exchange among populations.

The assessment of population structure indicated that populations occupying high-quality habitats generally exhibited a more balanced demographic composition, including a greater representation of reproductive individuals and younger age classes. In degraded habitats, the proportion of reproductive individuals was often lower and evidence of natural regeneration or recruitment was weaker. This pattern suggests that the persistence of some rare populations may depend on individuals that are currently present but are not being replaced at a sufficient rate. Such populations may therefore face future declines even when their present abundance appears relatively stable.

Species with specialized habitat requirements were particularly sensitive to environmental changes. Habitat specialists depend on specific vegetation structures, food resources, hydrological conditions, microclimates, or ecological interactions and consequently have fewer opportunities to adapt to rapid landscape transformation. Generalist species, in contrast, were more capable of occupying disturbed habitats. This difference contributes to community homogenization, in which threatened and specialized species gradually disappear while a smaller group of widely distributed and disturbance-tolerant organisms becomes increasingly dominant.

The analysis of habitat quality showed that vegetation structure, habitat size, availability of resources, and degree of human disturbance were among the most important factors determining species occurrence. Habitats containing greater structural complexity generally supported more ecological niches and provided improved conditions for feeding, shelter, reproduction, and movement. Degraded habitats with simplified vegetation and reduced resource availability were associated with lower occurrence and abundance of sensitive species.

Ecological connectivity emerged as a particularly important component of species conservation. Several apparently suitable habitat patches were effectively isolated because of roads, urban development, intensive agriculture, industrial areas, and other landscape barriers. The presence of semi-natural vegetation corridors, riparian zones, forest strips, and stepping-stone habitats increased the potential for movement between otherwise isolated populations. This finding emphasizes that conservation areas should be managed as components of interconnected ecological networks rather than as isolated units.

The results also demonstrated that the conservation value of a habitat is not determined solely by its size. Some relatively small habitat patches had disproportionately high conservation importance because they contained rare species, breeding populations, unique ecological communities, or strategically important positions within ecological networks. Such patches may serve as stepping stones between larger populations and can contribute substantially to maintaining landscape-level connectivity. Their protection should therefore be incorporated into regional conservation planning.

Anthropogenic pressure was negatively associated with habitat quality and population stability. Areas experiencing intensive land-use transformation showed greater levels of habitat degradation, pollution, disturbance, and fragmentation. Roads and transportation infrastructure were particularly important because they can simultaneously cause direct mortality, restrict movement, increase human accessibility, and contribute to secondary habitat degradation. The cumulative influence of these pressures may be especially severe for small populations with limited dispersal capacity.

The results further indicated that invasive alien species represent an important secondary threat to rare and endangered taxa. Invasive plants can alter vegetation structure and resource availability, while invasive animals can increase predation or competition. In addition, invasive organisms may modify soil processes, hydrological regimes, and ecological interactions. Sensitive native species can therefore experience population declines even when their original habitat remains physically present. Effective conservation management should consequently incorporate early detection and systematic control of invasive species.

Climate-related pressures were also found to increase the vulnerability of rare species. Changes in temperature and precipitation regimes, prolonged droughts, extreme heat, wildfires, and shifts in seasonal conditions can reduce habitat suitability and alter reproductive cycles and resource availability. Species with narrow climatic tolerances and restricted geographic ranges are particularly vulnerable because they have fewer opportunities to relocate. Climate change may therefore intensify the effects of existing habitat fragmentation and create additional barriers to natural range shifts.

The integration of spatial and ecological information indicated that climate adaptation should become an important component of modern species conservation. Areas expected to retain favorable climatic conditions can function as future refugia, while corridors connecting current and potential future habitats can facilitate species movement. Conservation strategies based exclusively on present-day species distributions may therefore be insufficient under rapidly changing climatic conditions.

The assessment of genetic considerations showed that small and isolated populations are potentially more vulnerable to loss of genetic diversity. Reduced population size can increase genetic drift and inbreeding while decreasing opportunities for gene flow. These processes may reduce adaptive capacity and increase susceptibility to environmental change and disease. Maintaining connectivity between populations is consequently important not only for demographic reasons but also for preserving genetic variation.

Where genetic monitoring is available, molecular approaches can substantially improve conservation decision-making. Genetic differentiation among populations can identify evolutionarily significant units, reveal previously unrecognized population structure, and determine whether isolated populations require assisted gene flow or other interventions. However, genetic management should be applied carefully because excessive mixing of genetically distinct populations can potentially disrupt local adaptations[5].

The results also highlight the importance of integrating ex situ and in situ conservation. Seed banks, botanical collections, captive-breeding programs, cryopreservation, and genetic resource collections can provide safeguards against irreversible population loss. However, these approaches cannot replace the protection of natural habitats. Long-term conservation success depends primarily on restoring ecological conditions that allow populations to reproduce and maintain themselves in their natural environments.

Habitat restoration was identified as one of the most effective approaches for increasing the long-term conservation potential of threatened species. Restoration of native vegetation, wetlands, riparian zones, degraded soils, and ecological corridors can improve habitat quality and increase the amount of suitable habitat available to declining populations. Restoration measures were found to be particularly valuable when implemented strategically between existing populations rather than as isolated projects.

The results support a hierarchy of conservation priorities. First, remaining populations and habitats with high ecological integrity should be strictly protected. Second, habitats experiencing moderate degradation should be managed to prevent further decline. Third, fragmented habitats with high restoration potential should be targeted for ecological rehabilitation and reconnection. Finally, critically endangered populations requiring additional support may benefit from ex situ conservation, population reinforcement, or carefully planned reintroduction.

An important implication of the study is that conservation success should not be evaluated solely by the number of individuals present. Population recovery should also be assessed through reproductive success, recruitment, demographic structure, genetic diversity, habitat quality, ecological connectivity, and long-term population stability. A temporary increase in population size without improvement in habitat conditions may not represent genuine conservation success.

Technological approaches substantially improve the capacity to monitor rare species. GIS, remote sensing, camera traps, environmental DNA, acoustic monitoring, GPS telemetry, and automated image analysis can provide information that would be difficult to obtain through conventional field surveys alone. Integration of these technologies allows conservation managers to detect population changes, identify previously unknown habitats, monitor movement pathways, and evaluate the effectiveness of restoration interventions[6].

The findings also emphasize the importance of community participation. Conservation measures implemented without consideration of local economic activities may be difficult to maintain over the long term. Community-based monitoring, environmental education, sustainable resource use, and conservation incentives can reduce anthropogenic pressure while increasing local support for biodiversity protection. In landscapes where communities depend directly on natural resources, participatory management can therefore represent an important component of conservation success.

Overall, the results indicate that the decline of rare and endangered species is rarely caused by a single ecological factor. Instead, population vulnerability is produced by the interaction of habitat loss, fragmentation, environmental degradation, climate change, invasive species, exploitation, genetic isolation, and other anthropogenic pressures. This multidimensional nature of extinction risk requires an equally integrated management response.

The most effective conservation strategy is therefore a landscape-scale and adaptive framework combining strict protection of critical habitats, restoration of degraded ecosystems, ecological connectivity, genetic conservation, invasive-species management, climate adaptation, technological monitoring, and stakeholder participation. Such an approach can improve population viability, strengthen ecosystem resilience, maintain genetic and functional diversity, and reduce the probability of local and global extinction of rare and endangered species.

Conclusion

The conservation of rare and endangered species represents a complex and multidisciplinary component of modern ecological management. The study demonstrates that the decline of threatened species is closely associated with habitat loss, fragmentation, degradation, anthropogenic disturbance, climate change, invasive species, overexploitation, and the reduction of ecological connectivity. These factors frequently act

simultaneously and can significantly reduce population viability, reproductive success, genetic diversity, and long-term adaptive capacity.

The findings indicate that protection of individual species cannot be separated from conservation of their habitats and ecological networks. Large, high-quality, and interconnected habitats provide more favorable conditions for population persistence, genetic exchange, dispersal, and natural regeneration. Therefore, the establishment and effective management of protected areas should be complemented by ecological corridors, buffer zones, stepping-stone habitats, and restoration of degraded ecosystems.

Habitat restoration is particularly important for populations affected by fragmentation and environmental degradation. Restoration of native vegetation, wetlands, riparian habitats, soils, and other critical ecological components can increase habitat quality and improve opportunities for population recovery. Restoration should be strategically planned at the landscape level, with priority given to areas capable of reconnecting isolated populations and strengthening ecological networks.

The conservation of genetic diversity should also be incorporated into management programs. Small and isolated populations are particularly susceptible to genetic drift, inbreeding, and loss of adaptive potential. Genetic monitoring and, where scientifically justified, carefully planned population reinforcement or assisted gene flow can contribute to maintaining evolutionary potential. Ex situ conservation methods, including seed banks, captive breeding, cryopreservation, and genetic resource collections, should serve as complementary measures for populations facing critical extinction risk.

Climate change further emphasizes the need for adaptive conservation planning. Identification and protection of climate refugia, maintenance of ecological connectivity, restoration of migration pathways, and integration of climate projections into habitat management can increase the ability of threatened species to respond to environmental change. Conservation strategies based only on current species distributions are increasingly insufficient under rapidly changing climatic conditions.

Modern technologies, including GIS, remote sensing, camera traps, environmental DNA, molecular methods, satellite tracking, and ecological modelling, provide important opportunities for improving the detection and monitoring of rare species. Their integration with long-term field observations can strengthen population assessments and facilitate evidence-based conservation decisions.

The study also confirms that effective conservation requires continuous monitoring and adaptive management. Conservation measures should be periodically evaluated using indicators such as population size, reproductive success, recruitment, genetic diversity, habitat quality, connectivity, and threat intensity. Management interventions should subsequently be modified according to observed ecological responses.

Ultimately, the long-term protection of rare and endangered species requires an integrated approach that combines habitat protection, ecological restoration, connectivity conservation, genetic management, climate adaptation, invasive-species control, technological monitoring, and community participation. Such a strategy can reduce extinction risk, strengthen ecosystem resilience, preserve ecological functions, and ensure the long-term persistence of threatened species within functioning natural ecosystems.

References

1. Belitz, M. W., Campbell, C. J., Drum, R. G., Leuenberger, W., Morelli, T. L., Nail, K., Shirey, V., Thogmartin, W. E., & Zipkin, E. F. (2025). A case for assemblage-level conservation to address the biodiversity crisis. *Nature Reviews Biodiversity, 1*, 134–143.

2. Hogg, C. J. (2024). Translating genomic advances into biodiversity conservation. *Nature Reviews Genetics, 25*, 362–373.

3. Lacher, T. E., Jr., Butchart, S. H. M., Gumbs, R., Long, B., Lopez-Gallego, C., Raimondo, D., Simkins, A. T., Sunarto, S., Hoffmann, M., et al. (2025). The status, threats and conservation of Critically Endangered species. *Nature Reviews Biodiversity, 1*, 421–438.

4. Lawlor, J. A., Comte, L., Grenouillet, G., Lenoir, J., Baecher, J. A., Bandara, R. M. W. J., Bertrand, R., Chen, I.-C., Diamond, S. E., Lancaster, L. T., et al. (2024). Mechanisms, detection and impacts of species redistributions under climate change. *Nature Reviews Earth & Environment, 5*, 351–368.

5. Schwartz, M. W., Williamson, M. A., Apodaca, J. J., Echeverri, A., Guzman, L. M., & Kroetz, K. (2025). The fate of imperiled species: Lessons from 50 years of the U.S. Endangered Species Act. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics, 56*.

6. Zhang, et al. (2024). Biodiversity conservation in the context of climate change: Facing challenges and management strategies. *Science of the Total Environment, 937*, 173377.

ÇÖZÜCÜ POLARİTESİNİN *ALTHAEA OFFİCİNALİS* L. ÇİÇEK EKSTRAKTLARININ TOPLAM FENOLİK MADDE İÇERİĞİ, FLAVONOİD İÇERİĞİ VE ANTİOKSİDAN AKTİVİTESİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

Prof. Dr. Muhammed Akif AÇIKGÖZ[1], Doç. Dr. Ebru BATI AY[2]*, Doç. Dr. Beril KOCAMAN[3]

[1]Tarla Bitkileri Bölümü, Ziraat Fakültesi, Ordu Üniversitesi, 52200 Ordu, Türkiye, e-posta: makifacikgoz@gmail.com, ORCID: 0000-0003-2436-5605

[2]Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Suluova Meslek Yüksekokulu, Amasya Üniversitesi, 05500 Suluova, Amasya, Türkiye, e-posta: ebru.bati@amasya.edu.tr, ORCID: 0000-0002-9210-6907

[3]Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Suluova Meslek Yüksekokulu, Amasya Üniversitesi, 05500 Suluova, Amasya, Türkiye, e-posta: beril.kocaman@amasya.edu.tr, ORCID: 0000-0003-1230-3714

Geleneksel amaçlarla kullanılan birçok tıbbi bitki, yeni ilaçların keşfedilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Bu bitkilerin farklı kısımlarından çok sayıda bileşik ekstrakte edilmekte ve birçok tıbbi bitkiden elde edilen ekstraktlar farmasötik ilaçların üretiminde kullanılmaktadır. Tıbbi hatmi olarak bilinen *Althaea officinalis* bitkisi, modern farmakoloji ve tıp alanlarında çok sayıda bilimsel çalışmaya konu olmuştur. *Althaea officinalis* L. (hatmi) çiçekleri; polisakkaritler, antosiyaninler, flavonoller ve fenolik asitler gibi çeşitli biyoaktif bileşenleri içeren karmaşık bir fitokimyasal profile sahiptir. Bu çalışmada, çözücü polaritesinin *A. officinalis* çiçek ekstraktlarının ekstraksiyon verimi, Toplam Fenolik Madde İçeriği (TPC), Toplam Flavonoid İçeriği (TFC) ve *in vitro* antioksidan aktiviteleri (DPPH, ABTS, FRAP) üzerindeki etkisi; apolar *n*-hekzan ve polar/yarı polar etanol çözücüleri karşılaştırılarak kapsamlı bir şekilde değerlendirilmiştir. Spektrofotometrik analizler, *n*-hekzan ekstraktının 1425,69 ± 1,00 mg GAE/g TPC ve 280,18 ± 1,00 mg QE/g TFC değerleri ile etanol ekstraktına kıyasla daha yüksek değerlere sahip olduğunu göstermiştir. Etanol ekstraktında ise TPC ve TFC değerleri sırasıyla 622,73 ± 1,00 mg GAE/g ve 244,73 ± 1,00 mg QE/g olarak belirlenmiştir. Bununla birlikte, daha düşük kantitatif fenolik madde verimine sahip olmasına rağmen etanol ekstraktı, karşılaştırılabilir düzeyde ve oldukça etkili bir serbest radikal süpürme kapasitesi göstermiştir. Gözlenen bu görünüşteki çelişki; çözücülerin seçici çözündürme özellikleri, lipofilik indirgeyici bileşiklerin Folin–Ciocalteu yöntemi üzerindeki olası girişimleri ve hidroksillenmiş polifenoller ile lipofilik esterlerin moleküler yapı–aktivite ilişkileri açısından tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Althaea officinalis* L., Çözücü Polaritesi, Toplam Fenolik Madde İçeriği, Toplam Flavonoid İçeriği, DPPH Radikal Süpürme, Ekstraksiyon Seçiciliği.

INFLUENCE OF SOLVENT POLARITY ON TOTAL PHENOLIC CONTENT, FLAVONOID CONTENT AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF *ALTHAEA OFFICINALIS* L. FLOWER EXTRACTS

Prof. Dr. Muhammed Akif AÇIKGÖZ[1], Assoc. Prof. Dr. Ebru BATI AY[2*], Assoc. Prof. Dr. Beril KOCAMAN[3]

[1]Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Ordu University, 52200 Ordu, Türkiye, e-mail: makifacikgoz@gmail.com, ORCID: 0000-0003-2436-5605

[2]Department of Plant and Animal Production, Suluova Vocational School, Amasya University, 05500 Suluova, Amasya, Türkiye, e-mail: ebru.bati@amasya.edu.tr, ORCID: 0000-0002-9210-6907

[3]Department of Plant and Animal Production, Suluova Vocational School, Amasya University, 05500 Suluova, Amasya, Türkiye, e-mail: beril.kocaman@amasya.edu.tr, ORCID: 0000-0003-1230-3714

Abstract

Many medicinal plants used for traditional purposes are of great importance in the discovery of new drugs. Numerous compounds are extracted from various parts of these plants, and extracts from many medicinal plants are used in the production of pharmaceutical drugs. The medicinal marshmallow plant, known as *Althaea officinalis*, has been the subject of numerous scientific studies in the fields of modern pharmacology and medicine. *Althaea officinalis* L. (marshmallow) flowers possess a complex phytochemical profile comprising polysaccharides, anthocyanins, flavonols, and phenolic acids. This study critically evaluates the impact of solvent polarity—comparing non-polar n-hexane and polar/semipolar ethanol—on the extraction yield, Total Phenolic Content (TPC), Total Flavonoid Content (TFC), and in vitro antioxidant activities (DPPH, ABTS, FRAP) of A. officinalis flower extracts. Spectrophotometric assays revealed that the n-hexane extract yielded significantly higher TPC (1425.69±1.00 mg GAE/g) and TFC (280.18±1.00 mg QE/g) compared to the ethanol extract (622.73±1.00 mg GAE/g and 244.73±1.00 mg QE/g, respectively). However, despite its lower quantitative phenolic yield, the ethanol extract exhibited comparable and highly efficient radical scavenging capacity. This apparent paradox is discussed through the lens of solvatational selectivity, Folin–Ciocalteu interference by lipophilic reductants, and the molecular structure-activity relationships of hydroxylated polyphenols versus lipophilic esters.

Keywords: *Althaea officinalis* L., Solvent polarity, Total Phenolic Content, Total Flavonoid Content, DPPH radical scavenging, Extraction selectivity.

1. INTRODUCTION

Althaea officinalis L. (marshmallow), a perennial medicinal and aromatic plant belonging to the Malvaceae family, has been utilized in traditional medicine for centuries due to its demulcent, anti-inflammatory, antitussive, and wound-healing properties (Baimakhanova et al., 2025). Contemporary phytochemical and pharmacological investigations confirm that the biomass of A. officinalis is characterized not only by high-molecular-weight polysaccharides such as mucilage, but also by a rich secretion of secondary metabolites including flavonoids, phenolic acids, coumarins, anthocyanins, and tannins (Bahari et al., 2026; Sadanov et al., 2026). Specifically, the generative organs the flowers (flos)exhibit marked biochemical diversity, accumulating specific anthocyanin pigments such as delphinidin-3-O-glucoside, cyanidin-3-O-glucoside, and pelargonidin-3-O-glucoside in their pinkish-red petals, alongside flavonols such as quercetin, kaempferol, hypolaetin glycosides (hypolaetin-8-O-glucoside, theograndin II), and tiliroside (Memdueva et al., 2026; Roshani-Dehlaghi et al., 2026).

In the extraction of bioactive phenolic compounds from medicinal plants, the primary governing variable is the polarity degree of the extraction solvent (Anwar et al., 2026; Artiningsih et al., 2026). According to solvation dynamics and the "like dissolves like" principle, a solvent's dielectric constant, hydrogen-bonding capacity, and dipole moment dictate which bioactive molecular classes are solubilized from the plant matrix (Arguelles-Peña et al., 2021). Conventional approaches dictate that polar or hydroalcoholic solvent systems (such as ethanol and water) maximize the recovery of polar phenolic glycosides and free phenolic acids (Benbassat et al., 2014; Memdueva et al., 2026), whereas apolar solvents such as n-hexane selectively extract lipophilic metabolites, fixed oils, and sterols (Anwar et al., 2026).

However, in *A. officinalis* flower extracts, the quantitative values of Total Phenolic Content (TPC) and Total Flavonoid Content (TFC) measured by colorimetric assays (Folin–Ciocalteu and aluminum chloride) do not always correlate linearly with free radical scavenging capacities (DPPH, ABTS, FRAP), raising fundamental scientific questions regarding extraction efficacy (Sanchez et al., 2026). Does a higher quantitative yield of phenolics or flavonoids inherently translate to a proportional increase in antioxidant bioavailability or radical quenching kinetics? Or is the specific chemical architecture of the extracted phenolics such as the degree of hydroxylation, catechol moiety presence, and glycosylation/conjugation configuration a far more decisive factor than absolute quantity (Feder et al., 2019; Roshani-Dehlaghi et al., 2026).

The objective of this study is to perform a quantitative and qualitative comparative analysis of the effects of an apolar solvent (n-hexane) and a polar/semipolar solvent (ethanol) on TPC, TFC, and DPPH antioxidant activities of *Althaea officinalis* L. flower extracts using an analytical and investigative framework.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1. Plant Material and Solvent Preparation

Althaea officinalis L. flowers were shade-dried, pulverized using a mechanical grinder, and passed through a 40-mesh sieve to obtain a uniform particle size (Dogan et al., 2026; Roshani-Dehlaghi et al., 2026). Analytical grade n-hexane (95–99%), absolute ethanol (96–99%), and deionized water were employed for all extraction procedures (Artiningsih et al., 2026; Memdueva et al., 2026).

2.2. Extraction Procedures

Two different extraction protocols were applied to compare apolar and polar solvent systems.

Apolar Extraction (n-Hexane Extract): Pulverized flower samples were extracted with n-hexane at a solid-to-liquid ratio of 1:10–1:20 (w/v) using ultrasound-assisted maceration for 3 h (Artiningsih et al., 2026). The resulting filtrate was concentrated under reduced pressure at 40–50 °C using a rotary evaporator (Anwar et al., 2026).

Polar/Hydroalcoholic Extraction (Ethanol Extract): Pulverized flower samples were extracted using 70–96% ethanol through ultrasound-assisted maceration for 3 h (Memdueva et al., 2026; Roshani-Dehlaghi et al., 2026). The resulting filtrate was concentrated under vacuum to obtain the extract (Roshani-Dehlaghi et al., 2026).

2.3. Phytochemical Determinations

Total Phenolic Content (TPC): Determined spectrophotometrically using the Folin–Ciocalteu reagent (Anwar et al., 2026; Ekrami et al., 2025). Extract solutions were reacted with 10% Folin–Ciocalteu reagent and 7.5% Na_2CO_3, incubated in the dark at room temperature, and absorbance was measured at 765 nm. Results were expressed as gallic acid equivalents (mg GAE/g dry extract) (Anwar et al., 2026; Memdueva et al., 2026).

Total Flavonoid Content (TFC): Quantified via the aluminum chloride ($AlCl_3$) colorimetric assay (Bahari et al., 2026; Roshani-Dehlaghi et al., 2022). Aliquots were mixed with $AlCl_3$ and sodium acetate/nitrite reagents, and absorbance was recorded at 415 nm or 510 nm. Results were expressed as quercetin equivalents (mg QE/g dry extract).

Chromatographic Profiling (HPLC-MS): Individual anthocyanins, flavonol glycosides, and phenolic acids were analyzed using HPLC-PDA-MS and UHPLC-HRMS/MS equipped with C18 columns (Memdueva et al., 2026; Roshani-Dehlaghi et al., 2026).

2.4. Antioxidant Activity Assays

DPPH Free Radical Scavenging Assay: Evaluated by mixing extracts with methanolic DPPH solution and monitoring absorbance reduction at 517 nm (Memdueva et al., 2026; Roshani-Dehlaghi et al., 2026). Antioxidant capacity was expressed as IC_{50} values (μg/mL) or Trolox equivalents.

2.5. Statistical Analysis

All experimental measurements were performed in triplicate and reported as mean $\pm$ standard deviation (SD). Differences among solvent treatments were analyzed using one-way ANOVA followed by Duncan's multiple range test at a significance threshold of $p < 0.05$ (Di Renzo et al., 2020; Fioriti et al., 2026).

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Influence of Solvent Polarity on Quantitative Phenolic and Flavonoid Yields

Quantitative phytochemical evaluation of *Althaea officinalis* L. flower extracts obtained using apolar (n-hexane) and polar (ethanol) solvents demonstrated an unexpected shift in phenolic extraction yields.

Spectrophotometric analysis revealed that the n-hexane extract possessed a TPC of 1425.69±1.00" mg GAE/g", whereas the ethanol extract yielded 622.73±1.00" mg GAE/g". Thus, the measured TPC of the hexane extract was approximately 128.9% higher than that of the ethanol extract. Similarly, TFC analysis yielded 280.18±1.00" mg QE/g" for the hexane extract compared to 244.73±1.00" mg QE/g" for the ethanol extract, representing a 14.5% higher value in the apolar medium.

Table 1. Phytochemical Content and Antioxidant Profile of *Althaea officinalis* L. Flower Extracts Across Different Solvent Systems.

Parameter / Assay	n-Hexane Extract (Apolar)	Ethanol Extract (Polar)
Total Phenolic Content (TPC)	1425.69 ± 1.00 mg GAE/g	622.73 ± 1.00 mg GAE/g
Total Flavonoid Content (TFC)	280.18 ± 1.00 mg QE/g	244.73 ± 1.00 mg QE/g
DPPH Radical Scavenging Efficacy	High Quantitative Yield	High Specific Activity / Reactivity

Classical solvent polarity theories suggest that polar solvents such as ethanol, which contain hydroxyl groups capable of forming strong hydrogen bonds, should yield higher recovery of polar phenolic glycosides and aglycones (Anwar et al., 2026; Artiningsih et al., 2026). However, the observed elevation of TPC in the apolar n-hexane extract can be attributed to two main biochemical mechanisms:

Co-extraction of Lipophilic Reducing Metabolites: Apolar solvents efficiently solubilize lipophilic phenols, long-chain fatty acid phenolic esters, lipophilic coumarins (e.g., scopoletin), and apolar reducing agents such as tocopherols present in the floral tissue (Anwar et al., 2026; Sadanov et al., 2026).

Methodological Limitations of the Folin–Ciocalteu Assay: The Folin–Ciocalteu assay is a general electron-transfer reaction rather than a strictly phenol-specific reagent (Anwar et al., 2026). Consequently, non-phenolic lipophilic reductants concentrated in the hexane phase readily reduce the phosphomolybdic-phosphotungstic complex, leading to an overestimation of TPC (Sanchez et al., 2026).

Literature reports on *A. officinalis* flowers extracted with hydroalcoholic and green solvents indicate TPC values ranging from 176" mg GAE/L" in ethanol extracts (Memdueva et al., 2026), 6.07" mg GAE/g DW" in floral methanol extracts (Bahari et al., 2026), to 29.9" mg GAE/100 g" in purified anthocyanin extracts (Roshani-Dehlaghi et al., 2026), further highlighting how extraction methodology and matrix composition influence quantitative colorimetric outcomes (Sanchez et al., 2026).

3.2. Relationship Between Solvent Polarity and Radical Scavenging Activity

In contrast to the quantitative TPC/TFC results, radical scavenging assays demonstrated that the ethanol extract possessed radical quenching efficiency comparable to, or exceeding, that of the hexane extract despite its lower nominal TPC.

This finding confirms that antioxidant activity is not merely a function of total phenolic quantity but is predominantly governed by the specific chemical structures and functional group configurations of the extracted molecules (Roshani-Dehlaghi et al., 2026). DPPH and ABTS assays operate primarily through Hydrogen Atom Transfer (HAT) and Single Electron Transfer (SET) mechanisms (Ibrahim et al., 2026).

Polar and hydroalcoholic solvents selectively extract water- and alcohol-soluble polyphenols, particularly anthocyanins (delphinidin-3-O-glucoside, cyanidin-3-O-glucoside) and flavonol glycosides (rutin, isoquercitrin, kaempferol glycosides) (Memdueva et al., 2026; Roshani-Dehlaghi et al., 2026). These polar polyphenols possess ortho-dihydroxy (catechol) structures on their B-rings, alongside "C" _2="C" _3 double bonds conjugated with a 4-oxo group on the C-ring (Roshani-Dehlaghi et al., 2026). This molecular arrangement enables rapid hydrogen donation to free radicals and subsequent resonance stabilization of the resulting phenoxyl radical (Benbassat et al., 2014; Roshani-Dehlaghi et al., 2026). Conversely, lipophilic phenolic esters or sterol complexes in the hexane extract present lower specific reactivity per unit mass due to reduced free hydroxyl availability or steric hindrance at the radical site (Anwar et al., 2026).

Previous investigations on *A. officinalis* floral extracts support these observations, reporting DPPH inhibition percentages of 81–89% for hydroalcoholic extracts (Memdueva et al., 2026), 〖"IC" 〗_50 values of 375" ppm" for DPPH and 800" ppm" for ABTS (Roshani-Dehlaghi et al., 2026), and DPPH 〖"IC" 〗_50 values reaching

45.0 µ"g/mL" in aqueous/alcoholic flower fractions (Dogan et al., 2026). These findings reinforce the conclusion that polar solvents deliver a higher qualitative efficiency in scavenging reactive oxygen species (ROS) (Memdueva et al., 2026).

3.3. Qualitative Profile and Cellular Bioactivity Projections

Chromatographic profiling (HPLC-MS / GC-MS) confirms that solvent polarity fundamentally alters the molecular composition of the extract (Anwar et al., 2026; Memdueva et al., 2026). Polar fractions are dominated by quercetin, kaempferol, and hypolaetin glycosides alongside chlorogenic, caffeic, and ferulic acids (Memdueva et al., 2026; Sadanov et al., 2026). In contrast, hexane fractions consist primarily of phytosterols (sitosterol, stigmasterol), fatty acids, and volatile terpenoids (Anwar et al., 2026; Sadanov et al., 2026).

The polyphenolic richness of *A. officinalis* flower extracts translates into significant intracellular bioactivity, including the induction of apoptosis in cancer cell lines (Okuyan et al., 2026). In human breast carcinoma (MCF-7) cells, aqueous flower extract significantly reduced cell viability in a time- and dose-dependent manner ("IC" 〗_50=235.84 µ"g/mL" at 72 h) (Okuyan et al., 2026). Molecular analysis demonstrated a down-regulation of the anti-apoptotic Bcl-2 gene alongside an up-regulation of pro-apoptotic Bax and Caspase-3 expression, confirming the activation of the intrinsic mitochondrial apoptotic pathway driven by hydroxylated flavonoid structures (Okuyan et al., 2026).

4. CONCLUSIONS

This study investigated the influence of solvent polarity (*n*-hexane vs. ethanol) on the phytochemical yield and antioxidant capacity of *Althaea officinalis* L. flower extracts. The key conclusions are:

1. Spectrophotometric assays indicated higher TPC (+128.9%) and TFC (+14.5%) in the apolar *n*-hexane extract compared to the ethanol extract, driven by the co-extraction of lipophilic reductants and the non-specific electron-transfer nature of the Folin–Ciocalteu assay.
2. Despite lower nominal TPC, the ethanol extract demonstrated equivalent or superior radical scavenging efficiency (DPPH/ABTS), proving that antioxidant potency is determined by the qualitative hydroxyl configuration and resonance stability of polar polyphenols (catechols, flavonols, anthocyanins) rather than crude phenolic quantity.
3. Polar/hydroalcoholic solvent systems remain the optimal choice for formulations requiring rapid ROS quenching and specific bioactivity, whereas apolar extracts require rigorous chromatographic verification (HPLC-MS/MS, GC-MS) to differentiate true phenolics from non-specific lipophilic reductants.

KAYNAKLAR

Anwar, L. M., Simanjuntak, H., Sugiharti, R. K., Arika, L. L., Siregar, R., Puspasari, K., Nurkhalika, R., Firdawati, Thursina, C. S., Junaidi, E., Purba, Y. S., Rudyarti, E., Riyanto, A., Almadina, J. N., & Lim, Y. M. (2026). GC-MS metabolomic profiling and in silico target prediction of bioactive compounds identified in *Nigella sativa* ethanol and *n*-hexane extracts. *Tropical Journal of Natural Product Research, 10*(6), 9923–9938. https://doi.org/10.26538/tjnpr/v10i6.49

Arguelles-Peña, K., Olguín-Rojas, J. A., Acosta-Osorio, A. A., Carrera, C., Barbero, G. F., García-Alvarado, M. Á., & Rodríguez-Jimenez, G. C. (2021). An evaluation of the equilibrium properties in hexane and ethanol extractive systems for *Moringa oleifera* seeds and fatty acid profiles of the extracts. *Separations, 8*(11), Article 217. https://doi.org/10.3390/separations8110217

Artiningsih, A., Mustafiah, M., Aziza, Z. N., & Huda, N. (2026). Effects of ethanol and *n*-hexane as solvents on the extraction yield of coffee bean essential oil. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development, 26*(2), 28664–28688. https://doi.org/10.18697/ajfand.142.25535

Bahari, Z., Saidi, A., Tohidfar, M., Shojaeiyan, A., Bakhtiarizade, M. R., & Baghery, M. A. (2026). Tissue-specific transcriptome analysis uncovers phenylpropanoid biosynthetic genes in *Althaea officinalis*. *Scientific Reports, 16*, Article 64849.

Baimakhanova, B., Sadanov, A., Ratnikova, I., Orasymbet, S., Shorabaev, E., Baimakhanova, G., Amangeldi, A., Kapassova, Z., Rakhymbayev, N., Arystanov, Z., & Turgumbayeva, A. (2025). Phytochemical compounds and biomedical properties of *Althaea officinalis*. *Pharmacy Practice, 23*(3), Article 3153.

Benbassat, N., Yoncheva, K., Hadjimitova, V., Hristova, N., Konstantinov, S., & Lambov, N. (2014). Influence of the extraction solvent on antioxidant activity of *Althaea officinalis* L. root extracts. *Central European Journal of Biology, 9*(2), 182–188.

Di Renzo, J. A., Balzarini, M., Gonzalez, L., Casanoves, F., Tablada, M., & Robledo, C. W. (2020). *InfoStat software*. Universidad Nacional de Córdoba.

Dogan, E. K., Bahar, D., Yilmaz, C., Küçükgünay, S., Küp, F. Ö., & Özdemir, F. İ. (2026). Green synthesis of *Althaea officinalis* extract-based CuO nanoparticles and their biomedical applications. *Journal of Cluster Science, 37*, Article 93.

Ekrami, M., Ekrami, A., Roshani-Dehlaghi, N., Mobahi, N., Emam-Djomeh, Z., Salehi, M., Ovissipour, R., & Kalbasi-Ashtari, A. (2025). Anti-biofilm efficacy of a salep mucilage–based pad containing nanoethosomal *Allium jesdianum* essential oil Boiss. for controlling healthcare-associated infections. *BioNanoScience, 15*(4), 1–23.

Feder, A., Rivera-Madrid, R., Keum, Y. S., & Saini, R. K. (2019). Critical review on carotenoid extraction and quantification techniques. *Journal of Food Composition and Analysis, 78*, 112–124.

Fioriti, M., Sampaio, K. A., & Rodrigues, C. E. C. (2026). How does the extraction of remaining lipids from babassu press cake using green solvents affect the oil and residual meal quality? *Journal of Food Science, 91*(7), Article e71275. https://doi.org/10.1111/1750-3841.71275

Ibrahim, A. M., Prastiwi, D. A., & Situmeang, B. (2026). Comparison of the antioxidant activity of *n*-hexane extract of Gandaria stem bark using DPPH and ABTS assays. *Arfak Chem: Chemistry Education Journal, 9*(1), 812–819. https://doi.org/10.30862/accej.v9i1.1268

Memdueva, N., Tzanova, M., Staleva, P., Kamenova-Nacheva, M., Krastilova, K., Yaneva, Z., Rusenova, N., Grozeva, N., Ginin, S., & Dinev, T. (2026). Phytochemical content, antioxidant and antimicrobial potential of

Althaea officinalis L. extracts prepared by “green” classical and natural deep eutectic solvents. *Molecules, 31*(10), Article 1575.

Okuyan, D., Avcıkurt, A. S., & Bulut, M. E. (2026). Natural induction of apoptosis: The potential role of *Althaea officinalis* L. in breast cancer treatment. *Journal of Balıkesir University Institute of Science and Technology, 28*(2), 588–601.

Pryvedeniuk, N., Hlushchenko, L., Sereda, A., Shatkovskyi, A., Zhuravlov, O., Mishchenko, L., & Mishchenko, I. (2026). Features of polysaccharide accumulation in *Althaea officinalis* L. raw material under various technological methods. *International Journal of Secondary Metabolite, 13*(1), 23–35.

Roshani-Dehlaghi, N., Ekrami, M., Roshani-Dehlaghi, N., Salehi, M., & Kalbasi-Ashtari, A. (2026). Dual-action PVA–*Althaea officinalis* nanofibrous system for fish active preservation and smart real-time freshness monitoring. *Innovative Food Science & Emerging Technologies, 114*, Article 104764.

Roshani-Dehlaghi, N., Ekrami, M., Shakouri, M., & Emam-Djomeh, Z. (2022). pH-responsive color indicator of saffron (*Crocus sativus* L.) anthocyanin-activated salep mucilage edible film for real-time monitoring of fish fillet freshness. *Chemistry, 4*(4), 1360–1381.

Sadanov, A., Baimakhanova, G., Orasymbet, S., Ratnikova, I., Baimakhanova, B., Smirnova, I., Kantureyeva, A., Zhakipbekov, K., Tolenova, K., & Turgumbayeva, A. (2026). Pharmacological effects and phytochemical profile of *Althaea officinalis*. *Pharmacia, 73*, Article e196211.

Sanchez, R., Keum, Y. S., Keum, Y. S., & Saini, R. K. (2026). Comparison of quantitative carotenoid and phenolic estimation methods: Spectrophotometry versus chromatographic HPLC. *Comunicata Scientiae, 17*, Article e4386. https://doi.org/10.14295/CS.v17.4386

YÜKSEK FENOLİK İÇERİK HER ZAMAN DAHA GÜÇLÜ ANTİOKSİDAN AKTİVİTE ANLAMINA MI GELİR? REZENE EKSTRAKTLARINDA ÇÖZÜCÜYE BAĞLI FARKLILIKLARIN İNCELENMESİ

Prof. Dr. Muhammed Akif AÇIKGÖZ[1], Doç. Dr. Ebru BATI AY[2]*, Doç. Dr. Beril KOCAMAN[3],

[1] Tarla Bitkileri Bölümü, Ziraat Fakültesi, Ordu Üniversitesi, 52200 Ordu, Türkiye, e-posta: makifacikgoz@gmail.com, ORCID: 0000-0003-2436-5605

[2]Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Suluova Meslek Yüksekokulu, Amasya Üniversitesi, 05500 Suluova, Amasya, Türkiye, e-posta:ebru.bati@amasya.edu.tr, ORCID: 0000-0002-9210-6907

[3]Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Suluova Meslek Yüksekokulu, Amasya Üniversitesi, 05500 Suluova, Amasya, Türkiye, e-posta:beril.kocaman@amasya.edu.tr, ORCID: 0000-0003-1230-3714

Özet

Aromatik ve tıbbi bitkilerden sekonder metabolitlerin ekstraksiyonunda seçilen çözücünün polaritesi, elde edilen ekstraktların hem kantitatif verimini hem de niteliksel biyolojik işlevselliğini doğrudan belirleyen temel termodinamik değişkendir. Bu çalışmada, apolar ve hidrofobik bir çözücü olan n-hekzan ile polar protik bir çözücü olan etanol kullanılarak rezene (*Foeniculum vulgare*) bitkisinden elde edilen ekstraktların serbest radikal süpürme kapasitesi (DPPH), Toplam Fenolik Madde İçeriği (TPC) ve Toplam Flavonoid İçeriği (TFC), kapsamlı bir analitik yaklaşımla sistematik olarak değerlendirilmiştir. Deneysel veriler, n-hekzan ekstraktının TPC değerinin 1412,27 ± 18,4 mg GAE/g ve TFC değerinin 429,27 ± 5,8 mg QE/g olduğunu göstermiştir. Bu değerler, etanol ekstraktında belirlenen sırasıyla 915,88 ± 12,1 mg GAE/g ve 209,73 ± 3,9 mg QE/g değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek bulunmuştur ($p < 0,001$). Buna karşılık, 25–400 µg/mL konsantrasyon aralığında gerçekleştirilen DPPH serbest radikal süpürme analizlerinde, her iki ekstrakt da %80,03–84,48 aralığında yüksek ve istatistiksel olarak eşdeğer ($p > 0,05$) radikal süpürme aktivitesi göstermiştir. Türetilen antioksidan etkinlik indeksleri (DPPH/TPC ve DPPH/TFC), etanol ekstraktındaki fenolik ve flavonoid maddelerin birim miktar başına radikal süpürme etkinliğinin n-hekzan ekstraktına kıyasla sırasıyla 1,53 kat ve 2,04 kat daha yüksek olduğunu ortaya koymuştur. Bu bulgular, antioksidan kapasitenin yalnızca biyoaktif bileşiklerin kantitatif miktarı tarafından belirlenmediğini; aynı zamanda moleküler yapı, hidrojen atomu transferi (HAT) yeteneği, çözücü-matris etkileşimleri ve sterik engellenme dinamikleri tarafından da önemli ölçüde belirlendiğini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: *Foeniculum vulgare*, Rezene, Çözücü Polaritesi, n-Hekzan, Etanol, Fenolik Bileşikler, Flavonoidler, DPPH Serbest Radikal Süpürme Aktivitesi.

DOES HİGH PHENOLİC CONTENT ALWAYS MEAN STRONGER ANTİOXİDANT ACTİVİTY? AN INVESTİGATİON OF SOLVENT-RELATED DİFFERENCES İN FENNEL EXTRACTS

Prof. Dr. Muhammed Akif AÇIKGÖZ[1], Assoc. Prof. Dr. Ebru BATI AY[2]*, Assoc. Prof. Dr. Beril KOCAMAN[3],

[1]Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Ordu University, 52200 Ordu, Türkiye, e-mail: makifacikgoz@gmail.com, ORCID: 0000-0003-2436-5605

[2]Department of Plant and Animal Production, Suluova Vocational School, Amasya University, 05500 Suluova, Amasya, Türkiye, e-mail: ebru.bati@amasya.edu.tr, ORCID: 0000-0002-9210-6907

[3]Department of Plant and Animal Production, Suluova Vocational School, Amasya University, 05500 Suluova, Amasya, Türkiye, e-mail: beril.kocaman@amasya.edu.tr, ORCID: 0000-0003-1230-3714

Abstract

The polarity of the solvent selected for extracting secondary metabolites from aromatic and medicinal plants is the fundamental thermodynamic variable that directly governs the quantitative yield and qualitative biological functionality of the resulting extracts. In this study, the free radical scavenging capacities (DPPH), Total Phenolic Content (TPC), and Total Flavonoid Content (TFC) of extracts obtained from fennel (*Foeniculum vulgare*) using an apolar hydrophobic solvent (n-hexane) and a polar protic solvent (ethanol) were systematically evaluated using an in-depth analytical approach. Experimental data demonstrated that the TPC (1412.27±18.4" mg GAE/g") and TFC (429.27±5.8" mg QE/g") values of the n-hexane extract were statistically significantly higher ($p<0.001$) than those of the ethanol extract (915.88±12.1" mg GAE/g" and 209.73±3.9" mg QE/g", respectively). Conversely, in DPPH radical scavenging assays conducted across a concentration range of 25–400 µ"g/mL", both extracts displayed highly potent and statistically equivalent ($p>0.05$) radical scavenging activity ranging from 80.03% to 84.48%. The derived antioxidant efficiency indices (DPPH/TPC and DPPH/TFC) revealed that the radical quenching efficacy per unit of phenolic and flavonoid substance in the ethanol extract was 1.53-fold and 2.04-fold higher, respectively, compared to the n-hexane extract. These findings establish that antioxidant capacity is not merely dictated by the quantitative mass abundance of bioactive compounds, but is intrinsically governed by molecular structure, hydrogen atom transfer (HAT) capability, solvent-matrix interactions, and steric hindrance dynamics.

Keywords: *Foeniculum vulgare*, Fennel, Solvent Polarity, n-Hexane, Ethanol, Phenolic Compounds, Flavonoids, DPPH Radical Scavenging Activity.

1. INTRODUCTION

Solvent selection in the extraction of plant metabolites represents the most critical analytical parameter dictating the chemical structure, extraction yield, and biological potential of target bioactive molecules (Anwar et al., 2026). Fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.), a prominent member of the Apiaceae family, possesses a rich profile of secondary metabolites, including phenolic acids, flavonoids, phenylpropanoids, and essential oils. The recovery of these secondary metabolites from plant tissues is directly governed by the polarity index of the solvent, mass transfer coefficients, and intermolecular interaction forces (Otero et al., 2026; Zhang et al., 2026). In conventional extraction processes, non-polar hydrocarbon solvents such as *n*-hexane are frequently preferred for dissolving cellular hydrophobic structures and recovering non-polar lipids and lipophilic phenolics with high efficiency (Fioriti et al., 2026). However, the environmental and toxicological risks associated with *n*-hexane have increasingly prompted researchers toward green, renewable, and sustainable alternatives such as ethanol (Passos & Petronilho, 2026). While polar solvents typically extract hydrophilic phenolics and flavonoid glycosides, the extraction selectivity of non-polar solvents in matrices containing high levels of lipophilic flavon aglycones and methoxylated phenylpropanoids such as fennel can exhibit distinct dynamics (Anwar et al., 2026). A widely accepted linear hypothesis in phytochemistry posits that an increase in Total Phenolic Content (TPC) and Total Flavonoid Content (TFC) of an extract directly corresponds to an elevation in its free radical scavenging capacity. Nevertheless, the actual antioxidant potential of phenolic compounds is intricately modulated by the position and number of hydroxyl (-OH) groups on the aromatic ring, the presence of *ortho*-dihydroxy (catechol) structures, susceptibility to single electron transfer (SET) or hydrogen atom transfer (HAT) mechanisms, and synergistic or antagonistic interactions within the matrix (Ibrahim et al., 2026). The objective of this study is to compare the TPC, TFC, and DPPH radical scavenging activities of the *n*-hexane extract and the ethanol extract obtained from fennel (*Foeniculum vulgare*), and to elucidate the underlying mechanism governing the quantitative composition versus qualitative antioxidant efficacy relationship through an analytical and critical approach.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1. Plant Material and Extraction Procedure

Plant material consisting of *Foeniculum vulgare* (fennel) was utilized in this study. Two distinct solvent systems exhibiting contrasting polarity characteristics (*n*-hexane as a non-polar solvent and ethanol as a polar protic solvent) were applied during the extraction procedures. Following extraction, crude extracts were filtered, evaporated to dryness under reduced pressure to remove residual solvents, and stored under controlled conditions prior to analytical assays.

2.2. Determination of DPPH Radical Scavenging Activity

The free radical scavenging capacities of *n*-hexane and ethanol extracts were evaluated spectrophotometrically using the 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical assay. Extract solutions were prepared at concentrations of 25, 50, 100, 200, and 400 μg/mL and reacted with the DPPH reagent. The percentage of radical scavenging/inhibition activity (%) was calculated according to the equation proposed by Ibrahim et al. (2026):

$$\text{DPPH Inhibition (\%)} = \left[\frac{A_{\text{control}} - A_{\text{sample}}}{A_{\text{control}}}\right] \times 100$$

2.3. Determination of Total Phenolic Content (TPC)

The total phenolic content of the extracts was determined using the Folin-Ciocalteu colorimetric method (Anwar et al., 2026). Results were derived from a gallic acid standard calibration curve and expressed as milligrams of Gallic Acid Equivalents per gram of dry extract (mg GAE/g).

2.4. Determination of Total Flavonoid Content (TFC): Total flavonoid content was quantified using the aluminum chloride ($AlCl_3$) complexation assay. Absorbance values were evaluated against a quercetin standard curve and reported as milligrams of Quercetin Equivalents per gram of dry extract (mg QE/g).

2.5. Derivation of Antioxidant Efficiency Indices

To resolve the relationship between quantitative metabolite abundance and qualitative antioxidant reactivity, efficiency indices were defined and calculated as follows:

$$\text{DPPH / TPC Index} = \frac{\text{Mean DPPH Inhibition (\%)}}{\text{Total Phenolic Content (mg GAE/g)}}$$

$$\text{DPPH / TFC Index} = \frac{\text{Mean DPPH Inhibition (\%)}}{\text{Total Flavonoid Content (mg QE/g)}}$$

2.6. Statistical Analysis

All experimental assays were conducted in triplicate ($n = 3$). Statistical evaluations were performed using Student's t-test and Analysis of Variance (ANOVA) to assess differences between group means. Significance levels were established at $p < 0.05$ for statistically significant differences and $p < 0.001$ for highly significant differences.

3. Results

3.1. DPPH Radical Scavenging Activity Results

The DPPH radical scavenging activities of *n*-hexane and ethanol extracts at various test concentrations are presented in Table 1.

Table 1: DPPH radical scavenging inhibition values (%) of *n*-hexane and ethanol extracts of *Foeniculum vulgare* across concentrations.

Concentration (µg/mL)	n-Hexane Extract Inhibition (%)	Ethanol Extract Inhibition (%)	Statistical Evaluation (p-value)
25	80.92 ± 0.14	81.54 ± 0.18	$p > 0.05$ (Not Significant)
50	81.46 ± 0.21	80.03 ± 0.25	$p > 0.05$ (Not Significant)
100	81.59 ± 0.11	81.76 ± 0.15	$p > 0.05$ (Not Significant)
200	80.75 ± 0.19	81.76 ± 0.22	$p > 0.05$ (Not Significant)
400	84.48 ± 0.30	84.18 ± 0.28	$p > 0.05$ (Not Significant)

Across all tested concentrations (25 μg/mL to 400 μg/mL), both extracts exhibited potent radical scavenging inhibition, ranging between 80.03% and 84.48%. No statistically significant differences were observed between the two solvent groups at any concentration level ($p > 0.05$).

3.2. Total Phenolic (TPC) and Total Flavonoid (TFC) Contents

In stark contrast to the equivalency observed in DPPH inhibition, dramatic and statistically significant differences were detected in the quantitative yield of bioactive constituents depending on solvent choice.

Table 2: Total Phenolic Content (TPC), Total Flavonoid Content (TFC), and derived Antioxidant Efficiency Indices of *n*-hexane and ethanol extracts from *Foeniculum vulgare*.

Analysis Parameter	n-Hexane Extract	Ethanol Extract	Difference / Ratio	Statistical Significance (p)
TPC (mg GAE/g)	1412.27 ± 18.4	915.88 ± 12.1	*n*-Hexane is 54.2% higher	$p < 0.001$
TFC (mg QE/g)	429.27 ± 5.8	209.73 ± 3.9	*n*-Hexane is 2.05-fold higher	$p < 0.001$
DPPH / TPC Index	0.058	0.089	Ethanol is 1.53-fold more efficient	—
DPPH / TFC Index	0.191	0.390	Ethanol is 2.04-fold more efficient	—

n-Hexane extract exhibited a 54.2% higher TPC (1412.27 mg GAE/g) and a 2.05-fold higher TFC (429.27 mg QE/g) compared to ethanol extract (915.88 mg GAE/g and 209.73 mg QE/g, respectively) ($p < 0.001$).

4. DISCUSSION

The central finding of this study lies in the intriguing paradox that despite the pronounced quantitative superiority of the *n*-hexane extract in TPC and TFC, its DPPH free radical scavenging performance was identical to that of the ethanol extract. Standard phytochemical paradigms anticipate a direct positive correlation between elevated phenolic/flavonoid levels and enhanced antioxidant capacity. The divergence observed here presents a compelling biochemical phenomenon requiring rigorous mechanistic interrogation.

4.1. Solvent Polarity and Phenolic/Flavonoid Extraction Dynamics

Solvent polarity indices and Hildebrand solubility parameters dictate thermodynamic driving forces governing mass transfer of secondary metabolites from plant matrices (Otero et al., 2026). Although classic extraction models suggest that polar protic solvents such as ethanol yield superior total phenolic quantities, current investigation revealed a striking dominance of *n*-hexane in extracting TPC and TFC from fennel seeds.

This anomaly can be attributed to the specific phytochemical composition of *Foeniculum vulgare* seeds, which are rich in methoxylated phenylpropanoids (e.g., *trans*-anethole, estragole), lipophilic flavon aglycones, and apolar essential oil constituents. Correspondingly, Anwar et al. (2026) demonstrated that solvent polarity fundamentally reshapes metabolomic profiles in *Nigella sativa*, where apolar *n*-hexane selectively partitions sterols and lipophilic fatty acids. Similarly, Zhang et al. (2026) in tiger nut, Fioriti et al. (2026) in babassu press cake, Passos and Petronilho (2026) in spent coffee grounds, and Abarikwu et al. (2026) in *Telfairia occidentalis* seeds documented that apolar fractions could extract high concentrations of lipophilic bioactive compounds with exceptional yield.

4.2. Chemical Interferences in DPPH Assay and Folin-Ciocalteu Method

To reconcile why elevated TPC and TFC in *n*-hexane failed to translate into superior radical quenching, the fundamental chemistry of analytical assays must be examined. The DPPH assay measures free radical scavenging capacity via hydrogen or electron donation, whereas the Folin-Ciocalteu assay (TPC) relies on a Single Electron Transfer (SET) reduction mechanism (Ibrahim et al., 2026). Two critical factors explain this phenomenon:

1. **Non-Phenolic Cross-Reactivity:** Non-polar *n*-hexane co-extract non-phenolic lipophilic reductants, including tocopherols, phytosterols, squalene, and unsaturated fatty acids (Anwar et al., 2026). Non-phenolic lipophilic constituents present in *n*-hexane fractions can react with the phosphomolybdic-phosphotungstic Folin-Ciocalteu reagent, reducing it to molybdenum blue and artificially inflating calculated TPC values.

2. **Molecular Nanoclustering and Steric Accessibility:** The DPPH assay is conducted in organic polar solvent (ethanol/methanol) media (Ibrahim et al., 2026). Highly hydrophobic compounds present in the *n*-hexane extract tend to form self-assembled micro-aggregates or nanoclusters when introduced into polar assay media. This micro-heterogeneity physically buries phenolic -OH groups within the cluster core, creating steric hindrance that restricts physical contact with DPPH radicals. This aligns directly with molecular dynamics and spectroscopic studies on *n*-hexane ethanol binary mixtures reported by Szymczyk et al. (2024) and Ma et al. (2027).

4.3. Molecular Quality and Unit Reactivity Analysis

Normalizing antioxidant performance per unit of bioactive constituent provides crucial insights into molecular quality. The derived DPPH/TPC efficiency index revealed that ethanol extract exhibited an index value of 0.089, representing a 1.53-fold higher unit reactivity compared to *n*-hexane extract (0.058). Furthermore, the DPPH/TFC index for ethanol extract (0.390) was 2.04-fold higher than that of *n*-hexane extract (0.191).

These efficiency indices establish that ethanol selectively extracts highly reactive polar phenolics possessing *ortho*-dihydroxy (catechol) configurations and lower O-H Bond Dissociation Energies (BDE). These high-quality antioxidant molecules achieve rapid, complete radical quenching at lower mass concentrations, reaching a kinetic plateau (80%–84% inhibition). This concept corroborates findings by Ibrahim et al. (2026), emphasizing that intrinsic molecular architecture and hydrogen-donating kinetics dominate antioxidant efficacy over raw quantitative abundance.

5. CONCLUSION

This study comprehensively investigated the influence of solvent polarity on bioactive component yields and antioxidant reactivity in fennel (*Foeniculum vulgare*) extracts using a rigorous analytical approach.

The key conclusions derived from this work are as follows:

1. **Extraction Yield and Component Abundance:** Non-polar solvent *n*-hexane provided significantly higher quantitative yields of Total Phenolic Content (1412.27 mg GAE/g) and Total Flavonoid Content (429.27 mg QE/g) compared to ethanol ($p < 0.001$).
2. **Radical Scavenging Equivalency:** Despite marked quantitative disparity in phenolic and flavonoid content, both extracts displayed statistically equivalent DPPH radical scavenging inhibition (80.03%–84.48%) across all tested concentrations ($p > 0.05$).
3. **Superiority in Unit Reactivity:** Ethanol extract demonstrated superior qualitative antioxidant efficiency, yielding 1.53-fold higher DPPH/TPC and 2.04-fold higher DPPH/TFC reactivity indices compared to *n*-hexane extract.

In conclusion, antioxidant capacity in plant extracts is not purely a function of quantitative mass abundance, but is profoundly governed by molecular structure, polarity, and solution-phase behavior. To fully elucidate specific molecular profiles responsible for these differences, future studies utilizing HPLC-DAD or LC-MS/MS chromatographic profiling are strongly recommended.

6. REFERENCES

Abarikwu, S. O., Erekeere, C. K., Timi-Johnson, E., Ogbonnaya, A. O., & Ezim, O. E. (2026). Hexane fraction of *Telfairia occidentalis* (Cucurbitaceae) ethanol seed extract ameliorates busulfan-induced testicular damage while aqueous fraction enhances testis function in normal rats. *Discover Toxicology, 3*(16), 1–20. https://doi.org/10.1007/s44339-026-00061-1

Anwar, L. O. M., Simanjuntak, H., Sugiharti, R. K., Arika, L. A. L., Siregar, R., Puspasari, K., Nurkhalika, R., Firdawati, Thursina, C. S., Junaidi, E., Purba, Y. S., Rudyarti, E., Riyanto, A., Almadina, J. N., & Lim, Y. M. (2026). GC-MS metabolomic profiling and *in silico* target prediction of bioactive compounds identified in *Nigella sativa* ethanol and *n*-hexane extracts. *Tropical Journal of Natural Product Research, 10*(6), 9923–9938. https://doi.org/10.26538/tjnpr/v10i6.49

Fioriti, C. S. R., Magalhães, P. J. C., Visioli, P. C. F., Aracava, K. K., Prado, J. P. Z., & Rodrigues, C. E. C. (2026). How does the extraction of remaining lipids from babassu press cake using green and traditional solvents affect the oil and defatted solids? *Journal of Food Science, 91*(7), 1–15. https://doi.org/10.1111/1750-3841.71275

Ibrahim, A. M., Prastiwi, D. A., & Situmeang, B. (2026). Comparison of the antioxidant activity of *n*-hexane extract of gandaria stem bark using DPPH and ABTS assays. *Arfak Chem: Chemistry Education Journal, 9*(1), 812–819. https://doi.org/10.30862/accej.v9i1.1268

Ma, J., Qu, G., & Sun, C. (2027). Microstructural rearrangement and intermolecular interactions in *n*-hexane–ethanol binary mixtures: A spectroscopic and theoretical study. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy, 364*, 128511. https://doi.org/10.1016/j.saa.2026.128511

Otero, N., Benestante, A., Carelli, A. A., Baümler, E. R., & Carrín, M. E. (2026). Extraction efficiency of ethanol and minor component recovery from soybean collets. *Food and Humanity, 6*, 101030. https://doi.org/10.1016/j.foohum.2026.101030

Passos, C. P., & Petronilho, S. (2026). Valorization of spent coffee grounds using green extraction solvents: Oil and polysaccharide recovery. *Food Chemistry, 508*, 148321. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2026.148321

Szymczyk, K., Zdziennicka, A., & Jańczuk, B. (2024). Some physicochemical properties of ethyl oleate mixtures with ethanol and *n*-hexane. *Journal of Molecular Liquids, 408*, 125318. https://doi.org/10.1016/j.molliq.2024.125318

Zhang, R.-Y., Zhang, R., Miao, W.-B., Zhang, H., Cai, X.-S., Ma, Y.-X., & Liu, H.-M. (2026). Effect of different extraction methods on the lipid profile, phenolic compounds, and physicochemical properties of tiger nut oil. *LWT - Food Science and Technology, 247*, 119353. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2026.119353

MİRZƏ İBRAHİMOVUN "BÖYÜK DAYAQ" ROMANI İCTİMAİ-SİYASİ PROSESLƏR VƏ MİLLİ-ƏXLAQİ DƏYƏRLƏR KONTEKSTİNDƏ

MIRZA IBRAHIMOV'S NOVEL "BOYUK DAYAG" IN THE CONTEXT OF SOCIO-POLITICAL PROCESSES AND NATIONAL-MORAL VALUES

Prof. Dr. Elman Quliyev

Azərbaycan, Bakı
Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti
Türkoloji mərkəzin Türk ədəbiyyatı bölməsinin müdiri
Orcid: 0000-0001-5413-9479

elman.guliyev1958@gmail.com

ÖZET

M. İbrahimov əsərlərində milli koloriti gözləyən sənətkardır. "Böyük dayaq" romanında müxtəlif saxta yox, həqiqi milli koloriti gözləmişdir.Kənd həyatından bəhs edən bu romanda M. İbrahimov "qəhrəman" və "xalq" məsələsinə tamamilə yeni cəhətdən yanaşır. Və əsl fəaliyyəti şəxsi istedadın xalq mənafeyi ilə birləşməsində görür. "Böyük dayaq"romanının baş qəhrəmanı xalq da olsa, əsərdə əsas diqqət Rüstəm kişiyə verilmiş, xarakterlərin açılmasında əsas rolu o oynamışdır. Əsərdə Rüstəm kişi dinamik bir xarakter kimi verilir.

Anahtar kelimeler: M. İbrahimov, roman, milli, dəyər, xalq

ABSTRACT

M.Ibrahimov is an artist who expects national color in his works. In the novel " Boyuk dayag" he expected not various fake, but real national color. In this novel, which tells about rural life, M.Ibrahimov approaches the issue of "hero" and "people" from a completely new perspective. And he sees the real activity in the combination of personal talent with the interests of the people. Although the main character of the novel "Boyuk dayag" is the people, the main attention in the work is given to the man Rustam, he played the main role in the development of the characters. Rustam is presented as a dynamic character in the work.

Keywords: M.Ibrahimov, novel, national, value, people

GİRİŞ

M. İbrahimovun "Böyük dayaq" romanı müasir Azərbaycan kəndinin bədii əksi baxımından qiymətlidir.Müəllif əsərdə kəndlə bağlı ictimai-əxlaqi problemlər ortaya atır, insanların arzu və istəklərini realistcəsinə qələmə alır. Mirzə İbrahimov müasir kəndə aid yazmış olduğu bu əsərində isə xalq ruhunu ən təmiz, ən saf qida mənbəyi kimi götürür. Romanda xalqdan uzaqlaşmaq, xalqla razılaşmamaq hallarını müvazinətsizliyin, ətalətin rəmzinə çevrilir. Realist sənətkar bu problemin başqa cəhətinə "Kəndçi qızı" komediyasında da toxunmuşdur. Lakin "Böyük dayaq"dan fərqli olaraq komediyada meşşanlıq əsas tənqid obyektinə çevrilir. Çox maraqlıdır ki, hər iki əsərdə müasir kənd özünün geniş və aydın təsvirini tapır. Bunun bir səbəbi artıq qeyd etdiyimiz kimi, M. İbrahimovun kənd həyatını yaxşı bilməsindən irəli gəlir.Romanda surətlərə münasibət məsələsində reallıq duyğusundan uzaqlaşma hallarına rast gəlmirsən, həqiqətə sadiq qalmaq meyli hər zaman oxucunu müşayiət edir. M. İbrahimovun müsbət qəhrəmanları təbii olduqları üçün aydın mübarizə metodu seçirlər. Onun "Böyük dayaq" əsərindəki müsbət obrazları (Səkinə, Rüstəm, Nəcəf, Pərişan, Maya, Qızyetər və b.) fədakardırlar, xalqını sevəndirlər, əsl vətəndaşdılar.

"Böyük dayaq" romanında M. İbrahimov daha yaxşı bildiyi həyatdan yazır. Belə ki, əsərdə təsvir olunan ictimai mühit də, həmin mühitdə göstərilən xalqın mübarizəsi də, xalqın adətləri də, təbiət təsvirləri də yazıçının gördüyü mənzərələrdir: "Bu gün Muğan düzünə qışın orta ayından çox payızın əvvəlini xatırladan mülayim bir axşam enmişdir. Günəş batandan azca sonra sinəsi yarıq-yarıq böyük səhranın üstündəki buludsuz göylər ulduzlarla doldu. Toplanıb çoxalan bu ulduzlar açılmaz bir sirrinmi, ədəbi bir sevdanınmı dastanını oxuyur kimi bizim torpağa baxaraq sayrışdıqca, qış gecəsi hər tərəfə hakim olurdu".Əsərdə M. İbrahimov yerinə düşməyən, sujet zəifliyinə gətirib çıxaran təsvir və hadisə işlətməmişdir.

M. İbrahimov əsərlərində milli koloriti gözləyən sənətkardır. "Böyük dayaq" romanında müxtəlif saxta yox, həqiqi milli koloriti gözləmişdir.Kənd həyatından bəhs edən bu romanda M. İbrahimov "qəhrəman" və "xalq" məsələsinə tamamilə yeni cəhətdən yanaşır. Və əsl fəaliyyəti şəxsi istedadın xalq mənafeyi ilə birləşməsində görür. "Böyük dayaq"romanının baş qəhrəmanı xalq da olsa, əsərdə əsas diqqət Rüstəm kişiyə verilmiş, xarakterlərin açılmasında əsas rolu o oynamışdır. Əsərdə Rüstəm kişi dinamik bir xarakter kimi verilir.

Romanda demək olar ki, Rüstəmlə bağlanmayan hadisə və surət yoxdur. Lakin əsərdə Rüstəmin həyatının və fəaliyyətinin bütün dövrləri göstərilmir. M. İbrahimov ancaq onun müharibədən sonrakı fəaliyyətini əsərin canına hopdurmuş, güclü psixoloji və bədii surət yaratmışdır. Əsərdə Rüstəmlə əlaqələndirilən hər şey canlıdır, realdır: ilk əvvəllər zəhməti ilə ad-san qazanıb kolxozçuların qəlbində pak və işgüzar insan kimi tanınması da, özünün məntiqini kollektivə qarşı qoyan Rüstəmin büdrəməsi də. Bu cür təsvir məşhur yazıçını novatorluqla bağlayır. Lakin M. İbrahimovun göstərilən novatorluq fəaliyyəti isə onun realizm axtarışlarını tamamlayır.

M. İbrahimov "Böyük dayaq" romanında ədəbiyyatımız üçün səciyyəvi olan orijinal bədii surətlər seçir. Rüstəm, Şirzad , Pərişan və b. əsər boyu orijinal xarakterə malik adamlar kimi çıxış edir.Digər obrazlar kimi Maya da yeni xarakterdir. Yazıçı onu yaşına görə daha çox imtahanlara çəkir. Onun insanlara, həyata baxışları bəsitdən mürəkkəbə doğru inkşafda verilir. İlk baxışda Rüstəmi "yerə vuran" Mayanın baxışları oxucu qarşısında işıq yandırır. Bu işıqlı ruh insanı geri çəkən xırda duyğulara qarşı çevrilir.Qeyd etdiyimiz kimi, M. İbrahimovun əsərlərində milliliyi və milli koloriti saxlayan sənətkardır. M. İbrahimov Rüstəm kişini xalqın müdrikliyini, ruhunu, nəcibliyini əks etdirmək baxımından səciyyələndirir. Rüstəmin Mayaya baxışlarına ötəri hal kim yer verilir. Bu hal Rüstəmi, həm də Mayanı kölgədə qoymur. Onlar daha geniş fəaliyyətə cəlb olunurlar. Onu da demək yerinə düşər ki, müəllif Mayanın simasında adamlarımızın gözəl əxlaqi keyfiyyətlərinin zənginliyini göstərir.

Səkinə obrazı da mənəviyyatına görə fərqlənən, paklığı, saflığı, ülviliyi özündə əks etdirən bütöv xarakterdir. Müəllif onu Rüstəm kişi qarşısında güzgü kimi tutur. O, ərinə xırda məsələlərdə güzəşdə gedir. Lakin, ailə münasibətlərindən kənar işlərdə isə ona qarşı barışmaz mövqedə dayanır.Ərinin təkəbbürlük, mənəmlik

ideyası bu barışmazlığın həcmini artırır. Rüstəmin nüfuzuna xələl gətirən məsələlərdə Səkinə bir həyat yoldaşı kimi sərt mövqe tutur. M. İbrahimov onu güclü xarakter kimi Rüstəmdən fərqləndirir. Xalqa inam, etibar, ona söykənmək Səkinəni əsər boyu zənginləşdirir, qarşısında geniş üfiqlər açır. Eyni zamanda ədib onun sadəliyini, daxili aləminin gözəlliyini elə bədii boyalarla verir ki, istər-istəməz təsvirə, mənalandırmaya heyran qalırsan. Səkinənin dolğun dialoqları demək olar ki, əksər surətlərin taleyinə, həyat mövqeyinə təsirsiz qalmır. Onu da demək yerinə düşər ki əsərdəki dialoq və ifadələr yazıçı lakoniziminin məntiqi nəticəsidir.

M. İbrahimovun "Böyük dayaq" romanı real müşahidələrin məhsulu olduğu üçün ədəbiyyatımızda yaradıcılıq nailiyyyəti kimi qanuniləşir.Əgər desək ki, roman bütövlükdə realizmlə nəfəs alır, yəqin ki, səhv etmərik. Əsərdə hadisələrin, insan xarakterlərinin seçilməsində və təsvirində M. İbrahimova məxsus realizm böyük həyat qüvvəsinə çevrilir. Bu səbəbdəndir ki, əsərdə müsbət surətlərlə yanaşı, mənfi surətlər də təsirli və təbii çıxır. Müəllif onları özünəməxsusluğu ilə, orjinallığı ilə nəzərə çarpdırır.

Yastı Salman, Yarməmməd, Lay Hüseyn bu baxımdan səciyyəvidir.

KAYNAKLAR

1. İbrahimov M. Əsərləri, 10 cilddə, I cild, Bakı: Yazıçı, 1978, 512 s.
2. İbrahimov M. Əsərləri, 10 cilddə, II cild, Bakı: Yazıçı, 1978, 504 s.
3. İbrahimov M. Əsərləri, 10 cilddə, III cild, Bakı: Yazıçı, 1979, 592 s.
4. İbrahimov M. Əsərləri , 10 cilddə, IV cild, Bakı: Yazıçı, 1979, 596 s.
5. İbrahimov M. Əsərləri, 10 cilddə, V cild, Bakı: Yazıçı, 1980, 339 s.
6. Məmmədov X. Ədəbiyyatşünaslıq abidəsi / Ədəbiyyat qəzeti, 11 noyabr, 2005, №45, səh.1

TƏDQİQAT TRENDLƏRİNİN VƏ ELMİ İSTİQAMƏTLƏRİN MÜƏYYƏNLƏŞDİRİLMƏSİ ÜSULLARI

Gültəkin Atəş qızı Abdullayeva

pedaqogika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent

Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti, Filologiya fakültəsi

ORCİD: 0009-0009-5332-2146

pion2691@rambler.ru

Xülasə

Elmi-tədqiqat trendlərinin və istiqamətlərin müəyyənləşdirilməsi müasir elmi fəaliyyətin mühüm tərkib hissəsidir. Tədqiqat analitikləri müxtəlif analitik metodlardan və elektron resurslardan istifadə edərək elmi biliklərin inkişaf dinamikasını araşdırırlar.

Müasir dövrdə elmin və texnologiyanın sürətli inkişafı nəticəsində müxtəlif sahələr üzrə elmi məlumatların həcmi sürətlə artır. Bu isə tədqiqatçıların qarşısında yeni problemlər yaradır: mövcud elmi məlumatları sistemləşdirmək, aktual istiqamətləri müəyyənləşdirmək və gələcək tədqiqatlar üçün perspektivli mövzular seçmək. Bu prosesdə tədqiqat analitiki mühüm rol oynayır.

Tədqiqat analitiki elmi məlumatları təhlil edən, statistik göstəricilər və bibliometrik metodlardan istifadə edərək elmin inkişaf tendensiyalarını müəyyənləşdirən mütəxəssisdir. Elmi trendlərin müəyyənləşdirilməsi isə tədqiqat fəaliyyətinin planlaşdırılması, innovativ ideyaların formalaşdırılması və elmi siyasətin qurulması üçün vacibdir. Müasir informasiya texnologiyaları və müxtəlif elektron platformalar tədqiqatçılara elmi məlumatlara sürətli çıxış imkanı yaradır. Bu resurslar vasitəsilə elmi nəşrlər, sitat indeksləri və elmi əməkdaşlıq şəbəkələri haqqında məlumat əldə etmək mümkündür.

Açar sözlər: tədqiqat trendi, texnologiya, innovativ ideya

METHODS FOR IDENTIFYING RESEARCH TRENDS AND SCIENTIFIC DIRECTIONS

Abstract

The identification of research trends and scientific directions is an important component of contemporary scientific activity. Research analysts examine the dynamics of the development of scientific knowledge by employing various analytical methods and electronic resources.

In the modern era, the rapid development of science and technology has led to a significant increase in the volume of scientific information across various fields. This creates new challenges for researchers, including the need to systematize existing scientific information, identify current research directions, and select promising topics for future research. Research analysts play an important role in this process.

A research analyst is a specialist who analyzes scientific information and identifies trends in the development of science by using statistical indicators and bibliometric methods. The identification of research trends is essential for planning research activities, developing innovative ideas, and formulating science policy. Modern information technologies and various electronic platforms provide researchers with rapid access to scientific information. These resources make it possible to obtain information on scientific publications, citation indexes, and scientific collaboration networks.

Keywords: research trends, technology, innovative idea

Giriş

Elm və texnologiyanın sürətli inkişafı nəticəsində hər il çoxsaylı elmi məqalə, monoqrafiya, konfrans materialı və digər akademik nəşrlər meydana çıxır. Elmi informasiyanın bu qədər böyük həcmdə artması tədqiqatçıların konkret elm sahəsində baş verən dəyişiklikləri izləməsini və əsas inkişaf istiqamətlərini müəyyənləşdirməsini çətinləşdirir. Bu səbəbdən elmi ədəbiyyatın sistemli və kəmiyyət əsaslı təhlili müasir tədqiqat metodologiyasının mühüm istiqamətlərindən birinə çevrilmişdir.

Tədqiqat trendi müəyyən zaman intervalında elmi fəaliyyətin hansı mövzular ətrafında intensivləşdiyini, hansı problemlərin daha çox araşdırıldığını və hansı yeni istiqamətlərin meydana çıxdığını ifadə edir. Elmi istiqamətlərin müəyyənləşdirilməsi isə yalnız nəşrlərin sayının hesablanması ilə məhdudlaşmır. Burada elmi əsərlər arasındakı istinad əlaqələrinin, müəllif əməkdaşlığının, açar sözlərin qarşılıqlı əlaqəsinin və müəyyən mövzuların zamanla necə dəyişdiyinin araşdırılması da mühüm rol oynayır. Bibliometrik metodların əsas üstünlüklərindən biri böyük həcmli elmi məlumatların strukturlaşdırılması və elmi sahənin intellektual, konseptual və sosial quruluşunun müəyyənləşdirilməsinə imkan verməsidir.

Tədqiqat trendlərinin müəyyənləşdirilməsinin nəzəri əsasları

Tədqiqat trendlərinin müəyyənləşdirilməsi müəyyən elm sahəsinin inkişafının sistemli şəkildə müşahidə edilməsini nəzərdə tutur. Bu proses zamanı nəşrlərin sayı, onların illər üzrə dinamikası, müəlliflərin və elmi müəssisələrin fəaliyyəti, istifadə olunan anlayışlar, istinad göstəriciləri və tədqiqatçılar arasında əməkdaşlıq əlaqələri kimi müxtəlif parametrlər təhlil edilə bilər. Bu baxımdan bibliometriya xüsusi əhəmiyyət daşıyır. Bibliometrik analiz elmi nəşrlər haqqında kəmiyyət məlumatlarının statistik və riyazi üsullarla öyrənilməsinə əsaslanır. Bu metod vasitəsilə müəyyən sahənin nəşr dinamikası, daha çox istinad edilən əsərlər, məhsuldar müəlliflər, əsas jurnallar və aktual açar sözlər müəyyənləşdirilə bilər. Daha geniş mənada bibliometrik yanaşma elmi sahənin konseptual, intellektual və sosial strukturunu, eləcə də onun zaman ərzində dəyişməsini araşdırmağa imkan verir.

Elmi istiqamətlərin müəyyənləşdirilməsi üçün yalnız statistik göstəricilərdən istifadə etmək kifayət etmir. Kəmiyyət nəticələri keyfiyyət təhlili ilə tamamlanmalıdır. Məsələn, müəyyən açar sözün nəşrlərdə tez-tez istifadə edilməsi onun aktual mövzu olduğunu göstərə bilər, lakin həmin anlayışın hansı kontekstdə istifadə edildiyini müəyyən etmək üçün məzmun və tematik təhlil də aparılmalıdır.

Tədqiqat trendlərinin müəyyənləşdirilməsinin əsas üsulları:

1. Nəşr dinamikasının təhlili - ən sadə və geniş istifadə olunan üsullardan biri müəyyən mövzu üzrə nəşrlərin illər üzrə sayının müəyyənləşdirilməsidir. Bu yanaşma tədqiqat sahəsinin inkişaf sürətini və müəyyən dövrlərdə ona olan elmi marağın dəyişməsini göstərir. Məsələn, konkret mövzu üzrə nəşrlərin sayının son illərdə sürətlə artması həmin istiqamətə marağın yüksəldiyini göstərə bilər. Bununla yanaşı, nəşrlərin sayının azalması mütləq şəkildə elmi əhəmiyyətin itirilməsi anlamına gəlmir. Buna görə də nəşr dinamikası digər bibliometrik göstəricilərlə birlikdə qiymətləndirilməlidir.

2. İstinad analizi - elmi əsərlərin digər tədqiqatçılar tərəfindən nə qədər istifadə edildiyini müəyyənləşdirmək üçün tətbiq olunur. Bu metod vasitəsilə müəyyən sahədə geniş istinad alan əsərlər, müəlliflər və jurnallar müəyyən edilə bilər. İstinad göstəriciləri elmi təsirin müəyyən aspektlərini qiymətləndirmək üçün faydalı olsa da, onların interpretasiyası ehtiyatla aparılmalıdır. İstinadların çoxluğu əsərin mütləq şəkildə daha yüksək elmi keyfiyyətə malik olduğunu avtomatik sübut etmir. Buna görə istinad göstəriciləri digər məlumatlarla birlikdə nəzərdən keçirilməlidir.

3. Birgə istinad analizi - iki elmi əsərin üçüncü bir əsərdə birlikdə istinad edilməsinə əsaslanır. İki mənbəyə müxtəlif nəşrlərdə nə qədər çox birlikdə istinad edilirsə, onlar arasındakı bibliometrik əlaqə bir o qədər güclü hesab olunur. Bu yanaşma elmi sahənin intellektual strukturunu və bir-biri ilə əlaqəli nəzəri yanaşmaları

müəyyənləşdirmək üçün istifadə edilir. Beləliklə, birgə istinad analizi müəyyən elmi sahədə hansı nəzəriyyələrin, müəlliflərin və əsərlərin bir-biri ilə əlaqəli şəkildə istifadə edildiyini aşkar etməyə imkan verir.

4. Bibliometrik əlaqələndirmə - iki elmi əsərin eyni mənbələrə istinad etməsi əsasında müəyyən edilir. Başqa sözlə, iki məqalənin istinad siyahısında nə qədər çox ortaq mənbə varsa, onların bibliometrik əlaqəsi də bir o qədər güclü hesab edilir. Bu metod xüsusilə müasir tədqiqat istiqamətlərinin və paralel şəkildə inkişaf edən mövzuların müəyyənləşdirilməsində faydalıdır.

5. Açar sözlərin birgə işlənmə analizi - tədqiqat trendinin müəyyənləşdirilməsində ən informativ üsullardan biri açar sözlərin birgə işlənmə analizidir. Bu zaman elmi məqalələrdə istifadə olunan açar sözlərin hansı tezliklə və hansı sözlərlə birlikdə işlədildiyi araşdırılır. Müəyyən açar sözlərin eyni məqalələrdə müntəzəm şəkildə birlikdə görünməsi onların konseptual baxımdan əlaqəli olduğunu göstərə bilər. Bu əlaqələr vizuallaşdırıldıqda elmi sahənin müxtəlif tematik qrupları və tədqiqat klasterləri meydana çıxır. Bibliometrix yanaşmasında co-word analizi elmi sahənin konseptual strukturunun və yeni tədqiqat mövzularının müəyyənləşdirilməsində istifadə olunan əsas üsullardan biri kimi təqdim edilir.

6. Müəllif və əməkdaşlıq şəbəkələrinin analizi - elmi istiqamətlərin inkişafında tədqiqatçılar və elmi institutlar arasındakı əməkdaşlıq mühüm rol oynayır. Birgə müəlliflik analizi vasitəsilə hansı tədqiqatçıların və təşkilatların birlikdə işlədiyi müəyyən edilə bilər. Bu məlumatlar şəbəkə formasında vizuallaşdırıldıqda ayrı-ayrı müəlliflər, elmi qruplar və əməkdaşlıq klasterləri arasında əlaqələr görünür. VOSviewer proqramı müəlliflik, istinad, bibliometrik əlaqələndirmə, birgə istinad və açar sözlərin birgə işlənməsi əsasında müxtəlif elmi şəbəkələrin yaradılmasına və vizuallaşdırılmasına imkan verir.

Müasir proqram və məlumat bazalarının rolu

Tədqiqat trendlərinin müəyyənləşdirilməsində metodlarla yanaşı, istifadə olunan məlumat bazalarının və proqram təminatının düzgün seçilməsi də mühüm əhəmiyyət daşıyır. Elmi məlumatların əldə edilməsi üçün Scopus, Web of Science, Dimensions, Crossref və OpenAlex kimi mənbələrdən istifadə oluna bilər. Müxtəlif məlumat bazalarının əhatə dairəsi fərqli olduğundan tədqiqatın məqsədinə uyğun məlumat mənbəyinin seçilməsi nəticələrin etibarlılığına birbaşa təsir göstərir.

Bibliometrik təhlilin aparılmasında Bibliometrix və VOSviewer kimi proqramlar geniş imkanlar təqdim edir. Bibliometrix açıq mənbəli R əsaslı platforma olmaqla nəşr dinamikasının, istinadların, açar sözlərin, müəllif əməkdaşlığının, tematik xəritələrin və digər göstəricilərin təhlilinə imkan verir. VOSviewer isə bibliometrik şəbəkələrin vizual şəkildə təqdim edilməsində xüsusilə faydalıdır. Proqram vasitəsilə müəlliflər, jurnallar, nəşrlər və terminlər arasındakı əlaqələri xəritə formasında göstərmək mümkündür. Həmçinin şəbəkələrin zaman üzrə dəyişməsini müşahidə etmək üçün overlay və digər vizuallaşdırma imkanlarından istifadə edilə bilər.

Tədqiqat metodlarının üstünlükləri və məhdudiyyətləri

Tədqiqat trendlərinin müəyyənləşdirilməsində bibliometrik və scientometrik metodların əsas üstünlüyü böyük həcmli elmi informasiyanın sistemli və kəmiyyət əsaslı şəkildə təhlil edilməsidir. Bu metodlar tədqiqatçıya müəyyən elm sahəsində aparıcı mövzuları, əsas müəllifləri, elmi əməkdaşlıq əlaqələrini və mövzuların zamanla inkişafını daha aydın şəkildə görməyə imkan verir. Müasir yanaşmalarda bibliometrik analiz sistemli ədəbiyyat icmalları ilə birlikdə istifadə edilərək tədqiqat boşluqlarının və konseptual strukturların müəyyənləşdirilməsinə də kömək edir.

Bununla belə, metodların müəyyən məhdudiyyətləri də vardır. İlk növbədə, nəticələr seçilmiş məlumat bazasından asılıdır. Yalnız bir məlumat bazasının istifadəsi müəyyən ölkələrin, dillərin, jurnalların və elmi istiqamətlərin az təmsil olunmasına səbəb ola bilər. Bundan əlavə, istinadların sayına əsaslanan göstəricilər elmi keyfiyyətin tam ekvivalenti hesab edilə bilməz. Buna görə kəmiyyət nəticələrinin məzmun və keyfiyyət təhlili ilə tamamlanması məqsədəuyğundur. Digər mühüm məsələ məlumatların təmizlənməsidir. Eyni müəllifin adının

müxtəlif formada yazılması, sinonim açar sözlər, eyni anlayışın müxtəlif terminlərlə ifadə edilməsi və digər texniki problemlər bibliometrik xəritənin nəticələrinə təsir göstərə bilər. Buna görə analizdən əvvəl məlumatların standartlaşdırılması və təmizlənməsi vacib mərhələ hesab olunur.

Nəticə

Tədqiqat trendlərinin və elmi istiqamətlərin müəyyənləşdirilməsi müasir elmi fəaliyyətin planlaşdırılması və qiymətləndirilməsi baxımından mühüm əhəmiyyət daşıyır. Elmi nəşrlərin sürətlə artdığı şəraitdə yalnız ənənəvi ədəbiyyat icmalları vasitəsilə geniş elmi sahələrin inkişaf dinamikasını tam şəkildə izləmək çətinləşir. Bibliometrik və scientometrik metodlar isə böyük həcmli elmi məlumatların sistemləşdirilməsinə və həmin məlumatlar əsasında elmi sahənin strukturunun müəyyənləşdirilməsinə imkan verir. Nəşr dinamikasının, istinadların, birgə istinadların, bibliometrik əlaqələndirmənin, açar sözlərin birgə işlənməsinin və müəllif əməkdaşlığının təhlili müxtəlif istiqamətlərdən elmi sahənin inkişafını öyrənməyə şərait yaradır. VOSviewer və Bibliometrix kimi müasir proqram vasitələri bu prosesin avtomatlaşdırılmasına, nəticələrin qrafik və şəbəkə formasında təqdim edilməsinə imkan verir.

Bununla yanaşı, əldə edilən nəticələrin obyektivliyi yalnız texniki analizdən deyil, məlumat bazasının düzgün seçilməsindən, məlumatların keyfiyyətindən və nəticələrin elmi kontekstdə düzgün interpretasiyasından asılıdır. Buna görə gələcək tədqiqatlarda bibliometrik üsulların keyfiyyət və sistemli ədəbiyyat təhlili ilə birlikdə tətbiqi daha dolğun nəticələrin əldə edilməsinə imkan verə bilər.

Ədəbiyyat:

1. Büyüköztürk Ş., Kilic E.Ç., Akgün Ö.E., Karadeniz Ş. & Demirel F. Eğitimde Bilimsel Araştırma Yöntemleri, 2018, 350 seh.

2. Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Lim, W. M. How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. Journal of Business Research, 133, 285–296, 2021

3. Əhmədov F., Seyfullayev İ., Quliyev O., Məmmədov A. Tədqiqat metodları. Bakı, 2023. 321 səh.

4. Hovard L., Bryus L.Berq. Sosial elmlərdə keyfiyyət tədqiqat metodları. Bakı, 2021. 256 səh.

AZƏRBAYCAN DİLİNDƏ EMOSİYALARIN FRAZEOLOJİ İFADƏSİ

Mehdiyeva Mətanət Bahadur qızı
ADPU, f.ü.f.d., baş müəllim
mehtiyeva_m@mail.ru
İD 0009 0005 0068 4590

Xülasə

Azərbaycan dilində insan emosiyalarının frazeoloji vahidlər vasitəsilə ifadəsi linqvokulturoloji və koqnitiv aspektlərdən araşdırılır. Frazeoloji vahidlər xalqın dünyagörüşünü, milli-mədəni dəyərini, emosional təcrübəsini və gerçəkliyə münasibətini əks etdirən mühüm dil vasitələrindən biridir. Məqalədə sevinc, kədər, qorxu, təəccüb, məhəbbət və narahatlıq kimi əsas emosional vəziyyətlərin frazeoloji ifadə üsulları müəyyənləşdirilir. Eyni zamanda, insanın bədən üzvlərinin adlarının iştirakı ilə yaranan somatik frazeologizmlər haqqında geniş məlumat verilir. Azərbaycan dilində emosiyaların konseptuallaşdırılmasında *göz,ürək, bağır, can* kimi somatik komponentlər mühüm rol oynayır. Belə vahidlərdə bədən və psixoloji vəziyyət arasında metoforik əlaqə yaradılır.Emosional frazeologizmlər xalqın milli təfəkkürü və mədəni yaddaşı ilə əlaqəlidir.

Qeyd edək ki, 2024-cü ildə iki cildlik "Azərbycan dilinin böyük frazeoloji lüğəti" hazırlanmış və orada təxminən 20500 frazeoloji vahid toplanmışdır. Bu fakt Azərbaycan dilində frazeoloji vahidlərin nə qədər geniş və zəngin sistem təşkil etdiyini göstərir.

Emosional frazeologizmlər insanın daxili psixoloji vəziyyətini, hiss və həyəcanını obrazlı şəkildə ifadə edən sabir birləşmələrdir. Məsələn: ürəyi parçalanmaq, gözlərinə inanmamaq, ürəyi ağzına gəlmək və s.

Azərbaycan dilində emosional frazeologizmlərin əsas tematik qrupları bunlardır: sevinc və xoşbəxtliyin ifadəsi (ürəyi açılmaq, qanaq açmaq, ürəyi dağa dönmək və s.), kədər və iztirabın ifadəsi (ürəyi parçalanmaq, qəm yemək, bağrı çatlamaq və s.), qorxunun ifadəsi (qanı donmaq, ürəyi düşmək və s.), qəzəbin ifadəsi (qanı başına vurmaq, özündən çıxmaq, od püskürmək və s.), təəccüb və heyrətin ifadəsi (mat qalmaq, ağzı açıq qalmaq, gözlərinə inanmamaq və s.). Bu ifadələrdə daha çox *ürək, göz, qan, bağır* sözləri daha işləkdir.

Frazeoloji vahidlərin yalnız informativlik deyil, eyni zamanda ekspressiv funksiyası da vardır. Məsələn: O, çox qorxdu- Onun ürəyi ağzına gəldi.

Azərbaycan dilində emosiyaların frazeoloji ifadəsinin öyrənilməsi yalnız frazeologiya üçün deyil, həm də leksikologiya, semasiologiya, koqnitiv dilçilk, nitq mədəniyyəti üçün də əhəmiyyətlidir.

Açar sözlər: Azərbaycan dili, frazeoloji vahid, emosionallıq, somotizm

THE PHRASEOLOGICAL EXPRESSION OF EMOTIONS IN THE AZERBAIJANI LANGUAGE

Abstract

The expression of human emotions through phraseological units in the Azerbaijani language is examined from linguocultural and cognitive perspectives. Phraseological units are significant linguistic tools that reflect a people's worldview, national-cultural values, emotional experiences, and attitudes toward reality. The article identifies the ways in which key emotional states—such as joy, sorrow, fear, surprise, love, and anxiety—are expressed through phraseology. It also provides detailed information on somatic phraseologisms formed using the names of body parts. Somatic components such as the eye, heart, *bağır* (viscera/inner self), and *can* (soul/life force) play a crucial role in the conceptualization of emotions in Azerbaijani. Such units establish a metaphorical connection between the body and the psychological state. Emotional phraseologisms are linked to the national mindset and cultural memory of the people.

It is worth noting that a two-volume "Comprehensive Phraseological Dictionary of the Azerbaijani Language" was compiled in 2024, containing approximately 20,500 phraseological units. This fact demonstrates the vastness and richness of the phraseological system within the Azerbaijani language. Emotional phraseological units are fixed expressions that figuratively convey a person's inner psychological state, feelings, and emotions. Examples include: *ürəyi parçalanmaq* (to be heartbroken), *gözlərinə inanmamaq* (to disbelieve one's eyes), *ürəyi ağzına gəlmək* (to have one's heart in one's mouth), etc.

The main thematic groups of emotional phraseologisms in the Azerbaijani language are as follows: expressions of joy and happiness (e.g., *ürəyi açılmaq* [to feel relieved/happy], *qanad açmaq* [to soar with joy], *ürəyi dağa dönmək* [to feel elated]); expressions of sorrow and suffering (e.g., *ürəyi parçalanmaq* [to be heartbroken], *qəm yemək* [to grieve], *bağrı çatlamaq* [to be overcome with grief/anguish]); expressions of fear (e.g., *qanı donmaq* [to be frozen with fear], *ürəyi düşmək* [to be startled/terrified]); expressions of anger (e.g., *qanı başına vurmaq* [to fly into a rage], *özündən çıxmaq* [to lose one's temper], *od püskürmək* [to seethe with rage]); and expressions of surprise and astonishment (e.g., *mat qalmaq* [to be dumbfounded], *ağzı açıq qalmaq* [to be left open-mouthed], *gözlərinə inanmamaq* [to disbelieve one's eyes]). Words such as *ürək* (heart), *göz* (eye), *qan* (blood), and *bağır* (liver/innards) are particularly prevalent in these expressions.

Phraseological units serve not only an informative function but also an expressive one. For example: *O, çox qorxdu* (He was very scared) — *Onun ürəyi ağzına gəldi* (His heart leapt into his mouth).

The study of the phraseological expression of emotions in the Azerbaijani language is significant not only for phraseology but also for lexicology, semasiology, cognitive linguistics, and the culture of speech.

Keywords: Azerbaijani language, phraseological unit, emotionality, somatism.

AŞIQ POEZİYASINDA ATALAR SÖZLƏRİNİN ÜSLUBİ İMKANLARI

Rəhilə Hümmətova

f.ü.f.d., dosent, Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti Filologiya fakültəsi Azərbaycan dili və onun tədrisi texnologiyası bölümü, rahilahummetova@gmail.com tel.: 050 510 01 91

ORCİD 0000-0003-2521-6361

ÖZET

Obyektiv müşahidələrdən doğan, zamanın fövqündə dayanıb günün aktual məsələləri ilə səsləşən, öz əhəmiyyətini itirməyən, lakonikliyi, dərin mənası və təsir gücü ilə insan qəlbinə və şüuruna asanlıqla yol tapan atalar sözləri hər birimiz üçün etibarlı dost, fikirlərimizin dayağı, dünyagörmüş məsləhətçi, yolumuzu tapmağa kömək edən bələdçi, ağıl, hikmət mücrüsü, ipə-sapa düzülmüş inci, mirvaridir. Müdrik sözlərimizin, hikmət xəzinəmizin kim tərəfindən və hansı zaman kəsimlərində söylənməsindən asılı olmayaraq, folklorun bu əvəzsiz, solmayan çiçəklərinə həmişə ehtiyac olacaqdır. Atalar sözündən məişət üslubunda olduğu kimi, bədii üslubda da olduqca intensiv şəkildə istifadə edilir, şair və yazıçıların poetik niyyətlərinin ifadə vasitəsinə çevrilir. Hələ erkən orta əsrlər türk-oğuz tayfalarının yaşanmış maddi tarixini, eləcə də dilinin tarixini özündə əks etdirən "Kitabi-Dədə Qorqud" dastanında atalar sözlərindən məqsədyönlü şəkildə istifadə olunmuşdur. N. Gəncəvi, X.Şirvani, Ş.İ.Xətai, M.Füzuli və başqa sənətkarların əsərlərində də ya əslində olduğu kimi, ya da məzmun saxlanılmaqla müəyyən dəyişikliklər edilərək atalar sözlərindən istifadəyə rast gəlinir. Həmçinin klassik yazıçılarımızın, dramaturqlarımızın bir çox əsərlərinin adları atalar sözlərindən götürülmüşdür.

Xalqımızın fəlsəfi, poetik təfəkküründün, həyat təcrübəsinin dillərdə dastana çevrilən atalar sözlərindən aşıq poeziyasında da geniş şəkildə istifadə edilməsi danılmaz faktlardandır. Məqalədə bəzi ustad aşıqların yaradıcılığına müraciət etsək də, əsasən XX əsrin korifey söz ustadı, yaradıcı, ifaçı aşığı, el sənətkarı, sağlığında klassikləşən Aşıq Mikayıl Azaflının poeziyasında olduqca üstün mövqeyi ilə diqqət çəkən atalar sözlərindən söhbət açmışıq. Azaflı poetik niyyətlərinə təbii rəng qatmaq üçün atalar sözlərindən yerli-yerində istifadə etmiş, onları poeziyasının şah damarına hopdurmuşdur. Aşığın poeziyasında müşahidə olunan atalar sözləri iki formada – ya eynilə, ya da məzmun saxlanılmaqla müəyyən dəyişikliklə – improvizasiya olunmuş şəkildə istifadə edilmişdir. Hətta aşıq-şairin elə qoşmaları vardır ki, başdan-başa atalar sözləri əsasında yazılıb. Ustad aşığın söylədikləri möhtəşəm əsərlər xalqın dilində aforizmlərə, hikmətli ifadələrə çevrilib.

Açar sözlər: atalar sözləri, aşıq poeziyası, atalar sözlərindən istifadə imkanları, Aşıq Mikayıl Azaflı

THE STYLISTIC POSSIBILITIES OF PROVERBS IN ASHIQ POETRY

Rahila Hummatova

PhD in Philology, Associate Professor, Department of Azerbaijani Language and Teaching Technology,Faculty of Philology, Azerbaijan State Pedagogical University; rahilahummetova@gmail.com; Tel.: 050 510 01 91

ORCID: 0000-0003-2521-6361

ABSTRACT

Proverbs born from objective observations, standing above time and resonating with the current issues of the day, never losing their importance, easily finding their way to the human heart and mind with their brevity, deep meaning and influence, are a reliable friend for each of us, a support for our thoughts, a visionary advisor, a helper to find our way. it is a guide, mind, wisdom, a pearl strung on a string. No matter by whom and at what times our wise words and wisdom are spoken, these irreplaceable, unfading flowers of folklore will always be needed. Proverbs is used quite intensively in the artistic style as well as in the household style, it becomes a means of expressing the poetic intentions of poets and writers. In the "Kitabi-Dade Gorgud" saga, which reflects the material history of the Turkic-Oghuz tribes in the early Middle Ages, as well as the history of their language, proverbs were purposefully used. In the works of N. Ganjavi, X. Shirvani, S. I. Khatai, M. Fuzuli and other artists, the use of proverbs can be found, either as they are in reality or with certain changes while keeping the content. Also, the names of many works of our classical writers and dramatists are taken from proverbs.

It is an undeniable fact that the philosophical and poetic thinking, life experience of our people is widely used in the love poetry of the proverbs that have become epics in languages. Although we refer to the works of some master Ashiqs in the article, we have mainly talked about the proverbs of the 20th century luminary master of words, creator, performer, craftsman, Ashiq Mikayil Azafli, who became a classic during his lifetime, and who was noted for his outstanding position in his poetry. In order to add natural color to his poetic intentions, Azafli used proverbs locally and absorbed them into the royal veins of his poetry. The proverbs observed in Ashikh's poetry are used in two forms - either exactly the same or with certain changes while keeping the content - improvised. Even poets in love have such couplets that are written entirely on the basis of proverbs. The magnificent works told by the master lover have turned into aphorisms and wise expressions in the language of the people.

Key words: artistic style, ashiq poetry, possibilities of using proverbs, Ashiq Mikayil Azafli

GİRİŞ

Atalar sözü bəşər tarixinin müxtəlif dövrlərində yaşamış xalqların dilində ipə-sapa düzülmüş, əsrlərin sınaqlarından çıxıb şifahi xalq ədəbiyyatında öz dərin mənasını saxlamış, ağıl və idrak sahiblərinin, söz sərraflarının könül nəğmələri kimi nəsildən-nəsilə keçərək təravətini itirmədən müasir dövrə gəlib çatmışdır. Obyektiv müşahidələrdən doğan, zamanın fövqündə dayanıb günün aktual məsələləri ilə səsləşən, öz əhəmiyyətini itirməyən, lakonikliyi, dərin mənası və təsir gücü ilə insan qəlbinə və şüuruna asanlıqla yol tapan atalar sözləri hər birimiz üçün etibarlı dost, fikirlərimizin dayağı, dünyagörmüş məsləhətçi, yolumuzu tapmağa kömək edən bələdçi, ağıl, hikmət mücrüsü, ipə-sapa düzülmüş inci, mirvaridir. Atalar sözlərindəki lakoniklik, yığcamlıq verilmiş məzmunu, onun dilinin təsir gücünü qüvvətləndirir. Bu hikmət, ağıl xəzinəsində elə ifadələr var ki, günəş şüalarına bənzəyir, gah insanın daxilinə işıq salır, onu aydınladır, gah da öz parlaq şüaları ilə yandırıb-yaxır. Müdrik sözlərimizin, hikmət xəzinəmizin kim tərəfindən və hansı zaman kəsimlərində söylənməsindən asılı olmayaraq, folklorun bu əvəzsiz, solmayan çiçəklərinə həmişə ehtiyac olacaqdır.

METOD. Məqlədə mövzunun tələbinə əsasən müşahidə, müqayisə, tarixi, analiz-sintez metodlarından istifadə edilmişdir.

ARAŞDIRMA VƏ TAPINTILAR

Atalar sözündən məişət üslubunda olduğu kimi, bədii üslubda da olduqca intensiv şəkildə istifadə edilir, şair və yazıçıların poetik niyyətlərinin ifadə vasitəsinə çevrilir. Hələ erkən orta əsrlər türk-oğuz tayfalarının yaşanmış maddi tarixini, eləcə də dilinin tarixini özündə əks etdirən "Kitabi-Dədə Qorqud" dastanında atalar sözlərindən məqsədyönlü şəkildə istifadə olunmuşdur: *Ağır yüklər zəhmin qatır bilir; Ayrı-ayrı yollar izin dəvə bilir; Allah-allah deməyincə işlər önməz; At ayağı kölük, ozan dili çevik olur; Aslanın ənigi yenə aslandır; Qarı düşmən dost olmaz; Qadir tanrı verməyincə ər bayımaz; Qız anadan görməyincə öyüd almaz; Əzəldən yazılmasa, qul başına qəza gəlməz; Yalnız yigit alp olmaz, yovşan dibi bərk olmaz; Yapaqlı gökcə çəmən yaza qalmaz; Yapa-yapa qarlar yağsa, yaza qalmaz; Əski pambıq bez olmaz; Oğul atadan görməyincə süfrə yaymaz* və s. (10, 88-90)

Atalar sözləri sistemli şəkildə araşdırılana qədər orta çağların məşhur şairləri, söz xiridarları onlardan geniş şəkildə istifadə etmişlər. Məlum həqiqətdir ki, dahi şairimiz N. Gəncəvi folklorun nağıl, dastan, əfsanə janrları ilə yanaşı, atalar sözlərinə də müraciət etmişdir: *Ağıllı düşmən ağılsız dostdan yaxşıdır; İsinmədim istisinə, kor oldum tüstüsünə; Heç kəs öz ayranına turş deməz; Keçi qaçmaqla kökəlməz* və s. X.Şirvani, Ş.İ.Xətai, M.Füzuli və başqa sənətkarların əsərlərində də ya əslində olduğu kimi, ya da məzmun saxlanılmaqla müəyyən dəyişikliklər edilərək atalar sözlərindən istifadəyə rast gəlinir. Həmçinin klassik yazıçılarımızın, dramaturqlarımızın bir çox əsərlərinin adları atalar sözlərindən götürülmüşdür. A.Səhhətin "Yoxsulluq eyib deyil", N.Vəzirovun "Sonrakı peşpançılıq fayda verməz", " Daldan atılan daş topuğa dəyər", " Yağışdan çıxdıq, yağmura düşdük", " Adı var, özü var", Ə.Haqverdiyevin " Yeyərsən qaz ətini, görərsən ləzzətini", R. Əfəndiyevin "Qonşu qonşu olsa, kor qız ərə gedər" və s. kimi əsərlərinin adları məhz atalar sözlərindən götürülərək ideyanın çatdırılmasına, müəlliflərin poetik niyyətlərinin açılmasına, əsərin məzmunun dərindən dərk edilməsinə köklənib.

Xalqımızın fəlsəfi, poetik təfəkküründün, həyat təcrübəsinin dillərdə dastana çevrilən atalar sözlərindən aşıq poeziyasında da geniş şəkildə istifadə edilməsi danılmaz faktlardandır. Bu da təbiidir. Hər iki janr xalqın məhsuludur, canlı xalq dilinin bütün gözəlliklərini, ifadə imkan və vasitələrini, fəlsəfi və poetik dünyagörüşünü özündə güzgü kimi əks etdirir. Hər ikisi gözəlliyə, həqiqətə, insanlığa, düzlüyə xidmət edir, insanlara nəcib, xeyirxah fikirlər aşılayır, əxlaqi görüşlərini formalaşdırır. Bu baxımdan atalar sözləri ilə aşıq poeziyasının harmoniyasından yoğrulan söz sənətinin dəyəri ölçüyəgəlməzdir, tərbiyəvi əhəmiyyəti misilsizdir. Milli ədəbi irsimizin zəngin mənəvi qaynaqlarından olan aşıq yaradıcılığı xalqın əsrlər boyu əldə etdiyi, qoruduğu və daima zənginləşdirdiyi yaradıcılıq ənənələri üzərində inkişaf etmiş, təkrarolunmaz bir sənət zirvəsinə yüksəlmişdir. Aşıq poeziyasının ən mühüm xüsusiyyətlərindən biri canlı xalq danışıq dili ilə bağlı olması, özündə milli, tarixi və yerli koloriti qoruyub saxlamasıdır. Canlı danışıq üslubunun bütün incəliklərini özündə güzgü kimi əks etdirən aşıq

poeziyası dildə baş verən prosesləri daha qabarıq şəkildə üzə çıxarır və buna görə də özünəməxsus dil faktları və materialları ilə yazılı ədəbiyyatdan seçilir. Şifahi ədəbi dilin ən mühüm daşıyıcılarından olan aşıq yaradıcılığı kifayət qədər zəngin, bir çox cəhətdən hətta yazılı ədəbi dildə ifadəsini müəyyən qədər tapmış, xalq danışıq dilinə, dialekt və şivələrə əsaslanan linqvistik materiallar verir. Folklor ədəbiyyatında, aşıq poeziyasında Azərbaycan dilinin fonetik sistemi, qrammatik quruluşu ilə yanaşı, zəngin leksik-semantik imkanları da özünü daha qabarıq şəkildə büruzə verir və dilimizin bu sahəsinə aid tədqiqatların aparılması üçün çox qiymətli və əvəzsiz bir mənbə rolu oynayır. Şifahi xalq ədəbiyyatının, aşıq poeziyasının tarixi kökləri ilə qədim türk dilinə bağlı olan leksik layı dilin leksikasını və bu sahəyə aid olan incəlikləri öyrənmək üçün çox dəyərli faktlar verən mənbədir. Müşahidələr və aparılmış tədqiqatlar nəticəsində aşıq poeziyasında qoşma və gəraylıların, təcnislərin ruhuna hopmuş atalar sözlərindən istifadənin poetik vasitə kimi mühüm əhəmiyyət daşıdığını müəyyənləşdirdik. Onların bəzilərini nəzərdən keçirək: *Mərd ilə eylə ülfəti, Çəkmə namərddən minnəti.* (3, s.157) Əsli – Mərd ilə daş daşı, namərd ilə bal yemə; *Dilin yarasından kəc olan könül, Gedər qiyamata, düzələ bilməz*. (3, s.178) Əsli – Dil yarası sağalmaz; *Ölüm haqdı, çıxmaq olmaz əmrdən, İpək tora halqa salma dəmirdən.* (3, s.180) Əsli –Ölüm haqdır; *Ya dost olma, ya zəhmətdən incimə, Dost yolunda boran, qar olacaqdır*. (3, s.191) Əsli – Dost yolunda boran olar, qar olar və s. Qüdrətli söz xiridarlarının misralarında olan atalar sözləri göründüyü kimi, heç bir xüsusi dil elementindən istifadə edilmədən məzmun və formanın içərisində əridilir. Bəzən atalar sözlərini misraların ümumi semantikasından, qafiyə düzümündən ayırmaq mümkün olmur, bir sənətkarın qəlbindən süzülmüş bütöv bir əsər təsiri bağışlayır. Elə sənətkarın da böyüklüyü ondadır. Biz istərdik ki, bu məqalədə XX əsrin korifey söz ustadı, yaradıcı, ifaçı aşığı, el sənətkarı, sağlığında klassikləşən Aşıq Mikayıl Azaflının poeziyasında olduqca üstün mövqeyi ilə diqqət çəkən atalar sözlərindən söhbət açaq. Aşıq Mikayıl Azaflı poetik niyyətlərinə təbii rəng qatmaq, fikirlərinə mənəvi dayaq, güc qazandırmaq, oxucunu düşündürmək üçün atalar sözlərindən yerli-yerində istifadə etmişdir. Aşıq hikmət xəzinəsindən götürdüyü hər bir söz incisini poeziyasının şah damarına hopdurараq üslubi niyyətinin sanbalını tamamlayır. Atalar sözündən istifadə başdan-başa xalq deyim tərzi, təkrarsız ifadə imkanları ilə yoğrulmuş Azaflı poeziyasının ruhundakı canlılığı, xəlqi və milli koloriti daha da gücləndirir.

Danışıq dilində fikrin daha təsirli, canlı və sərrast ifadəsi üçün atalar sözü və məsəllərdən istifadə olunur. Atalar sözünün (bir cümlə ilə) ifadə etdiyi mətləb bəzən onlarla misranın deyəcəyindən daha qüvvətli olur. Bu barədə " Azərbaycan şifahi xalq ədəbiyyatı" nda M.Qorkiyə istinadən yazılır: "Ən böyük hikmət sözün sadəliyindədir. Atalar sözü və məsəllər həmişə qısa olur, lakin onlarda tam kitablar dolusu ağıl və hiss vardır". (4, s.109) Azaflı atalar sözünün hikmətini, dəyərini bu cür qiymətləndirir: Min əsər öyrəndim, tarix oxudum, Hikməti atalar sözündə gördüm. (1, s.216) Aşığın poeziyasında müşahidə olunan atalar sözləri iki formada – ya eynilə, ya da məzmun saxlanılmaqla müəyyən dəyişikliklə – improvizasiya olunmuş şəkildə istifadə edilmişdir. Atalar sözlərinin işlənmə formasının ümumi mənzərəsi belədir: *deyiblər* (Deyiblər ki, olacağa, yoxdur çara), *deyib atalar-babalar* (Qisas qalmaz qiyamətə, Deyib atalar-babalar), *ataların bir sözü var* (Ataların bir sözü var, Hər boşalan dolan deyil), *deyirlər* (Deyirlər, su gələr su gələn arxa, Qar yağan dağlara qar gələr-gələr), *atalar sözüdür* (Atalar sözüdür, əkdiyin bitər), *atalar deyibdi* (Atalar deyibdi, axtaran tapar); *ataların bir misalı var* (Müdrik ataların bir misalı var,"Bir yandan bağlayan açar..." , ağlama) və s. Mətnin ümumi məzmununa bağlı olan və xüsusi formada işlənməyən atalar sözləri aşığın misralarında üstün mövqedə dayanır: *Yaman günün ömrü azdı, Hər gecənin savağı var; Köç geri qayıdar, axsaq irəllər, Mövlasına xain çıxar pir əllər; Dövlət əl çirkidir, gələr, gedər, Axirət dostu ol, varı gözləmə; Qul xətasız olmaz, ağa kərəmsiz, Bir günahı mərhəmətə bağışlar* və s. Ustad sənətkar atalar sözlərini elə böyük məharətlə öz bədii nitqinə qatır, onu misralarının içərisində əridir ki, onların yalnız bir qələmin məhsulu olduğunu hiss edirsən. Bu cür yanaşma, atalar sözünün üslubi təravəti poeziyanın bədii ovqatını daha da qüvvətləndirir, onun dilinə yeni bir nəfəs, ab-hava gətirir, misraların sanbalını daha da "ağırlaşdırır". Hər iki hikmətli söz bir semantik xətdə – aşığın çatdırmaq istədiyi məqsəd və məramının təsirli, obrazlı ifadəsində bütövləşir.

A.Mikayıl Azaflı misralarının poetik strukturunda bəzən elə ifadələrə təsadüf edilir ki, onlar birbaşa olmasa da, atalar sözü ilə bir xətdə birləşir. Məsələn, *Adam var, qiyməti alar sonunda, Gözəl var, gözəllik onun donunda...(1,*

s.255) Misraların semantik tutumu "Gözəllik ondur, doqquzu dondur" atalar sözləri ilə eyniləşir. Və yaxud: *Şair, gümüş olma çox danışmaqdan, Danışma, qızılsan, dedin o vaxtdan.(1,s.732)* Bu misraların ümumi məzmunu "Danışmaq gümüşdür, susmaq qızıl" atalar sözləri ilə eyni semantik yuvada birləşir. "El gücü, sel gücü" atalar sözü ilə səsləşən digər misralara da nəzər yetirək: *Azaflı haqq dedi, haqq çağırdı, Bir sadə aşıqdı, demə fağırdı. El gücü dediyin dağdan ağırdı, Eli ayaqlama, eldən ayıbdı. (1)* Mikayıl Azaflının bu misraları həmçinin dahi söz ustadı Aşıq Abbas Tufarqanlının zərb-məsələ çevrilən misraları ilə məzmunca eynidir: *Abbas bu sözləri deyər sərindən, Arxı vurun, suyu gəlsin dərindən, El bir olsa, dağ oynadar yerindən, Söz bir olsa, zərbi kərən sındırar.*

Qeyd etdik ki, Azaflı poeziyasında işlədilmiş atalar sözlərinin bir qismi formaca müəyyən qədər dəyişikliyə uğramışdır. Onların bəzilərinə nəzər salaq: **Ən böyük biclik düzlükdür:** Nədənsə düzlük də biclik kimidi, Bilmirəm, inanım, ya inanmayım; **Tökülən dolmaz; Paxıl artmaz:** Nə ölən dirilməz, tökülən dolmaz, Haqq qarğıyıb, paxıl insan bay olmaz; **Su gələn arxa bir də su gələr:** Deyirlər, su gələr su gələn arxa, Qar yağan dağlara qar gələr-gələr; **Boşalan dolmaz:** Ataların bir sözü var, Hər boşalan dolan deyil;

Qırxında öyrənən gorunda çalar: Altmışda öyrənən gorunda çalar,Sümük barmağına mis üzük salar; **Bir dana bir naxırın adını batırar:** Atalar deyibdi, naxırı dana, Bir xalqı pis, alçaq, dəli ləkələr; **Danışmaq gümüşdür, susmaq qızıl:** Bir alim demişdi, söz ləli-gövhər, Danışmaq gümüşsə, danışmamaq zər.Şair, gümüş olma çox danışmaqdan, Danışma, qızılsan, dedin o vaxtdan; **Özgəsinə quyu qazan özü düşər:** Tələ quran düşər özü, Deyib atalar-babalar. ...Özgəsinə quyu qazsan, Dərin qaz, sən də düşərsən və s. Göründüyü kimi, qismən dəyişikliyə uğramış atalar sözləri aşığın yaradıcılığında üstün mövqedədir. Aydındır ki, poeziyanın öz tələbləri var. Aşıq atalar sözlərini misraların semantikası ilə əlaqələndirdiyi kimi, ölçü, bölgü, qafiyə sistemi ilə də uyğunlaşdırmışdır. Bu baxımdan bəzi atalar sözlərinin formaca müəyyən qədər dəyişikliyi təbii səslənir.

Atalar sözlərinin eyni ilə işləndiyi bəzi nümunələri də izləyək: **Birlik dirilikdir:** Birlik dirilikdir demiş babalar, Birlikdə ucalmış ellər, obalar; **Yaman günün ömrü az olar, Hər gecənin sabahı var:** Qoca fələk oyunbazdı, Mən ağ dedim, qara yazdı.Yaman günün ömrü azdı, Hər gecənin sabahı var; **Bir yandan bağlayan bir yandan açar:** Bir yandan bağlayan bir yandan açar, Həqiqət çırağı yanar, ağlama; **Axtaran tapar:** Atalar deyibdi, axtaran tapar, Ellər məclisidir məkanım mənim; **Qul xətasız olmaz, ağa kərəmsiz:** Qul xətasız olmaz, ağa kərəmsiz, Bir günahı mərhəmətə bağışlar; **Saxla samanı, gələr zamanı:** Saxla samanı, gələr zamanı, Öldürər cəlladın, verməz amanı; **Əzəlin gəlincə axırın gələ:** Əzəlin gəlincə axırın gələ, Tənəzzül sonradan gəlsə, pis olar və s. Aşıq Mikayıl Azaflının hikmət xəzinəsində məzmunu eyni ilə qalan, lakin poetik ovqata köklənərək inversiyaya uğrayan atalar sözlərinə də təsadüf edilir:**Olacağa çarə yoxdur:** Deyiblər ki, olacağa, Yoxdur çara, deyəmmərəm; **Qisas qiyamətə qalmaz:** Etməginən, gələcəkdir öz əməlin başına, Qiyamətə qisas qalmaz, alar bir gün dünyada və s. Aşığın şeirlərinin məna yükünə dayaq olan atalar sözləri və məsəllərin forması zəngin olduğu kimi, məzmun cəhətdən də son dərəcə rəngarəng olduğu nümunələrdən aydın görünür. Bu möhtəşəm poeziya üzərində aparılmış araşdırmalar onu deməyə əsas verir ki, atalar sözlərindən istifadə aşıq-şairin, demək olar ki, hər bir əsərinin ruhuna hopub, poetik tələbə, aşığın məqsədinə çevrilib.

NƏTİCƏ

* Atalar sözündən məişət üslubunda olduğu kimi, bədii üslubda da intensiv şəkildə istifadə edilir.

* "Kitabi-Dədə Qorqud" dastanında atalar sözlərindən məqsədyönlü şəkildə istifadə olunmuşdur.

* N. Gəncəvi, X.Şirvani, Ş.İ.Xətai, M.Füzuli və başqa sənətkarların əsərlərində də ya əslində olduğu kimi, ya da məzmun saxlanılmaqla müəyyən dəyişikliklər edilərək atalar sözlərindən istifadəyə rast gəlinir.

* Klassik yazıçılarımızın, dramaturqlarımızın bir çox əsərlərinin adları atalar sözlərindən götürülmüşdür.

* Atalar sözlərindən aşıq poeziyasında da geniş şəkildə istifadə edilməsi danılmaz faktlardandır.

* XX əsrin dahi söz ustadı Aşıq Mikayıl Azaflı poetik niyyətlərinə təbii rəng qatmaq, fikirlərinə mənəvi dayaq, güc qazandırmaq, oxucunu düşündürmək üçün atalar sözlərindən yerli-yerində istifadə etmişdir.

* Aşığın poeziyasında müşahidə olunan atalar sözləri iki formada – ya eynilə, ya da məzmun saxlanılmaqla müəyyən dəyişikliklə – improvizasiya olunmuş şəkildə istifadə edilmişdir.

ƏDƏBİYYAT (KAYNAKÇA)

1. Azaflı ocağı. (2015). "Nərgiz" nəşriyyatı. Bakı
2. Azaflı M. (2008). Qoca Azaflıyam. "Nərgiz" nəşriyyatı. Bakı
3. A.Qurbanov. (2003). Müasir Azərbaycan ədəbi dili. I cild. "Nurlan". Bakı
4. Azərbaycan ədəbiyyatı inciləri. (1987). Tərtib edən: Abdullayev B. "Yazıçı. Bakı
5. Azərbaycan folkloru. (2005). "Şərq-Qərb". Bakı
6. Azərbaycan folkloru antologiyası. (2005). Şirvan folkloru. "Şərq-Qərb". Bakı
7. El çələngi. (2004). Şərq-Qərb. Bakı
8. Əfəndiyev P.(1992). Azərbaycan şifahi xalq ədəbiyyatı. "Maarif". Bakı
9. Hüseynov M. (2010). Səsin poeziyası. Bakı
10. Hümmətova R. (2015). M.Azaflının poetikası. "Elm və təhsil". Bakı
11. Həkimov M. (1988). Xalqımızın deyimləri və duyumları. "Maarif". Bakı
12. "Kitabi-Dədə Qorqud. (1988). " Yazıçı ". Bakı
13. Paşayev S. (1990). XIX əsr Azərbaycan aşıq yaradıcılığı. Bakı
14. Paşayev S. (1989). Azərbaycan folkloru və aşıq yaradıcılığı. Bakı

MÜASIR AZƏRBAYCAN ANTROPONIMIKASINDA YENI MEYILLƏR

Mehdiyeva Mətanət Bahadur qızı
ADPU, f.ü.f.d., baş müəllim
mehtiyeva_m@mail.ru
İD 0009 0005 0068 4590

XÜLASƏ

Məqalədə antroponimlərin yaranmasında yeni tendensiyalardan bəhs olunur. Ənənəvi şəxs adları ilə yeni adyaratma meyillərinin qarşılıqlı münasibəti araşdırılır. Əslində şəxs adları hər bir fərdin identifikasiyasına xidmət edən dil vahidləridir. Eyni zamanda xalqın tarixi yaddaşını, milli-mədəni dəyərlərini, dünyagörüşünü və sosial dəyişikliklərini də əks etdirir.

Son illər Azərbaycan ad sistemində müəyyən dəyişikliklərin olduğu diqqətdən yayınmır. Ənənəvi adların qorunması ilə yanaşı, yeni ad modelləri də yaranır, köhnə adların bəziləri yenilənir, xarici adlara meyillilik artır. Məqalədə bu xüsusiyyətlərin linqvistik səbəbləri təhlil olunur. Azərbaycan antroponimləri bu gün həm ənənəvi, milli, həm də əcnəbi adlarla dinamik inkişaf mərhələsindədir.

Şəxs adları yalnız nominativ funksiyanı yerinə yetirmir. Onlarda xalqın tarixi, mədəniyyəti, dini inancları, sosial düşüncələri öz əksini tapır. Azərbaycan antroponimik sistemi uzun tarixi inkişaf yolu keçmişdir. Bu sistemdə türk, fars, ərəb, rus, yunan və başqa dillərdən keçən adlar yer alır.

Müasir dövrdə antroponimik sistemdə yeni proseslər izlənir. Bir tərəfdən milli və klassik adlar, digər tərəfdən xarici adlara müraciət olunur.Türk mənşəli adlarda, əsasən, təbiət, qəhrəmanlıq, güc, igidlik və sosial statusla bağlı semantik xüsusiyyətlər geniş yayılmışdır. Məsələn: Alp Arslan, Dəniz, Polad, Qaya və s. İslam mədəniyyətinin təsiri ilə daha çox dini adlar, məsələn, Məhəmməd, Əli, Fatimə, Zeynəb və s. kimi adlar daxil olmağa başlamışdır. Ənənəvi adlar isə müəyyən tarixi dövrdə cəmiyyət tərəfindən qəbul edilmiş və nəsildən-nəslə keçmiş adlardır. Azərbaycan ailələrində daha çox uşağa nənə, baba adlarının verilməsi ənənəsi olmuşdur. Müasir dövrdə bu ənənə öz işləkliyini itirmək üzrədir. Gənclər daha çox öz zövqlərini oxşayan adlara müraciət edirlər. Belə adların qoyulması zamanı dil norması məsələsinə də diqqət etmək lazımdır. Xüsusilə başqa dillərdən alınan adların Azərbaycan dilində yazılışında vahidlik məsələsi əhəmiyyət daşıyır.

Açar sözlər: antroponimlər, şəxs adları, onomastika, ənənəvi adlar, əcnəbi adlar

NEW TRENDS IN CONTEMPORARY AZERBAIJANI ANTHROPONYMY

ABSTRACT

This article discusses new trends in the formation of anthroponyms. It examines the interplay between traditional personal names and emerging naming patterns. Fundamentally, personal names are linguistic units that serve to identify the individual; at the same time, they reflect a people's historical memory, national-cultural values, worldview, and social changes.

In recent years, noticeable changes have occurred in the Azerbaijani naming system. Alongside the preservation of traditional names, new naming models are emerging, some older names are being revitalized, and there is a growing inclination toward foreign names. The article analyzes the linguistic reasons behind these characteristics.

Today, Azerbaijani anthroponymy is undergoing a phase of dynamic development, incorporating both traditional national names and foreign ones. Personal names serve functions beyond mere nomination; they reflect the history, culture, religious beliefs, and social mindset of the people. The Azerbaijani anthroponymic system has evolved over a long historical period, incorporating names derived from Turkic, Persian, Arabic, Russian, Greek, and other languages.

New processes are currently being observed within this anthroponymic system. On one hand, there is a recourse to national and classical names, while on the other, foreign names are also adopted. Among names of Turkic origin, semantic characteristics associated with nature, heroism, strength, valor, and social status are particularly prevalent. Examples include Alp Arslan, Deniz, Polad, Qaya, etc. Under the influence of Islamic culture, names of a religious nature—such as Muhammad, Ali, Fatima, Zaynab, and others—began to be adopted. Traditional names are those that were accepted by society during a specific historical period and passed down from generation to generation. There has long been a tradition in Azerbaijani families of naming children after their grandparents; however, in modern times, this custom is gradually falling out of practice. Young people increasingly prefer names that appeal to their personal tastes. When selecting such names, it is also important to consider linguistic norms. The issue of standardization regarding the spelling of names borrowed from other languages—specifically how they are written in Azerbaijani—is particularly significant.

Keywords: anthroponyms, personal names, onomastics, traditional names, foreign names

OKUL ÖNCESİ EĞİTİMDE KURİKULUM BİLEŞENLERİNİN DİSİPLİNLERARASI İLİŞKİLENDİRİLMESİ – SÜRDÜRÜLEBİLİR PAYLAŞILAN DÜŞÜNME (SUSTAINED SHARED THINKING) VE BÜTÜNCÜL GELİŞİM PERSPEKTİFLERİ

Tarana Akbari Mayıl kızı
Azerbaycan Devlet Pedagoji Üniversitesi (ADPU), Şamahı Şubesi
Biyoloji alanında Felsefe Doktoru, Baş Öğretim Görevlisi

E-posta: akbarietmp@gmail.com
ORCID: 0000-0001-9293-4561

Özet

Erken çocukluk döneminde (3–6 yaş) zihinsel, motor, sosyal-duygusal ve estetik gelişim süreçleri birbirinden bağımsız hücreler şeklinde değil, birbirini besleyen bütüncül (*holistic*) bir mekanizma ile işler. Bu doğrultuda, okul öncesi eğitim müfredatlarında yer alan program bileşenlerinin (genel öğrenme çıktıları, gelişim alanları, içerik standartları, öğrenme merkezleri ve değerlendirme araçları) birbiriyle disiplinlerarası bir pedagojik mimariyle ilişkilendirilmesi, eğitimin niteliğini belirleyen temel unsurdur. Bu araştırmada, müfredat bileşenlerinin yatay (gelişim alanları arası) ve düşey/dikey (yaş grupları arası ve ilkokula geçiş) entegrasyon süreçleri incelemeye alınmıştır. Çalışmanın teorik-metodolojik zeminini L. S. Vygotsky'nin Sosyo-Kültürel Öğrenme Kuramı, J. Bruner'ın "Sarmal Müfredat" (*Spiral Curriculum*) modeli, İngiliz eğitim bilimci Iram Siraj-Blatchford'ın "Sürdürülebilir Paylaşılan Düşünme" (*Sustained Shared Thinking - SST*) kavramı ve İsveçli araştırmacı Ingrid Pramling Samuelsson'ın "Oyun-Odaklı Öğretim Pedagojisi" oluşturmaktadır. Çalışmada İngiltere (*EYFS*), İsveç (*Lpfö 18*), Finlandiya (*VASU*) ve Singapur (*NEL*) okul öncesi programlarındaki içerik bileşenlerinin yapısal bağıntıları karşılaştırmalı olarak analiz edilmiş, okul öncesi öğretmenlerinin sınıfiçi etkileşim kalitesini artıracak uygulama stratejileri geliştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Okul Öncesi Müfredatı, Kurikulum Bileşenleri, Disiplinlerarası Entegrasyon, Sürdürülebilir Paylaşılan Düşünme (SST), Bütüncül Gelişim, Uluslararası Eğitim Modelleri.

INTERDISCIPLINARY ALIGNMENT OF CURRICULUM COMPONENTS IN PRESCHOOL EDUCATION: SUSTAINED SHARED THINKING AND HOLISTIC DEVELOPMENT PERSPECTIVES

Abstract

In early childhood (ages 3–6), cognitive, physical, socio-emotional, and artistic developmental pathways operate through a synergistic and holistic framework rather than isolated compartments. Consequently, establishing an interdisciplinary architecture among curriculum components (learning outcomes, developmental domains, content standards, learning centers, and assessment indicators) serves as a primary benchmark of educational quality. This paper evaluates the horizontal (cross-domain) and vertical (cross-age and primary transition) integration mechanisms of preschool curriculum components. The theoretical framework synthesizes L. S. Vygotsky's sociocultural theory, J. Bruner's Spiral Curriculum model, Iram Siraj-Blatchford's *Sustained Shared Thinking (SST)* framework, and Ingrid Pramling Samuelsson's *Play-Responsive Early Childhood Pedagogy*. A comparative structural alignment is presented across international frameworks—UK (*EYFS*), Sweden (*Lpfö 18*), Finland (*VASU*), and Singapore (*NEL*)—yielding actionable pedagogical strategies to optimize instructional interaction in early childhood settings.

Keywords: Preschool Curriculum, Curriculum Components, Interdisciplinary Alignment, Sustained Shared Thinking (SST), Holistic Development, International Educational Frameworks.

1. GİRİŞ

Küresel eğitim politikalarında erken çocukluk eğitimi, bireyin ömür boyu sürecek akademik, bilişsel ve sosyal başarısının ana temeli olarak kabul edilmektedir (OECD, 2021). Erken çocukluk döneminde çocuk, çevresini parçalanmış disiplinler (matematik, fen, sanat, dil) halinde değil; oyun, etkileşim, duyusal deneyim ve hareketin harmanlandığı **bütüncül (holistik)** bir algı çerçevesinde kavramaktadır (UNESCO, 2022).

Bu durum, okul öncesi eğitim kurikulumunun dikey ve yatay bileşenlerinin birbiriyle uyumlu bir pedagojik ağ oluşturmasını zorunlu kılar. Müfredat bileşenleri şunları kapsar:

1. Genel öğrenme çıktıları ve gelişim alanları,
2. Yaş düzeylerine göre yapılandırılmış içerik standartları,
3. Disiplinlerarası tematik öğrenme yaşantıları,
4. Gelişimsel izleme ve değerlendirme göstergeleri.

Söz konusu bileşenlerin kopuk olması, öğretmenlerin sadece yüzeysel bilgi aktarmasına ve çocuğun derinlemesine düşünme becerilerinin gelişememesine yol açmaktadır. Bu sorunun çözümünde, uluslararası erken çocukluk pedagojisinde büyük kabul gören **Sürdürülebilir Paylaşılan Düşünme** (*Sustained Shared Thinking - SST*) yaklaşımı ve disiplinlerarası müfredat tasarımı öne çıkmaktadır.

2. KURİKULUM BİLEŞENLERİNİN İLİŞKİLENDİRİLMESİNDE TEORİK VE METODOLOJİK YAKLAŞIMLAR

Okul öncesi müfredat bileşenlerinin birbiriyle ilişkilendirilmesi, çocuk psikolojisi ve eğitim sosyolojisinin temel teorilerine dayanmaktadır:

- **Jerome Bruner'ın "Sarmal Müfredat" Konsepti (1960):** Öğrenme bileşenleri öyle dizayn edilmelidir ki, temel kavramlar ve beceriler çocuğun yaşı ilerledikçe daha karmaşık ve derinlemesine seviyede tekrar ele alınsın. Bu model, müfredatın dikey (düşey) iç bağlarını güvenceye alır.
- **Lev Vygotsky'nin "Yakınsal Gelişim Alanı" (ZPD) Kuramı (1978):** Çocuğun tek başına yapabildiği beceriler ile bir yetişkin rehberliğinde ulaşabileceği potansiyel arasındaki köprü, müfredat bileşenlerinin esnek ve etkileşimsel düzenlenmesini gerektirir.
- **Ingrid Pramling Samuelsson'ın "Oyun-Odaklı Öğretim Pedagojisi" (2008):** Oyun ile müfredat içeriklerinin zıt kutuplar olmadığını; oyunun müfredat bileşenlerini doğal olarak birleştiren bütüncül bir öğrenme ortamı sunduğunu belirtmektedir.

2.1. Sürdürülebilir Paylaşılan Düşünme (SST) Kavramı ve Müfredat İçi İşlevi

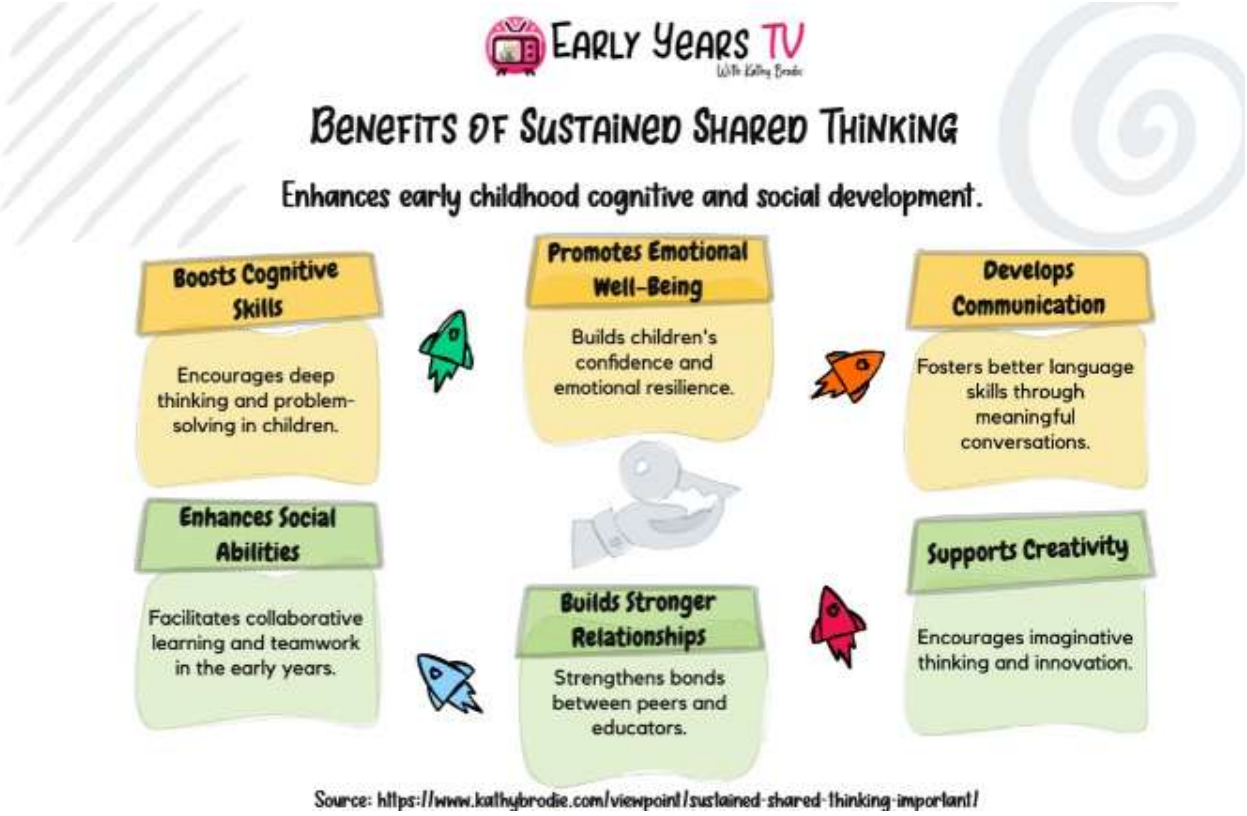
Müfredat bileşenlerinin (gelişim alanları, içerik standartları ve öğrenme merkezleri) birbiriyle dinamik biçimde bütünleşmesini sağlayan temel pedagojik köprü **"Sürdürülebilir Paylaşılan Düşünme"** (*Sustained Shared Thinking - SST*) mekanizmasıdır. Siraj-Blatchford ve meslektaşları (2002, 2004) tarafından İngiltere'deki *REPEY (Researching Effective Pedagogy in the Early Years)* ve *EPPE (Effective Provision of Pre-School Education)* araştırmalarında kavramsallaştırılan SST; iki veya daha fazla bireyin (yetişkin-çocuk veya çocuk-çocuk) bir problemi çözmek, bir kavramı derinleştirmek veya ortak bir fikri geliştirmek amacıyla zihinsel olarak birlikte çaba harcadığı nitelikli diyalog süreçlerini ifade eder.

SST'nin gerçekleşmesi için 3 temel unsurun bir arada bulunması şarttır:

1. **Sustained (Sürdürülebilir / Davamlı):** Etkileşimin tek bir soru-cevapla bitmeyip, çocuğun düşüncesini derinleştirecek şekilde zihinsel bir zincir halinde devam etmesi.

2. **Shared (Paylaşılan / Ortak):** Sürecin tek taraflı (sadece öğretmenin bilgi aktardığı) değil, her iki tarafın da eşit düzeyde zihinsel katkı sağladığı diyalojik bir ortaklık olması.
3. **Thinking (Düşünme):** Etkileşimin yüzeysel komutlardan ziyade, üst düzey zihinsel süreçleri ve sorgulamayı tetiklemesi.

SST, geleneksel öğretmen merkezli "soru-cevap" kalıplarından farklı olarak, çocuğun özerkliğini ve araştırma arzusunu merkeze alır. Bu süreçte yetişkin, bilginin tek kaynağı değil; çocuğun Yakınsal Gelişim Alanı (ZPD) dahilinde zihinsel süreçlerini destekleyen bir **"düşünce ortağı"** (*co-thinker*) rolünü üstlenir.



Şekil 1. Sustained Shared Thinking (SST) yaklaşımının çocuk gelişimine bütüncül faydaları.

Kurikulum bileşenleri açısından SST'nin temel işlevleri şu üç ana boyutta özetlenebilir:

- **Bilişsel ve Dilsel Boyut:** Açık uçlu sorular (*"Sence neden...?"*, *"Başka nasıl olabilir?"*) ve hipotez kurma süreçleri aracılığıyla çocuğun üstbilişsel (*metacognitive*) farkındalığını ve dil becerilerini eş zamanlı olarak geliştirir.
- **Sosyal-Duygusal Boyut:** Çocukla kurulan nitelikli ve sürdürülebilir zihinsel temas, çocuğun özgüvenini, duygusal dayanıklılığını ve ortak problem çözme yeterliliğini pekiştirir.
- **Disiplinlerarası Bağlantı:** SST esnasında yürütülen bir diyalog; fen bilgisi (sorgulama), matematik (ölçme-karşılaştırma) ve sanatsal ifade (yaratıcı düşünme) standartlarını tek bir öğrenme anı içinde birleştirir.

Öğretmenler bu süreçte *Tuning in* (çocuğun odağına uyum sağlama), *Showing genuine interest* (gerçek merak gösterme), *Asking open-ended questions* (açık uçlu sorular sorma) ve *Recapping & Speculating* (özetleyip yeni olasılıklar sunma) stratejilerini kullanırlar. Buna göre, okul öncesi müfredatının başarısı sadece kağıt üzerindeki

standartların varlığına değil; bu standartların sınıfiçinde SST odaklı etkileşimlerle ne derece canlı tutulduğuna bağlıdır.

3. KURİKULUM BİLEŞENLERİNİN YATAY VE DÜŞEY İNTEGRASYON MODELLEMESİ

Müfredat bileşenleri arasındaki iç bağlar iki ana eksende kurgulanır:

3.1. Yatay (Horizontal) Entegrasyon

Yatay entegrasyon, aynı yaş grubundaki bir öğrenme temasının (Örn: *"Doğa, Dönüşüm ve Geri Dönüşüm"*) 4 temel gelişim alanındaki standartlarla eş zamanlı eşleşmesidir:

- **Bilişsel alanda:** Atık maddelerin türlerine göre sınıflandırılması ve mikroskopla dokularının incelenmesi.
- **Fiziki alanda:** Atık toplama yarışmasında ince ve kaba motor kasların çalıştırılması.
- **Sosyal-duygusal alanda:** Gezegenimizi koruma bilinciyle grup çalışması yürütme ve sorumluluk paylaşımı.
- **Estetik-sanatsal alanda:** Geri dönüştürülebilir malzemelerden enstalasyon (heykelsi sergi) tasarlama.

3.2. Düşey (Dikey) Entegrasyon

Düşey entegrasyon, 3 yaştan 6 yaşa doğru beklentilerin kademeli olarak derinleşmesini ve okul öncesinin son yılı olan 5-6 yaş grubundan ilkokula geçişte müfredat kopukluğu yaşanmamasını (*smooth transition*) sağlar.

4. ULUSLARARASI MÜFREDAT MODELLERİ İLE KARŞILAŞTIRMALI ANALİZ

Dünya genelinde başarılı kabul edilen okul öncesi müfredatlarında içerik bileşenlerinin yapısal bağıntıları şu şekildedir:

Ülke / Çerçeve	Müfredat Bileşenlerinin Yapısal Düzeni	İntegrasyon ve SST Etkileşim Mekanizması
Büyük Britanya (*EYFS*)	7 Öğrenme Alanı (*Prime & Specific Areas*)	Temel alanlar (*Physical, PSED, Communication*) gelişimi yönlendirir; bilişsel alanlar SST etkileşimleriyle desteklenir.
İsveç (*Lpfö 18*)	Konu Bölünmesi Yoktur; Bütüncül Değerler ve Temalar	Sürdürülebilirlik, eşitlik ve demokratik değerler tüm öğrenme süreçlerine bütünsel olarak yedirilmiştir.
Finlandiya (*VASU*)	5 Geniş Öğrenme Alanı (*Learning Areas*)	Öğrenme çıktıları münferit bilgilerden ziyade; çocuğun düşünme, araştırma ve çevreyle ilişki kurma becerileri üzerine oturur.
Singapur (*NEL*)	6 Temel Gelişim Alanı	Dünyanın Keşfi ve Erken Okuryazarlık, çocuk merkezli sorgulama projeleriyle birleştirilir.

5. SONUÇ VE PEDAGOJİK ÖNERİLER

Okul öncesi eğitim kurikulumunda bileşenlerin disiplinlerarası bir anlayışla ilişkilendirilmesi, yüzeysel bilgi aktarımının önüne geçerek çocukların derinlemesine kavrama, problem çözme ve Sürdürülebilir Paylaşılan Düşünme (SST) becerilerini geliştirir. Araştırma bulguları ışığında aşağıdaki pedagojik öneriler sunulmaktadır:

1. **SST Odaklı Öğretmen Eğitimi:** Öğretmenlerin çocuklarla açık uçlu sorular (*"Sence bundan sonra ne olabilir?", "Bu problemi başka nasıl çözebiliriz?"*) aracılığıyla SST süreçlerini başlatmalarını sağlayacak hizmet içi eğitimler düzenlenmelidir.

2. **Geçiş Haritalarının Belirlenmesi:** Məktəbəhazırlıq (5-6 yaş) içerik standartları ile ilkokul 1. sınıf müfredat standartları arasında düşey entegrasyon matrisleri oluşturulmalıdır.
3. **Tematik Öğrenme Merkezlerinin Tasarımı:** Sınıf içindeki öğrenme merkezleri (bilim, drama, sanat, blok) birbirinden bağımsız alanlar olarak değil, aynı temayı destekleyen bütüncül öğrenme istasyonları olarak kurgulanmalıdır.

KAYNAKÇA (REFERENCES)

- Bruner, J. S. (1960). *The Process of Education*. Harvard University Press.
- Department for Education (DfE). (2021). *Statutory Framework for the Early Years Foundation Stage (EYFS)*. UK Government Publishing.
- Finnish National Agency for Education. (2017). *National Core Curriculum for Early Childhood Education and Care (VASU)*. EDUFI.
- Ministry of Education Singapore. (2022). *Nurturing Early Learners (NEL) Framework for Kindergartens in Singapore*. MOE.
- OECD. (2021). *Starting Strong VI: Supporting Meaningful Interactions in Early Childhood Education and Care*. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/f47e0689-en
- Piaget, J. (1952). *The Origins of Intelligence in Children*. International Universities Press.
- Pramling Samuelsson, I., & Asplund Carlsson, M. (2008). The playing-learning child: Towards a pedagogy of early childhood. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 52(6), 623–641.
- Siraj-Blatchford, I., & Sylva, K. (2004). Researching effective pedagogy in the early years (REPEY). *Department for Education and Skills (DfES) Research Report 356*.
- Siraj-Blatchford, I., Muttock, S., Sylva, K., Gilden, R., & Bell, D. (2002). *Researching Effective Pedagogy in the Early Years*. DfES Research Report 356.
- Swedish National Agency for Education. (2019). *Curriculum for the Preschool: Lpfö 18*. Skolverket.
- UNESCO. (2022). *World Conference on Early Childhood Care and Education: Tashkent Declaration and Commitments for Action*. UNESCO.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Harvard University Press.

AZERBAYCAN TÜRKÇESİNİN ÖĞRETİMİNDE DİL BİLGİSİ KURALLARI: TÜMEVARIM VE TÜMDENGELİM YAKLAŞIMLARI

Baş müəllim Arzu Kərimova
Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti,

Azərbaycan dili və onun tədrisi texnologiyası kafedrası
E-poçt: arzukarimova15@gmail.com
ORCID: 0000-0002-2662-6015

ÖZET

Pedagoji ve eğitim psikolojisi alanında, öğretim sürecinin optimize edilmesi ve öğrenenlerin materyali daha derinlemesine ve kalıcı bir şekilde özümsemesi için çeşitli öğretim stratejileri uygulanmaktadır. Bu stratejiler arasında kuralların, özellikle de dilbilgisi, fonetik, matematiksel ve bilimsel düzenliliklerin öğretilmesinde tümevarım (indüktif) ve tümdengelim (dedüktif) yaklaşımları büyük öneme sahiptir. Sunulan bu makale, öğretim sürecinde bahsedilen her iki yaklaşımın uygulama özelliklerini, olumlu ve olumsuz yönlerini, ayrıca öğrenenlerin bilişsel süreçlerine etkisini kapsamlı bir şekilde analiz etmektedir. Makalede, çağdaş eğitim paradigmaları çerçevesinde, özellikle aktif öğrenme ortamında hangi yaklaşımın daha etkili sonuçlar verdiği araştırılmaktadır. Tümevarım yaklaşımı, özelden genele, yani ampirik örneklerden teorik kurala doğru ilerleyen keşfedici bir bilişsel süreç olarak değerlendirilmektedir. Bu yöntemin öğrencilerde eleştirel düşünmeyi, analitik düşünme yeteneğini ve bağımsız araştırmacılık alışkanlıklarını geliştirmesi açısından mutlak avantajları bilimsel olarak temellendirilmektedir. Öte yandan tümdengelim yaklaşımı, genelden özele, yani önceden oluşturulmuş bilimsel kuralın doğrudan sunulması ve ardından pratik örneklerin uygulanması ilkesine dayanmaktadır. Bu yaklaşımın pedagojik uygulamada zaman tasarrufu, kesinlik, akademik disiplin ve karmaşık bilimsel kavramların açıklanması açısından daha elverişli ve etkili kabul edildiği vurgulanmaktadır. Makalenin özetinde, çağdaş pedagojide herhangi bir yöntemin mutlak ve yegane hakimiyetinden söz etmenin imkansız olduğu özellikle belirtilmektedir. Öğretilen dersin spesifik özellikleri, öğrenenlerin yaş grupları, bilişsel seviyeleri ve belirlenen akademik hedefler bu yaklaşımların seçiminde belirleyici rol oynamaktadır. Araştırmanın sonuçları, eğitim uygulamasında bu iki yaklaşımın entegre bir şekilde, yani sentez halinde uygulanmasının en ideal model olduğunu kanıtlamaktadır. Dersin belirli bir aşamasında tümevarımsal keşfetme, diğer aşamasında ise tümdengelimsel pekiştirme yöntemlerinin kullanılması hem öğrenme motivasyonunu artırır hem de akademik başarıları yükseltir. Özellikle dilbilim, dilbilgisi ve fen bilimlerinin öğretiminde çeşitli bilişsel engellerin aşılması için bu yöntemlerin amaçlı bir şekilde uyumlaştırılması, öğretimin kalite göstergelerini doğrudan yükselten temel bir pedagojik araç olarak tavsiye edilmektedir. Bu bağlamda makale; öğretmenlere, eğitim araştırmacılarına ve metodologlara kuralların öğretimi sırasında konunun ve kitlenin gereksinimlerine uygun, esnek ve amaca yönelik metodolojik seçimler yapmanın yollarını teorik ve pratik temellerle sunmaktadır.

Anahtar kelimeler: Tümevarım yaklaşımı, tümdengelim yaklaşımı, kuralların öğretimi, pedagojik süreç, aktif öğrenme.

TEACHİNG GRAMMAR RULES İN THE AZERBAİJANİ LANGUAGE: INDUCTİVE AND DEDUCTİVE APPROACHES

ABSTRACT

In the field of pedagogy and educational psychology, various teaching strategies are applied to optimize the educational process and ensure that learners absorb the material more deeply and permanently. Among these strategies, inductive and deductive approaches are of great importance in teaching rules, especially grammatical, phonetic, mathematical, and scientific regularities. This presented article comprehensively analyzes the application characteristics of both aforementioned approaches in the teaching process, their pros and cons, as well as their effects on the cognitive processes of learners. The article investigates which approach yields more effective results within the framework of modern educational paradigms, particularly in an active learning environment. The inductive approach is evaluated as an exploratory cognitive process moving from the specific to the general, i.e., from empirical examples to a theoretical rule. The absolute advantages of this method in developing students' critical thinking, analytical thinking skills, and independent research habits are scientifically substantiated. On the other hand, the deductive approach is based on the principle of moving from the general to the specific, that is, the direct presentation of a pre-formulated scientific rule followed by the application of practical examples. It is emphasized that this approach is considered more convenient and effective in pedagogical practice in terms of time-saving, accuracy, academic discipline, and the explanation of complex scientific concepts. The abstract of the article specifically points out that it is impossible to speak of the absolute and sole dominance of any single method in modern pedagogy. The specific characteristics of the subject being taught, the age groups and cognitive levels of the learners, as well as the established academic goals, play a decisive role in the selection of these approaches. The results of the research prove that the integrated application of these two approaches, i.e., in a state of synthesis, is the most ideal model in educational practice. Using inductive discovery methods at a certain stage of the lesson and deductive reinforcement methods at another stage not only increases learning motivation but also improves academic achievement. The purposeful harmonization of these methods, especially in the teaching of linguistics, grammar, and exact sciences to overcome various cognitive obstacles, is recommended as a fundamental pedagogical tool that directly elevates the quality indicators of teaching. In this regard, the article provides teachers, educational researchers, and methodologists with theoretical and practical foundations on how to make flexible, purposeful methodological choices in accordance with the requirements of the subject and the audience during the teaching of rules.

Keywords: Inductive approach, deductive approach, teaching rules, pedagogical process, active learning.

AZƏRBAYCAN DİLİNİN TƏDRİSİNDƏ QRAMMATİK QAYDALARIN MƏNİMSƏDİLMƏSİ: İNDUKTİV VƏ DEDUKTİV YANAŞMALAR

XÜLASƏ

Pedaqogika və təhsil psixologiyası sahəsində tədris prosesinin optimallaşdırılması, öyrənənlərin materialı daha dərindən və qalıcı mənimsəməsi üçün müxtəlif təlim strategiyaları tətbiq edilir. Bu strategiyalar içərisində qaydaların, xüsusilə də qrammatik, fonetik, riyazi və elmi qanunauyğunluqların öyrədilməsində induktiv və deduktiv yanaşmalar böyük əhəmiyyətə malikdir. Təqdim olunan bu məqalə tədris prosesində qeyd olunan hər iki yanaşmanın tətbiqi xüsusiyyətlərini, onların müsbət və mənfi tərəflərini, habelə təhsilalanların idrak proseslərinə təsirini hərtərəfli şəkildə təhlil edir. Məqalədə müasir təhsil paradiqmaları çərçivəsində, xüsusən də fəal təlim mühitində hansı yanaşmanın daha effektiv nəticələr verdiyi araşdırılır. İnduktiv yanaşma xüsusidən ümumiyə, yəni empirik nümunələrdən nəzəri qaydaya doğru irəliləyən kəşfedici idrak prosesi kimi qiymətləndirilir. Bu metodun şagirdlərdə tənqidi təfəkkürü, analitik düşünmə qabiliyyətini və müstəqil tədqiqatçılıq vərdişlərini inkişaf etdirməsi baxımından mütləq üstünlükləri elmi şəkildə əsaslandırılır. Digər tərəfdən, deduktiv yanaşma ümumidən xüsusiyə, yəni əvvəlcədən formalaşdırılmış elmi qaydanın birbaşa təqdim edilməsi və ardınca praktik nümunələrin tətbiqi prinsipinə əsaslanır. Bu yanaşmanın pedaqoji təcrübədə vaxta qənaət, dəqiqlik, akademik nizam-intizam və mürəkkəb elmi konsepsiyaların izahı baxımından daha əlverişli və effektiv hesab olunduğu vurğulanır. Məqalənin xülasəsində xüsusi olaraq göstərilir ki, müasir pedaqogikada hər hansı bir metodun mütləq və yeganə dominantlığından danışmaq qeyri-mümkündür. Tədris olunan fənnin spesifik xüsusiyyətləri, öyrənənlərin yaş qrupları, idrak səviyyələri, həmçinin qarşıya qoyulan akademik məqsədlər bu yanaşmaların seçimində həlledici rol oynayır. Tədqiqatın nəticələri sübut edir ki, təhsil təcrübəsində bu iki yanaşmanın inteqrasiya olunmuş şəkildə, yəni sintez halında tətbiqi ən ideal modeldir. Dərsin müəyyən mərhələsində induktiv kəşfetmə, digər mərhələsində isə deduktiv möhkəmləndirmə metodlarından istifadə edilməsi həm öyrənmə motivasiyasını artırır, həm də akademik nailiyyətləri yüksəldir. Xüsusilə dilçilik, qrammatika və dəqiq elmlərin tədrisində müxtəlif koqnitiv maneələrin dəf edilməsi üçün bu metodların məqsədli uzlaşdırılması tədrisin keyfiyyət göstəricilərini birbaşa yüksəldən əsas pedaqoji alət kimi tövsiyə olunur. Bu baxımdan, məqalə müəllimlərə, təhsil tədqiqatçılarına və metodistlərə qaydaların tədrisi zamanı mövzunun və auditoriyanın tələblərinə uyğun olaraq çevik, məqsədyönlü metodoloji seçimlər etməyin yollarını nəzəri və praktik əsaslarla təqdim edir.

Açar sözlər: İnduktiv yanaşma, deduktiv yanaşma, qaydaların tədrisi, pedaqoji proses, fəal təlim.

GİRİŞ.

Müasir təhsil sistemində şagirdlərin və tələbələrin qazanılmış bilikləri sadəcə passiv şəkildə yadda saxlaması deyil, onları dərk etməsi, təhlil etməsi və praktikada tətbiq etməsi əsas hədəf kimi qarşıya qoyulmuşdur. Pedaqoji prosesdə hər hansı bir fənnin tədrisi zamanı xüsusi qaydaların, qanunauyğunluqların və prinsiplərin öyrədilməsi qaçınılmazdır. Lakin bu qaydaların hansı yollarla, hansı metodoloji strategiyalarla təhsilalanlara çatdırılması dərsin effektivliyini, biliklərin mənimsənilmə dərinliyini və öyrənənlərin idrak fəallığını müəyyən edən başlıca amildir. Təhsil paradiqmalarının dəyişməsi, aktiv və interaktiv təlim texnologiyalarının ön plana çıxması qaydaların tədrisində ənənəvi formal yanaşmaların yenidən qiymətləndirilməsini zəruri edir. Öyrənənlərin tədqiqatçı, müəllimin isə fasilitator rolunda çıxış etdiyi müasir akademik mühitdə biliklərin ötürülməsi mexanizmləri də dəyişikliyə məruz qalmışdır. Bu kontekstdə induktiv və deduktiv yanaşmaların rolunun, onların effektivlik dərəcəsinin və bir-biri ilə qarşılıqlı əlaqəsinin öyrənilməsi müasir pedaqogika elminin və linqvistik metodikanın ən aktual məsələlərindən biri hesab olunur. Məhz bu səbəbdən, qaydaların, xüsusən də dil və qrammatika qaydalarının öyrədilməsində hansı yanaşmanın idrak prosesinə necə təsir etdiyini araşdırmaq ciddi elmi aktuallıq kəsb edir.

Bu məqalənin əsas məqsədi tədris prosesində qaydaların öyrədilməsi zamanı induktiv və deduktiv yanaşmaların mahiyyətini, onların psixoloji və pedaqoji əsaslarını hərtərəfli təhlil etmək, hər iki yanaşmanın güclü və zəif tərəflərini elmi arqumentlərlə, müqayisəli şəkildə dəyərləndirməkdir. Eyni zamanda, məqalə müasir təlim mühitində, xüsusən də fəal təlim üsullarının tətbiqi zamanı hər iki metodun hansı vəziyyətlərdə daha yüksək nəticə verdiyini müəyyənləşdirməyi qarşıya məqsəd qoyur. Tədqiqat nəticəsində təhsil işçilərinə, müəllimlərə və tədris planı hazırlayan mütəxəssislərə müxtəlif auditoriyalarla işləyərkən optimal metodoloji seçimlər etmək üçün elmi cəhətdən əsaslandırılmış, praktik istiqamətlər təqdim ediləcəkdir.

ƏSAS HİSSƏ.

1.Tədris prosesində deduktiv yanaşmanın mahiyyəti və tətbiqi. Qaydaların tədrisi zamanı tarixi olaraq ən çox müraciət edilən metodlardan biri deduktiv yanaşmadır. Deduksiya fəlsəfi və məntiqi kateqoriya olaraq ümumidən xüsusiyə doğru gedən idrak prosesini ifadə edir. Pedaqogikada bu yanaşma qaydanın, qanunun və ya düsturun müəllim tərəfindən hazır şəkildə təhsilalanlara təqdim edilməsi və daha sonra bu qaydanın müxtəlif xüsusi nümunələr, çalışmalar üzərində tətbiq edilməsi ilə səciyyələnir.

Deduktiv yanaşmanın pedaqoji və psixoloji təməlləri idrakın hazır informasiyanı qəbul etmə və emal etmə xüsusiyyətlərinə əsaslanır. Pedaqoq Ə.Əlizadə deduktiv metodun ənənəvi təhsil sisteminin sütunlarından biri olduğunu vurğulayaraq onun praktik əhəmiyyətini belə ifadə edir: "Deduktiv yanaşma zamanı təhsilalan hazır məlumatı alır, qaydanı mənimsəyir və dərhal onu təcrübədə, müxtəlif tapşırıqlar üzərində tətbiq etməyə başlayır ki, bu da akademik vaxta ciddi şəkildə qənaət etməyə imkan verir" [1, s. 145]. Bu sitatdan aydın görünür ki, deduktiv metodun ən böyük üstünlüyü dərsin dinamikasını artırmaq və informasiyanı qısa müddət ərzində ötürmək potensialıdır. Xüsusilə mürəkkəb elmi konsepsiyaların, ali riyaziyyat düsturlarının və ya istisnalarla dolu qəliz qrammatik qaydaların tədrisi zamanı şagirdlərin bu qaydaları sıfırdan "kəşf etməsini" gözləmək qeyri-səmərəli ola bilər.

Lakin deduktiv metodun fəal təlim çərçivəsində istifadəsi müəyyən məhdudiyyətlərə malikdir. M. Qasımlı fəal təlimin metodologiyasını təhlil edərkən deduktiv yanaşmanın tətbiqi ilə bağlı mühüm bir xəbərdarlıq edir. O yazır: "Həddindən artıq mürəkkəb elmi qanunların kəşf edilməsini şagirddən tələb etmək bəzən dərsin hədəfindən yayınmasına səbəb ola bilər, lakin hər dərsi yalnız hazır qaydaların diktə edilməsi üzərində qurmaq uşaqlarda öyrənmə ətaləti yaradır və yaradıcı təfəkkürü boğur" [3, s. 78]. Bu arqument onu sübut edir ki, deduktiv metod yalnız doğru məqamda və çətinlik dərəcəsi yüksək olan qaydaların ilkin izahında tətbiq edildikdə effektiv olur. Daimi deduktiv yanaşma şagirdlərdə qavrama mexanikiləşməsinə və faktların sadəcə əzbərlənməsinə gətirib çıxarır.

2. İnduktiv yanaşma: kəşfedici öyrənmənin əsası kimi. Deduktiv yanaşmanın əksinə olaraq, induktiv yanaşma xüsusi faktlardan və tək-tək nümunələrdən ümumi qaydaya, qanunauyğunluğa doğru gedən idrak yoludur. Müasir təhsil kurikulumlarında və aktiv təlim metodologiyalarında induktiv yanaşma kəşfedici təlimin (discovery learning) nüvəsini təşkil edir. Bu metodda müəllim qaydanı hazır şəkildə vermir; əvəzində o, diqqətlə seçilmiş nümunələr təqdim edir və şagirdləri fərqlilikləri, bənzərlikləri taparaq ümumi nəticəyə gəlməyə yönləndirir.

Məsələn, dilçilikdə və ya fonetikada hər hansı bir səs dəyişməsi qanunauyğunluğunu (məsələn, samitlərin assimilyasiyası qaydasını və ya dialektlərdəki fonetik fərqlilikləri) öyrədərkən müəllim birbaşa qaydanı demək əvəzinə, ədəbi dildən və fərqli dialekt zonalarından söz nümunələri verərək şagirdlərin özlərinin bu fonetik xüsusiyyəti müşahidə etməsinə və kəşf etməsinə şərait yarada bilər. Konqnitiv psixoloq J.Bruner təhsil prosesində şagirdin passiv alıcı olmasını qəti şəkildə rədd edir. O, idrakın fəal xarakterini xüsusi vurğulayaraq qeyd edir: "Şagirdə qaydanı hazır şəkildə vermək onu sadəcə informasiya istehlakçısına çevirməkdir; təhsilin əsl vəzifəsi fərdin öz zəkası ilə xüsusi nümunələri birləşdirərək ümumi qanunauyğunluğu kəşf etməsinə şərait yaratmaqdır" [5, s. 112].

İnduktiv metodun tətbiqi zamanı sinifdəki mühit tamamilə dəyişir. Burada təhsilalanlar təhliledici və mühakimə yürüdən tərəfə çevrilirlər. A.Mehrabov induktiv metodun tətbiqi mərhələlərini təhlil edərkən fasilitator müəllimin roluna xüsusi diqqət çəkir. Müəllif bu mürəkkəb prosesi belə səciyyələndirir: "Müəllimin vəzifəsi bir-biri ilə məntiqi əlaqəsi olan zəngin nümunələr bazasını təqdim etmək və düzgün yönləndirici suallarla şagirdi qaydanı müstəqil şəkildə ifadə etməyə sövq etməkdir. Bu zaman formalaşan bilik uzunmüddətli yaddaşda daha möhkəm yerləşir" [4, s. 205]. İnduktiv yanaşmanın ən böyük gücü də məhz bundadır: o, şagirdlərə təkcə predmeti öyrətmir, həm də "necə öyrənmək lazım olduğunu" öyrədir. Lakin bununla yanaşı, induktiv yanaşma kifayət qədər çox vaxt tələb edir və əgər auditoriyanın ilkin bilik səviyyəsi və ya analitik bacarıqları yetərli deyilsə, qaydanın səhv kəşf edilməsi və ya prosesin uğursuzluqla nəticələnməsi riski də mövcuddur.

3. İnduktiv və deduktiv yanaşmaların müqayisəli təhlili və inteqrasiyası. Qaydaların öyrədilməsində hansı yanaşmanın daha üstün olması pedaqogika tarixində daim müzakirə obyekti olmuşdur. Lakin müasir tədqiqatlar göstərir ki, bu iki yanaşmanı bir-birinə qarşı qoymaq düzgün deyil. İnsan beyninin işləmə mexanizmi, qavrama qanunauyğunluqları hər iki metodun eyni dərəcədə zəruri olduğunu sübut edir.

Görkəmli psixoloq L.S.Vıqotski uşaqlarda elmi məfhumların formalaşması prosesini təhlil edərkən yanaşmaların dialektik vəhdətindən çıxış edir. O, kəşf və təlimatlandırma proseslərinin idrakdakı yerini şərh edərək göstərir: "Ümumidən xüsusiyə və xüsusidən ümumiyə gedən idrak prosesləri bir-birini inkar etmir, əksinə, insan beyninin tamqanlı fəaliyyəti, təfəkkürün mürəkkəb əməliyyatları üçün bu iki hərəkət bir-birini mütəmadi olaraq tamamlamalıdır" [2, s. 234]. Vıqotskinin bu arqumenti pedaqoji strategiyanın əsasını təşkil etməlidir.

Praktik müstəvidə müqayisə aparsaq, qeyd etməliyik ki, deduktiv metod daha çox qısa zamanda məzmunun çatdırılmasını təmin etdiyi halda, induktiv metod dərin konseptual anlama və məntiqi bağlar qurma bacarığı yaradır. Aktiv təlim metodologiyasında bu ikisinin inteqrasiyası ən uğurlu yoldur. Tədris prosesində müəllim induktiv metodla başlayıb, şagirdlərin fərziyyələr irəli sürməsini təmin edə, daha sonra tapılan qaydanı deduktiv şəkildə formullaşdıraraq sistemləşdirə bilər.

Bu baxımdan M. Qasımlının gəldiyi nəticə olduqca diqqətəlayiqdir: "Dərsin müvəffəqiyyəti seçilmiş tək bir metodla deyil, mövzunun mahiyyətindən, öyrənənlərin idrak səviyyəsindən asılı olaraq induksiya və deduksiyanın sinxron şəkildə, yerində və məqsədyönlü istifadəsi ilə ölçülür" [3, s. 89]. İnteqrativ yanaşma tələb edir ki, müəllim əvvəlcə problem qoysun (induktiv başlanğıc), təhsilalanlar nümunələr əsasında həll yolları axtarsınlar, qayda formalaşdıqdan sonra isə həmin qayda deduktiv üsulla digər daha mürəkkəb çalışmalara tətbiq edilsin. Bu cür sirkulyar proses biliklərin həm dərindən mənimsənilməsini, həm də praktikada qüsursuz tətbiqini təmin edir.

NƏTİCƏ

Qaydaların tədrisində induktiv və deduktiv yanaşmaların təhlili sübut edir ki, hər iki metod idrak prosesinin fərqli, lakin bir-birini tamamlayan tərəflərinə xidmət edir. İnduktiv yanaşma kəşfedici təbiəti ilə şagirdlərin analitik düşüncəsini, müstəqil mühakimə yürütmək və tədqiqatçılıq bacarıqlarını formalaşdırır. O, informasiyanın mexaniki qəbulunu aradan qaldıraraq şagirdi aktiv öyrənənə çevirir. Bununla yanaşı, deduktiv yanaşma da təlim prosesindəki nizamı, dərsin məqsədəuyğun tempini və mürəkkəb məfhumların birbaşa, dəqiq izahını təmin etməklə təvəzedilməz olaraq qalır.

Məqalənin nəticəsi olaraq belə bir qənaətə gəlinir ki, müasir və səmərəli təhsil mühiti yaratmaq istəyən hər bir mütəxəssis induksiya və deduksiyanı bir-birinə alternativ yox, biri digərini gücləndirən pedaqoji alətlər kompleksi kimi görməlidir. Təlimin planlaşdırılması zamanı qaydanın xarakteri (sadə və ya mürəkkəb olması), mövcud vaxt məhdudiyyəti və auditoriyanın hazırlıq səviyyəsi mütləq nəzərə alınmalıdır. Qaydaların mənalandırılması və dərk edilməsi üçün induktiv, onların tətbiqi və möhkəmləndirilməsi üçün isə deduktiv mərhələlərin vahid dərs çərçivəsində birləşdirilməsi ən yüksək akademik nəticələri təmin edən optimal yoldur. Pedaqoji ustalığın əsas göstəricisi məhz bu iki kütb arasında düzgün balansı tapa bilməkdən ibarətdir.

ƏDƏBİYYAT SİYAHISI

1.Əlizadə, Ə. (2015). *Müasir pedaqogika və psixologiya*. Bakı: Maarif nəşriyyatı.

2.Vıqotski, L. S. (2010). *Təfəkkür və nitq*. (Tərcümə edəni: M. Məmmədov). Bakı: Elm.

3.Qasımlı, M. (2018). *Aktiv təlimin metodologiyası*. Bakı: Təhsil.

4.Mehrabov, A. (2020). *Pedaqoji texnologiyalar və tədrisin təşkili*. Bakı: Müəllim.

5.Bruner, J. (2012). *Təhsil prosesi*. (Tərcümə edəni: K. Əliyeva). Bakı: Qanun.

AZƏRBAYCAN UŞAQ ŞEİRİNDƏ POETİK MƏNTİK

Doçent Doktor, AYGUN AHMADOVA

Azerbaycan Devlet Pedaqoji Universitesi, Edebiyat öğretim teknolojisi bölümü

(ahmadovaa708@gmail.com) **ORCID: 0000-0002-2464-2513**

Özet

Tofig Mutallibov, Azerbaycan şiirinin gelişimine yaptığı katkılardan dolayı değil, aynı zamanda onun koruyucusu olarak da saygıyı hak ediyor. Şiirleri, özellikle çocuklar için yazdığı şiirler, bambaşka bir dünya. Sade, açık, anlamlı ve mantıklı. Bu özellikler, unutulmaz şairin, kelimeler üzerinde kuyumcu hassasiyetiyle çalışabildiği için şiirimizde ebediyet unvanını hak ettiğini doğruluyor. Halk şairi Samad Vurgun, T. Mutallibov'un yaratıcılığını çok takdir etmiş ve Azerbaycan Yazarlar Birliği'ne üye olmasına yardımcı olmuştur. 1955 yılında birliğin toplantılarından birinde Samad Vurgun gündemi inceliyor. Başkan, görüşülen konuları tek tek anlatıyor. Sonunda, küçük bir konu olduğunu söylüyor. Genç bir adam Yazarlar Birliği'ne üye olmak istiyor. S. Vurgun kim diye soruyor! Başkan, Tofig Mutallibov olduğunu söylüyor. Şair tekrar soruyor: "Tavuklarım"ı yazan o mu? Samad Vurgun toplantı katılımcılarına dönerek şöyle dedi: "Lütfen, önerimi oylamaya sunun. Tofig Mutallibov, bir yıllık deneme süresi olmaksızın sendika üyesi olarak kabul edilsin." Böylece genç şair sendika üyesi oldu. Tofig Mutallibov, Yazarlar Birliği'nin o toplantısı hakkında şunları söyledi: "…O toplantı benim için bir okul oldu. Toplantı başladığında varlığımı görmezden gelenler, üyelik konusu gündeme geldiğinde beni paramparça etmeye hazırdı, ancak Birliğin başkanı Samad Vurgun'un sözüyle hemen fikirlerini değiştirdiler ve toplantıdan sonra beni tebrik etmekten ve hayranlıklarını dile getirmekten utanmadılar. O andan itibaren, insanların sözleriyle değil, eylemleriyle değerlendirilmesi gerektiğini kesin olarak anladım…"

T.Mutallibov'un "Keklikler Şarkı Söylediğinde","Kalp Güzellikle Doymaz", "Sevgililerim", "Vugar'ın Şarkıları", "Turnaların Kanatlarında" ve diğer eserleri örnek gösterilebilir. Bu sanatçıların eserlerindeki çocuk edebiyatı örnekleri incelenmiş ve analiz edilmiştir. Ünlü eğitimci V.G. Belinsky'nin sözleriyle, sıradan bir yazarın bir yeteneğe, bir çocuk yazarının ise iki yeteneğe ihtiyacı vardır. Çünkü bu edebiyatın en önemli özelliği eğitici niteliğidir. Her çocuğu insan ve yurttaş olarak yetiştirmeliyiz ki parlak ve aydınlık bir geleceğe sahip olabilsin. Bu nedenle, her yazar ve şair, eserini yazarken çocuk kitaplarının diline özel önem vermeli ve çevremizde olup biten yenilikleri, keşifleri, icatları, bilimsel başarıları, tarihi olayları vb. kolay ve ilgi çekici bir dille aktarabilmelidir. Bir insanın gelecekteki yaşamının temeli bebeklikte atılır. Bu temel ne kadar güçlü ve güvenilir olursa, çocuklarımız psikolojik olarak o kadar sağlıklı ve neşeli büyür ve gelecekleri o kadar parlak olur. Bu, ciddi bir eğitimle mümkündür.

Anahtar kelimeler: anlamlı ve mantıklı, çocuk kitapları, tarihi olaylar, üyelik konusu

POETIC LOGIC IN AZERBAIJAN CHILDREN'S POETRY

Associate Professor, Aygun Ahmadova

Azerbaijan State Pedagogical University, Department of Literature Teaching Technology

(ahmadovaa708@gmail.com) ORCID: 0000-0002-2464-2513

Abstract

Tofiq Mutallibov deserves respect not only for the works he created that contributed to the development of Azerbaijani poetry but also for his role as a guardian of the art form. The poems he penned for children, in particular, belong to a world of their own; they are simple, clear, meaningful, and logical. These works confirm that the unforgettable poet secured an enduring place in our poetry thanks to his ability to craft words with the precision of a jeweler. People's Poet Samad Vurgun held T. Mutallibov's work in high regard and helped facilitate his admission to the Azerbaijan Writers' Union. At a meeting of the Union in 1955, Samad Vurgun inquired about the day's agenda. The chairman addressed the matters under discussion one by one, finally mentioning a minor item: a young man wished to join the Writers' Union. "Who is this young man?" Vurgun asked. The chairman replied that it was Tofiq Mutallibov. The poet asked again, "The one who wrote *Cücələrim* [My Little Chicks]?" Turning to the meeting participants, Samad Vurgun said, "I ask that my proposal be put to a vote: let Tofiq Mutallibov be admitted to the Union without the usual one-year probationary period." Thus, the young poet became a member of the Union. Tofiq Mutallibov spoke of that particular meeting of the Writers' Union as follows: "…That meeting was a lesson for me. People who had ignored my very existence when the meeting began-who were ready to tear me apart when the issue of my admission arose, yet who instantly changed their stance at a single word from Samad Vurgun (the Union's chairman)—saw no shame in congratulating me and expressing their admiration after the meeting concluded. From that moment on, I realized once and for all that people should be judged by their actions, not their words…"

Notable works by T. Mutallibov include *When the Partridges Sing*, *The Heart Never Tires of Beauty*, *My Loved Ones*, *Songs of Dignity*, *On the Wings of Cranes*, and others. Examples of children's literature within these artists' bodies of work have been examined and analyzed. To quote the renowned educator V.G. Belinsky, an ordinary writer requires one measure of talent, whereas a children's writer requires two. This is because the defining characteristic of this genre is its educational nature. We must nurture every child into a decent human being and a responsible citizen, enabling them to envision a bright and promising future.

Keywords: meaningful and logical, children's books, historical events, membership topic

Giriş

63 dayanacaqlı bir ömür qatarının sahibi, Azərbaycan uşaq ədəbiyyatında, bədii sözü insan hissiyatına yaxınlaşdıran, poeziyanın dilini bilib və oxucularına sevdirən, Əməkdar incəsənət xadimi Tofiq Mütəllibov poeziyası bundan sonra yüz illər boyunca poetik incəliyini saxlamaq keyfiyyətinə malik bir yaradıcılığa sahibdir. Bənzərsiz şairin əsərlərinin əksəriyyəti yazıçı taleyinin canlı portiretidir. Tofiq Mütəllibov çox xırda görünən həyat hadisələrini təsvirli bədii dillə ədəbiyyat hadisəsinə çevirə bilən şair idi. O, ədəbi mübahisə və münaqişələrə yaxın düşməzdi, daha çox sadə insanlar arasında olmağa, Azərbaycan torpağının hər qarışını gəzib dolaşmağa üstünlük verirdi. O, publisistik əsərlər yazmağa üstünlük verən şair idi. Tofiq Mütəllibov böyüklər üçün necə maraqlı əsərlər yazırdısa, uşaqların dünyasına həsr olunmuş maraqlı kitablarla onları öz yaradıcılığına cəlb eləməyi bacarırdı. Bu şeirlərdəki yığcamlıq, fikrin aydın ifadəsi, poetik məntiq dərhal diqqəti cəlb edirdi. Şairin bədii yaradıcılığındakı tapıntılar yaddaşlaraiz salırdı. 1992-ci ilin 30 oktyabırında bu dünya ilə, doğmaları ilə əbədi vidalaşan şairin həm işıq üzü görən, arxivdə qalan irsi Azərbaycan poeziya xəzinəsinin dəyərli sərvətidir. O sərvət Tofiq Mütəllibov adı, ünvanı ilə zaman-zaman yaşayacaq, oxucuların qəlbinə, ruhuna nur kimi qovuşacaq.

Tofiq Mütəllibov bir şair kimi əllinci illərdə tanınsa da, onun şeriyyət aləmində etirafı altmışıncı illərdən başlayır. Onun yaradıcılığında XX əsrin 60-80-ci illərinin gerçəkliyi əks olunur və istər müraciət etdiyi mövzulara, istərsə də bir şair kimi necə formalaşmasına, fərdi üslubunun, poetik dəst-xəttinin özünəməxsusluq kəsb etməsinə diqqət yetirsək, təsəvvürümüz genişlənər və gözlərimiz qarşısında bir şairin obrazı canlanar. Vətənin tərənnümü, Azərbaycan təbiətinin vəsfi, sevgi-məhəbbət təranələri, insan və onun mənəvi dünyası, xalqımızın keçdiyi tarixi yollar, böyük sənətkarların, söz ustalarının, tarixi qəhrəmanların, əmək cəbhəsində hünər göstərənlərin şeir-portretləri. Amma şeirlərində heç kimə bənzəmirdi. Şeirlərində o dövrün poeziyasına məxsus vəsf də vardı, tərənnüm də, amma səmimiyyətdən, təbiilikdən uzaq deyildi. Hiss edirdin ki, bu şeirlər həyatı sevən, Azərbaycanı sevən bir ürəkdən süzülüb gəlir. Ötən əsrin 60-ci illərindən şair kimi diqqət çəkən Tofiq Mütəllibov 30-a yaxın kitabın müəllifidir. Onun kitabları həm Bakıda, həm də keçmiş sovet məkanının müttəfiq respublikalarında, eləcə də Moskvada çap edilirdi. "Görüş", "Şeirlər", "Bəxtiyar balalar", "Gözəllikdən doymur ürək", "Sənin xətrinə", "Danışan çiçəklər", "Mənim əzizlərim", "Görüş yerimiz" və başqa kitabları ilə oxucu rəğbəti qazanan Tofiq Mütəllibovun pərəstişkarlarına son töhfəsi ölümündən bir qədər əvvəl çap edilən "Sevənlərin ürəyi" adlanır. Şair bir şeirində vaqonları ay, il olan ömür qatarı haqqında belə yazıb:

Mənim ömür qatarım

Gör yol gedir nə vaxtdır,

Bu qatarın yolunda

Arzularım çıraqdır.

Tofiq Mütəllibova əbədiyaşarlıq bəxş edən əsərləri arasında ”Cücələrim"in öz yeri var.Tofiq Mütəllibov hətta bu mahnıların sözlərini yazmasaydı belə, unudulmaz bəstəkar Qənbər Hüseynli ilə birlikdə musiqi dünyamıza bəxş etdikləri "Cücələrim" kifayət idi ki, hər iki sənətkar mədəniyyət tariximizdə əbədi qalsın. Bu il "Cücələrim"in 60 yaşı tamamlandı. Dünyanın o qitəsi yoxdur ki, "Cücələrim" orada qanad açıb uçmasın. Bu uçuşun da bütün məqamları uğurlu olub. Bu, bir faktdır ki, Azərbaycanda adidən aliyə, balacadan böyüyə kimi hamı bu nəğməni əzbər bilirdi. Ana laylasından sonra balacalara xoş gələn, onların qəlbini isidən, sevincini, təbəssümünü artıran "Cücələrim" həm də neçə sənətkarın yetişməsində, püxtələşməsində böyük rol oynayıb. Mahnının mətni bir çox xalqların dillərinə tərcümə olunaraq ifa edilir. Hətta uşaqlar üçün çəkilən cizgi filmlərində, məsələn, "Nu poqadi"də “Cücələrim” mahnısı ana dilimizdə səsləndirilib. "Cücələrim"in şöhrəti o illərdə dünyanı dolanmaqdaidi. "Cücələrim"in qəribə taleyi olub. Mahnı yazılandan düz 10 il sonra məşhurlaşıb. 1949-cu ildə bəstəkar Qəmbər Hüseynli şair Tofiq Mütəllibova bir musiqi dinlədir və ondan xahiş edir ki, buna söz yazsın. O dönəmlər uşaq şeirləri yazan Tofiq Mütəllibov musiqiyə söz yazıb verir Qəmbər Hüseynliyə, mahnının ilk ifaçısı,

deyilənə görə, uzun müddət Muğam Teatrının direktoru işləyən, 2022-ci ildə 83 yaşında dünyasını dəyişən Arif Qazıyev olmuşdur.

Mahnının ulduzu düz 10 il sonra parlayır. 1959-cu ildə Moskvada keçirilən Azərbaycan incəsənəti dekadasında "Cücələrim"i indi hamımızın tanıdığı aktrisa və rəssam-florist Suqra Bağırzadə oxuyur. Mahnı "ura "yla qarşılanır və tezliklə dillər əzbərinə çevrilir, sovetlər məkanını aşaraq bütün dünyaya yayılır. Müxtəlif dillərə (100-dən çox dilə !) çevrilir. Hətta "Dünyanın ən yaxşı uşaq mahnıları" albomuna daxil edilir. Vaxtilə Azərbaycan kino xadimləri Fransada olarkən, dünya şöhrətli Charlie Chaplin gələnlərin Azərbaycandan olduğunu biləndə piano arxasına keçib "Cücələrim"i ifa edib və qonaqlara üz tutub deyib: "Demək, siz bu melodiyanın vətənindənsiniz?! Məndən o bəxtəvər bəstəkara salam yetirin!".

Xüsusən, sovet illərində dünyanın bütün qitələrində səslənən, yüz milyonlarla dinləyicini vəcdə gətirən, uşaqlar qədər böyüklərin də qəlbini fəth eləyən bu nəğmə sözlə musiqinin həmahəngliyinə, vəhdətinə bənzərsiz bir nümunədir, musiqisi hansısa çalğı alətindən süzülən melodiya, sözləri hansısa poeziya qanunlarına, ənənələrinə tabe etdirilmiş nəzm parçası deyil. “Cücələrim”də musiqi sözlərin özündə, səslərin alliteasiyasındadır, istəsən də həmin sözləri ayrı melodiyaya qoşa bilməzsən, ayrı ahəngə tabe etdirə bilməzsən. Sadə sözlər, aydın fikirlər əslində, mətn görkəmində olan, körpə qığıltısıtək təbii və anlaşıqlı, ana laylasıtək ruh oxşayan bir melodiyadır.

Məzmunlu və bitkin şeirlər müəllifi Tofiq Mütəllibov uşaqlar üçün şeir yazmağı həqiqətən çox sevirdi. Müəllifin "Cücələrim", "Meşə nağılı", "Danışan qayalar" pyesləri müvəffəqiyyətlə tamaşaya qoyularaq çoxlu tamaşaçı kütləsinin rəğbətini qazandı. Tofiq Mütəllibov uşaqların psixologiyasını çox yaxşı bilirdi. Ona görə də qələmindən çıxan şeirlər dillər əzbərinə çevrilirdi:

Torpaqda gül ətri var,

Səhərdir... hava təmiz,

Ürəyində arzular

Dərsə gedir Aybəniz.

Onun jurnalistlik fəaliyyəti də təqdirəlayiqdir. Ədəbiyyat və incəsənət xadimləri ilə bağlı qələmə aldığı yazılar hələ də yaddaşımızdan silinməyib. Ayda bir dəfə "Azərbaycan gəncləri" qəzetində gənc yazarların yaradıcılığı ilə bağlı icmallar qələmə alar, istedadlılara yaşıl işıq yandırar, cızmaqaraçılara isə kəskin və qəti sözünü deyərdi. İşdir, Tofiq Mütəllibov kiməsə "uğurlu yol" yazıb təqdir etsəydi, sanki ədəbi hadisə baş verərdi. Tofiq Mütəllibov əsl ədəbiyyat keşikçisi idi. Tərcümə ilə də məşğul olardı. Orta Asiyada yaşayan şairlərdən tutmuş Rusiyadakı həmkarlarına kimi çoxunun yaradıcılığından azərbaycanlı oxucuları xəbərdar edirdi.

Tofiq Mütəllibovun kitablarını vərəqlədikcə ürəyimizə bir sərinlik, duyğularımıza rahatlıq gəlir. Həqiqətən bu şairin qələmindən qopan bütün misralar poetik yükünə, dəyərinə və mövzusuna görə çox maraqlıdır, təsirlidir, yaddaqalandır. İlhamdan doğulan şeir nümunəsidir.

Tofiq Mütəllibov bütün ömrünü mətbuata həsr etmişdi. "Pioner" jurnalında məsul katib, Radio-Televiziya Komitəsində baş redaktor işləmişdi. 1971-ci ildən ömrünün son gününə qədər (1992) "Azərbaycan gəncləri" qəzetində ədəbiyyat, incəsənət və mədəniyyət şöbəsinin müdiri vəzifəsində çalışmışdı. Onun Dövlət Kukla Teatrında "Meşə nağılı" və "Danışan qayalar", Gənc Tamaşaçılar Teatrında isə "Cücələrim" alleqorik pyesi tamaşaya qoyulmuşdu. Əsərləri bir çox dünya dillərində çap olunub yayılmışdı. Əməkdar incəsənət xadimi, 300-dən çox mahnının müəllifi idi. "Dənizdə Ay çimməndə", "Eyvandan baxan qız", "İllər", "Yanımda sən olaydın", "Ay mənim özbək bacım", "Ay mənim əzizlərim", "Sənin xətrinə", "Sənin eşqin, mənim eşqim", "Bura məskənidir gözəlliklərin"... bu mahnılar indi də oxunur.

Tofiq Mütəllibov yalnız Azərbaycan poeziyasının inkişafında yaratdığı əsərlərinə görə yox, həm də onun keşikçisi kimi ehtirama layiqdir. Xüsusilə də uşaqlar üçün qələmə aldığı şeirləri bir özgə aləmdir. Sadə, aydın, mənalı və

məntiqlidir. Bunlar təsdiqləyir ki, unudulmaz şair söz üzərində zərgər dəqiqliyi ilə işləməyi bacardığından poeziyamızda əbədiyyət ünvanı qazanıb. Xalq şairi Səməd Vurğun T. Mütəllibovun yaradıcılığını yüksək qiymətləndirib, onun Azərbaycan Yazıçılar İttifaqına üzv qəbul olunmasına köməklik göstərib. 1955-ci ildə ittifaqın iclaslarının birində Səməd Vurğun gündəliklə maraqlanır. Sədr bir-bir müzakirə olunan məsələlər haqda söz açır. Axırda deyir ki, bir xırda məsələ də var. Bir gənc Yazıçılar İttifaqına üzv olmaq istəyir. S.Vurğun kimdir o gənc, deyir! Sədr bildirir ki, Tofiq Mütəllibovdur. Şair bir daha soruşur: "Cücələrim"i yazanmı? Səməd Vurğun üzünü iclas iştirakçılarına tutub deyir: "Xahiş edirəm, təklifim səsə qoyulsun. Tofiq Mütəllibov birillik zəmanət sınaq müddəti olmadan ittifaqın üzvlüyünə qəbul edilsin". Beləliklə, gənc şair ittifaqa üzv olur. Tofiq Mütəllibov Yazıçılar Ittifaqının həmin iclası barədə belə deyirdi: "…Həmin iclas mənim üçün bir məktəb oldu. Iclas başlananda varlığıma məhəl qoymayan, qəbul məsələsi ortaya çıxanda məni didib-parçalamağa hazır olan, Səməd Vurğun Ittifaqın sədri olduğuna görə onun bir sözüylə fikrini dərhal dəyişən adamlar iclasdan sonra məni təbrik eləməyi, heyranlıqlarını bildirməyi özlərinə əsla ayıb saymadılar. Elə həmin vaxtdan etibarən insanlara sözünə görə yox, əməlinə görə qiymət vermək lazım gəldiyini birdəfəlik anladım…"

T.Mütəllibovun "Kəkliklər oxuyanda", "Gözəllikdən doymur ürək", "Mənim əzizlərim", "Vüqarın nəgmələri", "Durnaların qanadında" və sair əsərləri göstərmək olar. Bu sənətkarların yaradıcılığında uşaq ədəbiyyatına aid nümunələr araşdırılaraq, təhlil edilmişdir. Məşhur pedaqoq V.Q.Belinskinin sözləri ilə desək adi yazıcıya bir, uşaq yazıçısına isə iki istedad lazımdır. Çünki bu ədəbiyyatın başlıca xüsusiyyəti onun öyrədici xarakter daşımasıdır. Hər bir uşaqdan insan, vətəndaş tərbiyə etməliyik ki, o, aydın və işıqlı sabahını görə bilsin. Buna görə də hər bir yazıçı və şair əsərini yazarkən, uşaq kitablarının dilinə xüsusi əhəmiyyət verməli, ətrafımızda baş verən yenilikləri, kəşfləri ixtiraları, elmi nailiyyətləri, tarixdə baş vermiş hadisələri və sair asan və maraqlı dillə nəql etməyi bacarmalıdır. İnsanın gələcək həyatının təməli körpəlikdən başlayır. Bu təməl nə qədər möhkəm, nə qədər etibarlı olarsa, övladlarımız da psixoloji cəhətdən bir o qədər sağlam, gümrah böyüyər, onların gələcəyi də fərəhli olar. Bu isə ciddi təlim-tərbiyə ilə mümkündür.

Dünya inkişaf edir - texnologiya, əyləncə, təlim-təhsillə birlikdə düşüncə tərzimiz də sürətlə dəyişilməli və inkişaf etməlidir. Onu da qeyd etməliyik ki, uşaq ədəbiyyatına müraciət edən hər bir yazıçı və şair öncə uşaqların dünyasını, psixologiyasını dərindən öyrənməli və bələd olmalıdır. Bundan sonra onların yaş xüsusiyyətlərini, maraq dairəsini, estetik zövqünü öyrənməli, onu müəyyən bir istiqamətə doğru yönəltməli, fərdi şəkildə inkişaf etdirməlidir. Böyüklər üçün əsər yazmaq uşaqlar üçün əsər yazmaqdan çox asandır. Çünki böyüklər üçün yazılan əsərin mövzusu istənilən şəkildə, formada, ölçüdə ola bilər. Unutmayaq ki, uşaqlarda bu, belə deyil. Eyni zamanda, uşaq ədəbiyyatına aid olan hər bir əsər onların yaş xüsusiyyətlərinə görə nəzərə alınmalıdır. Təbii ki, ilk növbədə fərdin ictimai mühiti, inkişafı, idrakı, zövqü, nitqi, bilik dairəsi nəzərə alınmalıdır. Bütün bunlarla yanaşı uşaqların yaş xüsusiyyətlərinin tələblərinə də riayət olunmalı, bu şərt unudulmamalıdır. Bu baxımdan son illər ədəbi mühitdə uşaq ədəbiyyatı sahəsində böyük irəliləyiş hiss olunur. Bu ədəbiyyatın zənginləşməsi və təsir dairəsi xeyli artmış, bədii dəyəri ilə seçilə bilən əsərlər ortaya qoyulmuşdur. Tədqiqatçıların bu sahədə araşdırma aparmaları ümumi işin xeyrinə olar. Ümidvarıq ki, bu sahədə gələcəkdə elmi əsrlər və təhlillər aparılacaqdır. Hər kəs öz üzərinə düşəni etməlidir. Bu sahədə əldə olunan son nailiyyətlər də araşdırılıb, tədqiq edilməli, yeni nəslə çatdırılmalıdır. Uşaqlar üçün yazılan əsərlər həcmcə azlıq təşkil etsə də, ümumilikdə uşaq psixologiyasını düzgün anlayan, onu istədiyi məcraya yönəltməyi bacaran, saf uşaq şüurunda mütərəqqi, pedaqoji tərbiyənin əsasını anlatmaq baxımından dəyərli əsərlər yazılmalı, müfəssəl təhlil olunaraq, oxuculara çatdırılmalıdır. Bu mənada "ədəbi mühiti uşaq ədəbiyyatının inkişaf istiqamətləri və problemləri" adlı kitabların vəsaitlərin ərsəyə gəlməsi uşaq ədəbiyyatının inkişafı deməkdir.

Onun təbiətlə bağlılığı, sevgisi də lirikasının əsas xətlərindən biri idi. Deyirdi ki: "Çiçəkləri asta dərin, Yarpaq bizdən inciməsin". Gərək uşaqların psixologiyasına, onların dünyasına yaxşı bələd olasan. Bir az da özün uşaq olasan, ürəyi təmiz, saf, duru. Çünki uşaq dünyası bir naməlum adanın sirlərini öyrənmək qədər maraqlıdır. Tofiq Mütəllibov da uşaq dünyasının içindəydi. O, yüzlərlə uşaq şeiri yazıb, ən çox da məktəb yaşına çatmamış körpə

balalar və kiçikyaşlı məktəblilər üçün. Demək olar ki, onların hələ qol-qanad açmamış arzularına, xəyallarına işıq tutub, bu körpələr aləminin qəribə, cəlbedici olaylarından söz açıb, sanki özü də o aləmin bir üzvünə çevrilib. Uşaqlarla sadə dildə danışıb, vətəni, təbiəti, ata-anamı, babanı, nənəni onlara sevdirib. Əslində, uşaq şeirlərində T.Mütəllibov adi həqiqətləri qələmə alırdı, özü də uşaqların anlayacağı dildə. Məsələn, anası uşaq üçün balıq bişirib, süfrəyə gətirib. Amma uşaq o balığı yemir. Düşünür ki, bu balığı dəniz bəsləyib, o gərək süfrədə yox, dənizdə olaydı.

"Kəklik balalarının gözü yollarda qalıb.

anaları gəlmir, görəsən, harda qalıb?" –

hansı zalım ovçusa ana kəkliyi vurub. görəsən,

"qəlbi olan adam da gözəlliyə qıyarmı?

onu vuran ovçunun görən balası varmı?".

Şair uşaqlara təbiətdəki ayrı-ayrı varlıqların (bulağın, çayın, daşın, qayanın) arzularından söz açır, bulaq coşqun çaya, çay dənizə, daş qayaya, qaya isə dağa çevrilmək istəyir. Təbii ki, bu informasiya uşaqlarda bir maraq oyadır. Ümumiyyətlə, T.Mütəllibov təbiətlə uşaqlar arasında ünsiyyət qurmağı bacarırdı.

Məşhur uşaq şairi S.Y.Marşak yazmışdır ki, uşaq kitabının əsil sirri ondadır ki, müəllif öz oxucusu ilə oynamağı bacarır, eyni zamanda bu oyunu çox ciddi şəkildə aparır. Tofiq Mütəllibov da istər yaradıcılığında, istərsədə real həyatında uşaqları sevən şair olmuşdur.

T.Mütəllibov vətənpərvər şair idi. Azərbaycan, onun tarixi keçmişini, böyük sənətkarlarını, rəngarəng təbiətini çox şeirlərində vəsf edib. Vətən və Qürbət haqqında fikrini yığcam, həm də poetik şəkildə ifadə edən şair Tofiq Mütəllibovdur. Onun 20 yanvar faciəsi ilə bağlı «Qərənfil məşəlləri» şerindən də yan keçmək olmaz. Deyir ki, bir vaxtlar qərənfillər küsənləri barışdırarmış, indi isə onlar bir məşəl kimi şəhidlərin qəbirləri üstündə yanırlar, məzarlar üstündə müqəddəsləşirlər, onlar şəhidlərə dönürlər.

İnsanlar, bir anlıq ayaq saxlayın

Şəhid olanların məzarı üstə.

Elə bil, dil açıb deyir, ağlayın,

Qərənfil məşəli dəstəbədəstə.

Ürək susa bilmir, istəyir dinə,

Necə vəfasızmış ömrün illəri.

Bu nakam cavanlar sevgilisinə

Hədiyyə edərmiş qərənfilləri.

Həmişə günəşlə açılmır səhər,

Həyatın yolları şaxtaymış, qarmış.

Nə olsun dili yox, bu qərənfillər,

Bəzən küsənləri barışdırarmış.

XX əsr Azərbaycan poeziyasında Tofiq Mütəllibovun istər böyük ədəbiyyatında, istərsədə uşaq ədəbiyyatında çox böyük rolu olmuşdur. Bu gün də şairin və onun kimi sənətkarlarımız sevilərək oxunur, ehtiramla yad edilir, xatirələri əbədi yaşayır. Onların yaratdıqları nadir sənət əsərləri var olduqca, oxucularının qəlbində yaşamağa davam edəcəklər!

KAYNAKLAR

1.Tofiq Mütəllibov. “Ədəbi mahnı”. Seçilmiş əsərləri. Bakı, 2013, səh-791

2.Zahid Xəlil, Füzuli Əsgərli. “Uşaq ədəbiyyatı”. Bakı, 2007, səh-489

3.Tofiq Mütəllibov. “Kim islandı yağışda” (4-7 yaşlı uşaqlar üçün). Bakı: Altun Kitab, 2012. - 11 s.

4.İlyas Tapdıq. “Tofiq Mütəllibov–80: Sözünün ömrü ilə yaşayacaqdır”. Ədəbiyyat qəzeti. 2009, 17 aprel səh-4.

5.Namazov Q. 1920-ci illərdə Azərbaycan uşaq ədəbiyyatı. ADU-nun Elmi əsərləri. Dil-ədəbiyyat seriyası, 1977, №3

6.Nəbiyev B. Uşaq ədəbiyyatını böyük tələblər səviyyəsinə. Azərbaycan, 1971, №8

AZƏRBAYCAN SENTİMENTALİZMİN TƏŞƏKKÜL TARİXİ VƏ NƏZƏRİYYƏSİ

Qasımova Yeganə Nəriman qızı

filologiya üzrə fəlsəfə doktoru, dosent

Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti

Email: yegana0111@gmail.com

Orkid kod: https://orcid.org/0009-0005-5816-1776

Xülasə:

Azərbaycan sentimentalizmini öyrənmək, nəzəri tədqiq obyektinə çevirmək üçün terminoloji anlayışın özünü öyrənmək daha məqsədəuyğun olardı. Şübhə yoxdur ki, anlayışın terminoloji interpretasiyası sentimentalizmin bir ədəbi cərəyan olaraq təşəkkül tarixini, yaranma mərhələsini, səbəblərini də öyrənməyə imkan vermiş olar. Azərbaycan sentimentalizmini sistemli təhlilə cəlb etmək ədəbiyyatşünaslıq elmimizin, nəzəri-estetik fikrimizin inkişafı baxımından da çox əhəmiyyətlidir.

Azərbaycan ədəbiyyatında sentimentalizmin mövcudluğu haqqında fikirlər mübahisəlidir. Bir sıra ədəbiyyatşünaslar qəti olaraq bu fikirdədir ki, sentimentalizm Azərbaycan ədəbiyyatı üçün xarakterik deyildir və Azərbaycan ədəbiyyatında sentimentalizm ədəbi cərəyanı olmamışdır. Lakin Azərbaycan ədəbiyyatının tarixi-ədəbi inkişaf mərhələlərinə nəzər saldıqda görmək mümkündür ki, başqa xalqların ədəbiyyatında olduğu kimi, Azərbaycan ədəbiyyatının da ayrı-ayrı nümunələrində sentimental ünsürlərə, element və ştrixlərə rast gəlmək mümkündür.

HISTORY AND THEORY OF AZERBAIJAN SENTIMENTALISM

Gasimova Yegana Nariman

Doctor of Philosophy in Philology, Associate Professor

Azerbaijan State Pedagogical University

Orkid kod: https://orcid.org/0009-0005-5816-1776
Email:yegana0111@gmail.com

Summary:

It would be more expedient to study the terminological concept itself in order to study Azerbaijani sentimentalism and turn it into an object of theoretical study. There is no doubt that the terminological interpretation of the concept will allow us to study the history, stage of formation and causes of sentimentalism as a literary trend. It turns out that such an approach to the problem will also contribute to the creation of monographic studies on Azerbaijani sentimentalism in the future and will be the initial start. Involvement of Azerbaijani sentimentalism in systematic analysis is also very important from the point of view of the development of our literary science, theoretical and aesthetic opinion.

Opinions about the existence of sentimentalism in Azerbaijani literature are controversial. A number of literary critics strongly believe that sentimentalism is not characteristic of Azerbaijani literature, and sentimentalism has not been a literary trend in Azerbaijani literature. However, looking at the stages of historical and literary development of Azerbaijani literature, it is possible to see that sentimental elements, elements and strokes can be found in different examples of Azerbaijani literature, as in the literature of other nations. This practice was also manifested in the emergence of literary trends such as realism and romanticism.

Azərbaycan sentimentalizmi başqa ədəbi cərəyanlarla müqayisədə daha az öyrənilmişdir. Ədəbiyyat nəzəriyyəsinə aid kitablarda, lüğətlərdə, demək olar Azərbaycan sentimentalizminə elmi-nəzəri və konseptual baxış yoxdur. Bir çox ədəbiyyatşünasların fikrincə, ümumiyyətlə, Azərbaycan ədəbiyyatında sentimentalizm cərəyanı olmamışdır. Bununla bərabər, bir sıra ədəbiyyatşünaslar ayrı-ayrı sənətkarların yaradıcılığını təhlil və tədqiq edərkən, həmin sənətkarların yaradıcılığında özünü göstərən sentimental təsvirlərdən, sentimental hisslərdən bəhs edirlər.

Bundan başqa XX əsr Azərbaycan ədəbiyyatına və Azərbaycan romantizminə aid bütün araşdırmalarda romantik ədəbiyyatın nümayəndəsi kimi səciyyələndirilən, təqdim olunan Abdulla bay Divanbəyoğlunun "Can yanğısı" povesti, Abdulla Şaiqin lirikasının bir sıra nümunələri Azərbaycan sentimentalizminin örnəkləri kimi dəyərləndirilir.

Azərbaycan sentimentalizmini öyrənmək, nəzəri tədqiq obyektinə çevirmək üçün terminoloji anlayışın özünü öyrənmək daha məqsədəuyğun olardı. Şübhə yoxdur ki, anlayışın terminoloji interpretasiyası sentimentalizmin bir ədəbi cərəyan olaraq təşəkkül tarixini, yaranma mərhələsini, səbəblərini də öyrənməyə imkan vermiş olar. Belə çıxır ki, problemə bu cür yanaşma Azərbaycan sentimentalizmi haqqında gələcəkdə monoqrafik tədqiqatların da yaranmasına kömək edər, ilkin başlanğıc olar. Azərbaycan sentimentalizmini sistemli təhlilə cəlb etmək ədəbiyyatşünaslıq elmimizin, nəzəri-estetik fikrimizin inkişafı baxımından da çox əhəmiyyətlidir.

Sentimentalizm fransızca “sentimentalisme” sözündəndir. Bu söz ingilis dilində sentimental - həssas, tez mütəəssir olan, ürəyi nazik, təsirli, fransızca isə sentiment - buna uyğun olaraq hiss, duyğu, duyma, hiss etmə qabiliyyəti mənasını verir.

Sentimentalizm Avropa ədəbiyyatı və incəsənətində XVIII əsrin ikinci yarısından etibarən ədəbi cərəyan kimi formalaşmağa başlamışdır. Sentimentalizm ədəbi cərəyanının yaranma tarixi ilə bağlı fikirlərdən aydın olur ki, həmin mülahizələri mexaniki olaraq Azərbaycan sentimentalizminə, onun təşəkkül tarixinə tətbiq etmək mümkün deyildir. Avropa sentimentalizmindən fərqli olaraq Azərbaycan sentimentalizmi tamamilə başqa mühitdə və başqa zəmində meydana gəlmişdir. Sentimentalizm klassisizmin mücərrədliyinə və onun köhnəliyinə qarşı çıxan bir cərəyan kimi formalaşmışdır".

Bir sıra tədqiqatçılar sentimentalizmi maarifçilik hərəkatı ilə bağlayırlar. Rus sentimentalizminin ən görkəmli nümayəndəsi olan Karamzinin yaradıcılığının maarifçilik hərəkatı ilə orqanik əlaqədə olması göstərilmişdir. Bir sıra nəzəriyyəçilər sentimentalizmi bu cərəyana daxil olan sənətkarların yaradıcılığının psixoideoloji kompleksi ilə izah edirlər. Onlar sentimentalizmi "orta zadəganlığın" və burjuaziyanın mənafeyinin müdafiəçisi kimi izah etmişlər. Bununla bərabər, ədəbiyyatşünaslar sentimentalistlərin yaradıcılığında açıq şəkildə hiss olunan müxalif, mövcud cəmiyyətlə barışmaz cəhətləri də qeyd etmişlər. Belə ki, sentimentalistlər klassisistlərdən fərqli olaraq, orta təbəqənin, üçüncü silkin mənafeyinin bədii ifadəsinə üstünlük verirdilər.

Qeyd edildiyi kimi, "Sentimentalizm "insan təbiətinin" dominantı olaraq ağlı deyil, hissləri elan etdilər". İnsan hisslərinin təsvir və tərənnümü sentimentalistlər üçün əsas idi. Onların əsərlərində insan təbiətinin məsum, nazik, duyğulu tərəflərinin təsviri üstünlük təşkil edirdi.

"Sentimentalizm üçün insan psixologiyasını təsvir etmək cəhdi xarakterik bir cəhətdir, ancaq bununla belə, insan hisslərinin, duyğularının daha mübaliğəli şəkildə təsviri sentimentalistlərin əsərlərində üstünlük təşkil edirdi". Sentimentalizmin nəzəri məsələlərindən bəhs edən ədəbiyyatşünaslar bu cərəyana daxil olan sənətkarların əsərlərindən çıxış edərək, həmin əsərlərin ideososioloji məzmununa və təsvir olunan obrazların psixoideoloji kompleksinə görə sentimentalizmin cərəyandaxili təsnifatını belə verirlər: həssas, hissi sentimentalizm, didaktik sentimentalizm, sosial sentimentalizm və s.

E.Q. Rudnev "Sentimental pafos" adlı araşdırmasında göstərir ki, "qəhrəmanlıq, dramatik, tragik, satirik pafoslardan fərqli olaraq, sentimental pafos ədəbiyyatın daha sonrakı inkişaf dövrlərində yaranmışdır. Fransızca sentiment - hiss, duyğu, mütəəssir olan, təsəlli verən sentimentalizmi sosial həyatın müəyyən konkret şəraiti yaratmışdır".

Şəhər həyatının bir-birinə yad olan insan hisslərinə, paytaxt həyat tərzinə qarşı çıxan bir sıra yazıçılar o cəmiyyətə qarşı antiteza kimi hələ əxlaqca pozulmamış, sadə, təbii insanlar axtarırdılar. Belə təbii, əxlaqca saf, təmiz adamları onlar kəndli təbəqələrinin, şəhər zəhmətkeşlərinin, patriarxal zadəgan mühitindən tapırdılar. Cəmiyyətin belə təbəqələri içərisindən saf, təmiz, əxlaqca müsbət olan həmin adamlar sənətkarların diqqətini cəlb edir və onlar məmnuniyyətlə ədəbi əsərlərin qəhrəmanlar seçilirdilər. Yazıçılar bu qəhrəmanların sadəlövhlüyünə, sarsıntılarına və yaşantılarına ürək ağrısı ilə yanaşır, onların insanlıq ləyaqətlərinə hörmətlə yanaşırdılar.

Sentimentalizmin nəzəri-estetik məsələlərindən bəhs edən tədqiqatçılar hətta sentimental pafosu sentimentalizm ədəbi cərəyanından fərqləndirirlər. Həmin yanaşmaya görə, sentimental pafos ədəbiyyatda özünü XVIII əsrdən göstərməyə başlasa da, bu o demək deyildir ki, əvvəlki dövrlərin ədəbiyyatında sentimental pafos olmamışdır. "Sentimentallığı bir pafos kimi sentimentalizm ədəbi cərəyanından fərqləndirmək lazımdır. Alman şairi və dramaturqu F. Şiller "Sadəlövh və sentimental poeziya haqqında" məqaləsində düzgün olaraq göstərmişdir ki, sentimental poeziyanın əsasını Roma şairi Horatsi qoymuşdur. Lakin onun da şerlərində sentimental refleksiya özünü zəif şəkildə göstərmişdir. Ədəbiyyatda ardıcıl sentimental istiqamət isə özünü XIX əsrdən göstərməyə başlamışdır. Belə ki, 40-60-cı illər rus ədəbiyyatının bir sıra realist əsərlərində təhkimçi-kəndli həyatına həssas münasibət ifadə olunurdu". Ədəbiyyat nəzəriyyəçisi N.A. Qulyayev sentimentalizmin təşəkkül tarixindən danışarkən belə yazır: "Sentimentalizm Qərbi Avropada XVIII əsrin ikinci yarısında formalaşmışdır. O, feodal cəmiyyəti daxilində başlanan böhran ərəfəsində və kapitalist münasibətlərinin intensiv inkişaf etdiyi dövrdə təşəkkül tapmışdır".

Sentimentalizm haqqında araşdırmaların hamısında, demək olar problemə nəzəri-metodoloji yanaşma eynidir. Lakin problemə terminoloji yanaşma baxımından bəzi nəzəriyyəçilər sentimentalizmi ədəbi cərəyan, bəziləri ədəbi axın, başqaları isə onu metod kimi şərh edirlər. Görünür, sentimentalizmi ədəbi cərəyan yox, ədəbi axın kimi izah edənlər sentimentalizmi realizm və romantizm ədəbi cərəyanları ilə müqayisədə daha böyük bir dövrü əhatə edən, konseptual ədəbi cərəyan olmamaqda görürlər. Şübhə yoxdur ki, hər hansı bir metodun və cərəyanın yaranması, hər şeydən əvvəl, üslub dəyişikliyi ilə bağlıdır. Odur ki, geniş anlamda sentimentalizmin, sentimental üslubun yaranması klassisizm üslubunun inkarı nəticəsində yaranmışdır. Təsadüfi deyildir ki, üslub metodun təzahür metodu kimi dəyərləndirilir.

Sentimentalistlər öz qəhrəman tiplərini klassistlərin müraciət etdikləri ənənəvi sosial təbəqələr içərisində yox, əhalinin orta təbəqələrindən, feodal-patriarxal zülmündən əziyyətlər çəkən, əzilən, alçaldılan təbəqələr, kəndlilər, məsum insanlar içərisindən seçirdilər. Bu da sentimentalistlərin dünyagörüşlərindən , yaradıcılıq tendensiyalarından irəli gəlir. Sentimentalizm bütün başqa ədəbi metodlar kimi müəyyən ədəbi-tarixi zərurətdən yaranmışdır. Sentimentalistlərin yaradıcılığı konkret bir dövrün, tarixi epoxanın ictimai münasibətlərini, insanlarını inikas etdirirdi. İnsan şəxsiyyətinə, ağlına həssaslıqla yanaşmaq, insanların təbii hisslərinin təsvir və tərənnümü sentimentalistlərin yaradıcılığında dominantlıq təşkil edir. Sentimental yazıçılar qələmə aldıqları obrazlara tamamilə başqa tendensiyadan, fərdi aspektdən yanaşırdılar. Doğru qeyd olunduğu kimi: "Sentimentalizm normativ şəxsiyyət idealına sadiq qalaraq, o, insanı "əqlcə" yox, "təbii" hissləri yolu ilə kamilləşməsini nəzərdə tuturdu. Maarifçi ədəbiyyatın qəhrəmanları sentimentalizmdə daha da fərdiləşirlər; o öz mənşəyinə (və ya etiqadına) görə demokratdır; zəngin mənəvi aləmə malikdir"!

Klassisistlərin yüksək janrlarda cəmiyyətin daha yüksək təbəqələrini təsvir etməyin əksinə olaraq, sentimentalistlər adi adamları onların gündəlik məişət şəraiti zəmində təsvirinə üstünlük verirdilər. Aristokratları, çarları, sərkərdələri sentimentalistlərin şərlərində burjuaziya-meşşan təbəqələri mühitindən çıxan orta insan, orta

zümrənin adamları əvəz edir. Bu zaman artıq tarixi hadisələrin, olub keçmiş əhvalatların təsvirinə, macəraçılığa ehtiyac qalmır, insanın şəxsi həyatı, fərdi aləmi bədii təhkiyənin mərkəzinə gətirilir. Əgər klassisistlər sadə adamların yaşantılarına, hisslərinə kifayət qədər əhəmiyyət vermirdilərsə, sentimentalistlər bunun əksinə olaraq, bu adi adamların daxili aləmlərinin zənginliyinin təsvirinə daha böyük, önəm verirdilər.

Azərbaycan ədəbiyyatında sentimentalizmin mövcudluğu haqqında fikirlər mübahisəlidir. Bir sıra ədəbiyyatşünaslar qəti olaraq bu fikirdədirlər ki, sentimentalizm Azərbaycan ədəbiyyatı üçün xarakterik deyildir və Azərbaycan ədəbiyyatında sentimentalizm ədəbi cərəyanı olmamışdır. Lakin Azərbaycan ədəbiyyatının tarixi-ədəbi inkişaf mərhələlərinə nəzər saldıqda görmək mümkündür ki, başqa xalqların ədəbiyyatında olduğu kimi, Azərbaycan ədəbiyyatının da ayrı-ayrı nümunələrində sentimental ünsürləri, element və ştrixlərə rast gəlmək mümkündür şübhəsiz, klassik ədəbiyyatımızda təzahür edilən bu sentimental təmayüllər gələcəkdə sentimental pafosun yaranmasında mühüm rol oynamalı idi. Bu təcrübə realizm və romantizm kimi ədəbi cərəyanların yaranmasında da özünü göstərmişdir.

Qeyd olunduğu kimi, Azərbaycan sentimentalizmin bir ədəbi cərəyan olaraq çox az tədqiq edilmişdir. Azərbaycan ədəbiyyatında sentimentalizmin mövcud olub-olmaması haqqında fikirlər bununla tamamlanmır. Belə ki, prof. Ə.Mirəhmədov tərtib etdiyi "Ədəbiyyatşünaslıq terminləri lüğəti"ndə Azərbaycan sentimentalizmi haqqında fikrini qəti şəkildə belə bildirir: "Azərbaycan ədəbiyyatında sentimentalizm adında müstəqil bir ədəbi cərəyan olmamışdır". Lakin elə orada da ədəbiyyatşünas alim Ə. Mirəhmədov çox vacib olan bir neçə məqama toxunur. Lakin bu məqamlar nəzəri cəhətdən açıqlanmır və inkişaf etdirilmir. Maraqlıdır ki, o, A. Səhhət yaradıcılığının bəzi nümunələrini sentimentalizmə aid edir. Onun toxunduğu həmin əhəmiyyətli məqamın məzmunu belədir: "Lakin istər orta əsrlərdə, istərsə də XIX-XX əsrlərdə yazıb yaratmış bir çox Azərbaycan yazıçılarında sentimentalizmin bu və ya başqa xüsusiyyətləri nəzərə çarpır".

Buradan belə nəticəyə gəlmək olar ki, sentimental ünsürlər, elementlər sistemli olmasa da, kortəbii şəkildə qədim və orta çağlar Azərbaycan ədəbiyyatında, XIX-XX əsrlər ədəbiyyatımızda mövcud olmuş, işlənilmişdir.

Başqa bir mənbədə Azərbaycan sentimentalizmi haqqında oxuyuruq: "Azərbaycan ədəbiyyatında Sentimentalizm müstəqil ədəbi cərəyan kimi mövcud olmasa da, onun bəzi əlamətləri orta əsrlər poeziyasında, XIX əsr (I. Qutqaşınlı, X. Natəvan) və XX əsr (A. Səhhət, M. Hadi, H. Cavid, habelə A. Divanbəyoğlu, I Musabəyov və b.) şair və yazıçılarının yaradıcılığında nəzərə çarpır". Deməli, burada da sentimentalizm Azərbaycan ədəbiyyatında müstəqil ədəbi cərəyan kimi göstərilmir. Daha dəqiq desək, bu ədəbi cərəyanın mövcudluğu qəbul olunmur. Lakin bu fikrin özündə də Azərbaycan sentimentalizmini daha geniş müstəvidə araşdırmaq üçün geniş üfüqlər açılır. Bununla da, Azərbaycan sentimentalizminin bədii-praktik və nəzəri parametrləri, ədəbi hüdudları artmış, genişlənmiş olur. Ən əhəmiyyətlisi isə budur ki, İ. Qutqaşınlı, X. Natəvan, M. Hadi, H. Cavid kimi sənətkarlar sentimentalizmin nümayəndələri kimi yox, onların yaradıcılığında "bəzi əlamətləri" sentimentalizmə uyğun gələn yazıçı və şairlər kimi göstərilir. Əlbəttə, nəzəri cəhətdən bu fikrin özü də böyük əhəmiyyət daşıyır. Sentimentalizm haqqında Azərbaycan ədəbiyyatşünaslığında mövcud olan bütün nəzəri fikir və mülahizələri ümumiləşdirmiş olsaq, belə nəticəyə gələrik ki, tədqiqatçılar Azərbaycan ədəbiyyatında sentimentallığı bütün dövrlər üçün qəbul edirlər. Sentimental üslubda yazıb yaradan sənətkarları fərqləndirirlər. Onların əsərlərində sentimental əlamətlərin, elementlərin ardıcıl şəkildə işləndiyini etiraf edirlər.

Məlum olduğu kimi, sentimentalizmin ideya-fəlsəfi əsasını insana, təbiətə, cəmiyyətə sensualist baxış təşkil edir. Sensualizmə görə insanın iç aləminin, qəlbinin dialektikasının, onun hiss və duyğularının açılmasına meyl daha güclüdür. Bu baxımdan yanaşsaq, insan qəlbinin təsvirinə, şəxsi taleyinə, fərdi aləminə həssaslıq göstərilməsi onun psixoloji aləminin açılması Azərbaycan yazıçı və şairlərinin əsərlərində həmişə əsas yer tutmuşdur.

Sentimentalizm və maarifçilik

Sentimentalizmin bütün nəzəriyyəçiləri bu cərəyanın maarifçiliklə müştərək və fərqli olan cəhətlərindən bəhs etmişlər. Məlumdur ki, maarifçilər üçün rasional zəka, ağıl və idrak hər şeyin təyinedicisi idi. Maarifçilər ictimai həyatın ideososioloji məsələlərinin, cəhətlərinin, sosial tərəflərinin təsvir və təqdiminə əsas önəm verirdilər. Bu da maarifçilərin cəmiyyəti maarif, idrak, ağıl vasitəsilə inkişaf etdirmək proqramından irəli gəlirdi. Onlar cəmiyyətin inkişaf və təkamül yolunu məhz ağıl və rasional zəkada görürdülər.

Göründüyü kimi, elə bu nöqtədə da sentimentalist maarifçilik dünyagörüşündən əsaslı şəkildə fərqlənir. Çünki sentimentalistlər insan ağıl və zəkasının əksinə olaraq, onun hisslərinin, duyğularının təsvir və tərənnüm olunması tendensiyasına üstünlük verirdilər. Sentimentalistlər insanı onların yaşadığı ictimai mühitlə, cəmiyyətin qlobal hadisələri ilə birgə təsvir etmirdilər. Onlar hər bir insana, qələmə aldıqları bədii obraza fərdi münasibət bəsləyir, şəxsi həyatının, daxili-mənəvi aləminin, açılmasına çalışırdılar. Əlbəttə, sentimentalistlərin yaradıcılığında insan cəmiyyətdən tamamilə təcrid olunmur.

Deyilən bu fikirlərdən aydın olur ki, Maarifçilər insanı onun yaşadığı mühitlə, sosial həyatın ziddiyyətləri ilə birgə götürüb təsvir etdikləri halda, sentimentalistlər ayrı-ayrı insanların fərdi taleyinin, həyatdakı uğursuzluqlarının, kədərli mənəvi aləminin təsvirini üstün tuturdular. Sentimentalizmin formalaşması və nəzəriyyəsi məsələlərindən bəhs edən A. Anikst yazır: "XVIII əsrin ikinci yarısında maarifçi fikirlərin inkişafında yeni mərhələni bildirən sentimentalizm hərəkatı başlayır Bundan başqa demək lazımdır ki, sentimentalizm maarifçilikdə daha çox sol demokratik axın kimi təmsil olunurdu. Bir qayda olaraq sentimentalizm maarifçilik ideologiyasının gələcəkdə dərinləşdirilməsi baxımından seçilirdi".

Ədəbiyyat

1. Azərbaycan Sovet Ensiklopediyası. 10 cilddə, VIII cild, Bakı, 1984
2. Arif Məmməd. Seçilmiş əsərləri. 3 cilddə, 2-ci cild, Bakı, 1968
3. Arif Məmməd. Seçilmiş əsərləri. 3 cilddə, 3-cü cild, Bakı, 1970
4. Babazadə B. Azərbaycan Sentimentalizmi Bakı, 2003
5. Babazadə B. Ədəbiyyat nəzəriyyəsi. BDU nəşriyyatı, 2002
6. Qasımzadə F. XIX əsr Azərbaycan ədəbiyyatı tarixi. Bakı, 1974
7. Qarayev Y. "XXI əsr: Qlobal sivilizasiya və Şərq dəyərləri", "Ədəbiyyat" qəzeti. 12 yanvar, 2001-ci il
8. İnternet resursları;
    - https://share.google/S3wzUbomYQNZdDdjg
    - https://share.google/pgdunUQCv0ffutbcT

MƏDƏNİ MÜXTƏLİFLİK ŞƏRAİTİNDƏ İNKLÜZİV TƏHSİL STRATEGİYALARI

Gülər NURİYEVA

Academician Hasan Aliyev Street 104, Azerbaijan State Pedagogical University, Department of General Pedagogy, teacher

ORCİD: 0009-0001-3926-480X

Özet

Bugünkü çoxmədəniyyətli cəmiyyətdə mədəni müxtəliflik üçün inklüziv təhsil strategiyaları xüsusilə aktualdır və ədalətli, açıq və humanist təhsil mühitinin qurulmasında əsas amil kimi xidmət edir. Bu yanaşma yalnız xüsusi təhsil ehtiyacları olan uşaqlara yönəlmiş ənənəvi inklüzivlik anlayışından kənara çıxır və şagirdlər arasında geniş sosial-mədəni, etnik, linqvistik və dini fərqləri əhatə edir. Bu cür strategiyaların əsas məqsədi hər bir uşağın, mədəni mənşəyindən asılı olmayaraq, özünü qəbul edilmiş, qorunan və akademik və şəxsi potensialını tam şəkildə həyata keçirə biləcəyi vahid, inteqrasiya olunmuş bir məkan yaratmaqdır.

Bu məqalədə çoxmədəniyyətli siniflərdə inklüziv strategiyaların tətbiqi üçün konseptual əsaslar və praktik mexanizmlər ətraflı araşdırılır. Birinci vacib aspekt tədris planının məzmununu uyğunlaşdırmaq və müəllimlərin mədəniyyətlərarası səriştəsini inkişaf etdirməklə bağlıdır. Müəllimlər müxtəlif etnik qrupların mədəni irsinin elementlərini gündəlik təhsil prosesinə inteqrasiya edə bilməli, şagirdlərdə tolerantlığa, empatiyaya və qarşılıqlı anlaşmaya hörmət aşılamalıdırlar. İkinci aspekt tədris və qiymətləndirmə metodlarının çevikliyi ilə bağlıdır: müxtəlif mədəni mənşəli uşaqların idrak xüsusiyyətlərini və ünsiyyət üslublarını nəzərə alan müxtəlif pedaqoji təcrübələrin lehinə avrosentrik və ya monomədəni şablonlardan imtina etmək. Strategiyanın üçüncü komponenti şagirdlərin ailələrinin və yerli icmaların məktəb həyatında fəal iştirakını əhatə edir ki, bu da təcrid maneələrini aradan qaldırır və təhsil müəssisəsi ilə cəmiyyət arasında etimadı gücləndirir.

Tədqiqatda xüsusilə müasir rəqəmsal texnologiyaların, çoxdilli platformaların və dil maneələrini aradan qaldırmağa kömək edən və bütün şagirdlər üçün təhsil resurslarına bərabər çıxış təmin edən interaktiv vasitələrin rolu vurğulanır. Təhlil göstərir ki, mədəni cəhətdən müxtəlif mühitdə yaxşı hazırlanmış inklüziv təhsil strategiyaları təkcə ksenofobiya və ayrı-seçkiliyə əsaslanan münaqişələrin qarşısını almaqla yanaşı, hər bir uşağın təhsil təcrübəsini zənginləşdirir, tənqidi düşüncə və qlobal vətəndaşlıq şüurunu inkişaf etdirir. Nəticədə, çoxmədəniyyətli inklüzivlik məktəbi sadə bilik əldə etmə yerindən sosial harmoniya və mədəniyyətlərin qarşılıqlı zənginləşdirilməsi laboratoriyasına çevirir.

Açar sözlər: inklüziv təhsil, mədəni müxtəliflik, çoxmədəniyyətli mühit, mədəniyyətlərarası səriştə, təhsil strategiyaları.

STRATEGIES FOR INCLUSIVE EDUCATION IN A CULTURALLY DIVERSE ENVIRONMENT

Gular NURİYEVA

Academician Hasan Aliyev Street 104, Azerbaijan State Pedagogical University, Department of General Pedagogy, teacher

ORCİD: 0009-0001-3926-480X

Abstract

In today's multicultural society, inclusive education strategies for cultural diversity are particularly relevant, serving as a key factor in building a fair, open, and humane educational environment. This approach goes beyond the traditional understanding of inclusion, which focuses exclusively on children with special educational needs, and embraces a wide range of sociocultural, ethnic, linguistic, and religious differences among students. The primary goal of such strategies is to create a unified, integrated space where every child, regardless of their cultural background, feels accepted, protected, and able to fully realize their academic and personal potential.

This article examines in detail the conceptual foundations and practical mechanisms for implementing inclusive strategies in multicultural classrooms. The first crucial aspect relates to adapting curriculum content and developing teachers' intercultural competence. Teachers must be able to integrate elements of the cultural heritage of various ethnic groups into the everyday educational process, instilling in students a respect for tolerance, empathy, and mutual understanding. The second aspect concerns the flexibility of teaching and assessment methods: abandoning Eurocentric or monocultural templates in favor of varied pedagogical practices that take into account the cognitive characteristics and communicative styles of children from different cultural backgrounds. The third component of the strategy encompasses the active involvement of students' families and local communities in school life, which breaks down barriers of exclusion and strengthens trust between the educational institution and society.

The study particularly emphasizes the role of modern digital technologies, multilingual platforms, and interactive tools that help eliminate language barriers and provide equal access to educational resources for all students. The analysis shows that well-designed inclusive education strategies in a culturally diverse environment not only prevent conflicts based on xenophobia and discrimination but also enrich the educational experience of each child, developing critical thinking and global civic consciousness. Ultimately, multicultural inclusion transforms school from a place of simple knowledge acquisition into a laboratory of social harmony and mutual enrichment of cultures.

Keywords: inclusive education, cultural diversity, multicultural environment, intercultural competence, educational strategies.

TƏRBİYƏDƏ DAVRANIŞ PROBLEMLƏRİNİN QARŞISININ ALINMASI STRATEGİYALARI

EMİLYA Hüseynova

Akademik Həsən Əliyev küçəsi 104, Azərbaycan Dövlət Pedagoji Universiteti, Ümumi pedaqogika kafedrası, pedaqogika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent

ORCİD: 0009-0003-4470-5440

Özet

Müasir pedaqogika və təhsil praktikasında uşaqlarda və yeniyetmələrdə davranış çətinliklərinin qarşısının alınması və konstruktiv şəkildə həll edilməsi problemi təhlükəsiz, qayğıkeş və humanist təhsil mühitinin qurulmasında əsas amildir. Bu yanaşma sırf cəza və ya intizam tədbirlərindən kənara çıxaraq, özünütənzimləmə bacarıqlarının, emosional zəkanın, əlverişsiz sosiallaşma şəraitinin və ya şəxslərarası münasibətlərdəki pozuntuların kök saldığı deviant və ya uyğunlaşmayan davranışın əsas səbəblərinin hərtərəfli anlaşılmasına yönəlmişdir. Profilaktik strategiyaların əsas məqsədi uşaqların psixoloji cəhətdən qorunduğunu, qəbul edildiyini və enerjilərini sosial cəhətdən məqbul yollarla yönləndirə biləcəyi şərait yaratmaqdır.

Bu məqalədə təhsil işinin müxtəlif səviyyələrində davranış problemlərinin qarşısının alınması strategiyalarının tətbiqi üçün konseptual əsaslar və praktik mexanizmlər ətraflı şəkildə araşdırılır. Birinci əsas aspekt mühitin proaktiv şəkildə dizayn edilməsi və təhsil prosesinin iştirakçıları arasında müsbət münasibətlərin inkişaf etdirilməsi ilə bağlıdır. Müəllimlər və baxıcılar etibarlı dialoq qura, təcavüzə və ya geri çəkilməyə səbəb olan tetikleyiciləri dərhal tanıya və uşaq qrupunda empatiya və qarşılıqlı hörmət mədəniyyətini inkişaf etdirə bilməlidirlər. İkinci aspekt pedaqoji dəstək metodlarının çevikliyi ilə bağlıdır: sərt avtoritar qadağalardan imtina edərək müsbət möhkəmləndirmə texnikalarına üstünlük vermək, zorakı olmayan münaqişələrin həlli bacarıqlarını öyrətmək və emosional özünütənzimləmə. Strategiyanın üçüncü komponenti uşağın ailəsi və yaxın sosial dairəsi ilə sıx qarşılıqlı əlaqəni əhatə edir, çünki evdə və təhsil müəssisəsində ardıcıl gözləntilər və vahid yanaşma davamlı davranış müdaxiləsi üçün etibarlı təməl rolunu oynayır.

Tədqiqat xüsusilə risk qrupunu tez bir zamanda müəyyən etməyə və hədəflənmiş dəstək göstərməyə kömək edən müasir psixoloji və pedaqoji texnologiyaların, monitorinq vasitələrinin və sosial və emosional öyrənmə (SEL) proqramlarının rolunu vurğulayır. Təhlil göstərir ki, yaxşı hazırlanmış davranış problemlərinin qarşısının alınması strategiyaları yalnız məktəbdə uyğunsuzluq və zorakılıq risklərini minimuma endirməklə yanaşı, gənc nəsildə harmonik şəxsiyyət inkişafını, dayanıqlığı və sosial məsuliyyəti də təşviq edir. Nəticədə, sistemli profilaktik işlər təhsil prosesini nəticələrlə mübarizədən şəxsi inkişaf üçün yaradıcı mühitə çevirir.

Açar sözlər: davranış problemləri, profilaktik strategiyalar, təhsil prosesi, sosial və emosional öyrənmə, pedaqoji dəstək.

STRATEGİES FOR PREVENTİNG BEHAVİORAL PROBLEMS İN UPBRİNGİNG

EMİLYA Huseynova

Academician Hasan Aliyev Str.104, Azerbaijan State Pedagogical University, Department of General Pedagogy, Doctor of Philosophy in Pedagogy, Associate Professor

ORCİD: 0009-0003-4470-5440

Abstract

The problem of preventing and constructively addressing behavioral difficulties in children and adolescents in modern pedagogy and educational practice is a key factor in building a safe, nurturing, and humane educational environment. This approach goes beyond purely punitive or disciplinary measures, focusing on a comprehensive understanding of the underlying causes of deviant or maladaptive behavior, which are often rooted in a lack of self-regulation skills, emotional intelligence, unfavorable socialization conditions, or disruptions in interpersonal relationships. The primary goal of preventive strategies is to create conditions in which children feel psychologically protected, accepted, and able to channel their energy in socially acceptable ways.

This article examines in detail the conceptual foundations and practical mechanisms for implementing behavioral problem prevention strategies at various levels of educational work. The first key aspect relates to proactively designing the environment and developing positive relationships between participants in the educational process. Teachers and caregivers must be able to build trusting dialogue, promptly recognize triggers that provoke aggression or withdrawal, and foster a culture of empathy and mutual respect within the children's group. The second aspect concerns the flexibility of pedagogical support methods: abandoning strict authoritarian prohibitions in favor of positive reinforcement techniques, teaching non-violent conflict resolution skills, and emotional self-regulation. The third component of the strategy encompasses close interaction with the child's family and immediate social circle, as consistent expectations and a unified approach at home and in the educational institution serve as a reliable foundation for sustainable behavioral intervention.

The study particularly emphasizes the role of modern psychological and pedagogical technologies, monitoring tools, and social and emotional learning (SEL) programs, which help promptly identify at-risk groups and provide targeted support. Analysis shows that well-designed behavioral problem prevention strategies not only minimize the risks of school maladjustment and bullying but also promote harmonious personality development, resilience, and social responsibility in the younger generation. Ultimately, systematic preventive work transforms the educational process from a struggle with consequences to a creative environment for personal growth.

Keywords: behavioral problems, preventive strategies, educational process, social and emotional learning, pedagogical support.

ŞAGİRDLƏRİN DÜNYAGÖRÜŞÜNÜN, DÜŞÜNCƏ TƏRZİNİN FORMALAŞMASINA TƏSİR EDƏN ƏSAS AMİLLƏR

Azərbaycan-Bakı, Könül Məmmədova

Orcid id: 0000-0001-8664-4912

könül.1970@mail.ru

Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti, Filologiya fakültəsi, Azərbaycan dili və onun tədrisi texnologiyası kafedrası

AÇAR SÖZLƏR: dünyagörüşü, internet və sosial media, təhsil platformaları

İnsanın şəxsiyyət kimi formalaşması uzun və mürəkkəb bir prosesdir. Bu proses uşaqlıq dövründən başlayır və insanın bütün həyatı boyu davam edir. Uşağın ətraf aləmi necə dərk etməsi, insanlara münasibəti, hadisələri qiymətləndirməsi, düzgün və yanlış arasında seçim etməsi onun dünyagörüşü və düşüncə tərzi ilə sıx bağlıdır. Xüsusilə məktəb illəri bu baxımdan mühüm əhəmiyyət daşıyır. Çünki şagird məhz bu dövrdə yalnız bilik qazanmır, həm də həyatı anlamağa, hadisələr arasında əlaqə yaratmağa, müstəqil düşünməyə və öz mövqeyini formalaşdırmağa başlayır. Dünyagörüşü dedikdə insanın təbiət, cəmiyyət, insanlar və özü haqqında formalaşdırdığı təsəvvürlər, baxışlar və inanclar sistemi nəzərdə tutulur. Düşüncə tərzi isə insanın hadisələrə yanaşma, onları təhlil etmə, səbəb-nəticə əlaqələrini müəyyənləşdirmə və nəticə çıxarma xüsusiyyətlərini əhatə edir. Şagirdin dünyagörüşü və düşüncə tərzi nə qədər zəngin və sağlam əsaslar üzərində qurularsa, onun şəxsiyyət kimi inkişafı da bir o qədər məqsədyönlü olar.Bu baxımdan şagirdlərin dünyagörüşünün və düşüncə tərzinin formalaşmasına təsir edən amillərin öyrənilməsi müasir təhsil üçün mühüm məsələlərdən biridir.

Şagirdin dünyagörüşünün formalaşmasında ilk və ən güclü təsir göstərən mühit ailədir. Uşaq məktəbə gələnə qədər artıq müəyyən davranış modelləri, münasibətlər və dəyərlər haqqında təsəvvürlər əldə etmiş olur. O, yaxşılığın, hörmətin, məsuliyyətin, dürüstlüyün, qayğının nə olduğunu ilk növbədə ailədə müşahidə edir. Şagirdə yalnız "düzgün danış", "böyüyə hörmət et", "yalan danışma" demək kifayət deyil. Uşaq böyüklərin davranışını görərək öyrənir. Əgər valideynlər bir-birinə hörmətlə yanaşır, uşağın fikrini dinləyir, problemləri sakit müzakirə edir və səhvləri düzgün şəkildə izah edirlərsə, bu münasibət uşağın düşüncə tərzinə də təsir göstərir. Ailədə uşağın suallarına münasibət də çox vacibdir. Uşaq daim "niyə?", "nə üçün?", "necə?" suallarını verir. Onun suallarına səbrlə cavab verilməsi, araşdırmağa həvəsləndirilməsi maraq dairəsinin və təfəkkürünün inkişafına kömək edir. Əksinə, uşağın suallarının daim susdurulması onun öyrənmək və düşünmək istəyini zəiflədə bilər. Deməli, ailə uşağın ilk məktəbi, valideynlər isə onun ilk müəllimləridir.

Şagirdin dünyagörüşünün formalaşmasında məktəb xüsusi yer tutur. Məktəb yalnız müxtəlif fənlər üzrə biliklərin verildiyi məkan deyil. Burada şagird sosial münasibətlər qurur, müxtəlif fikirlərlə qarşılaşır, öz mövqeyini ifadə etməyi və başqalarının fikirlərinə hörmətlə yanaşmağı öyrənir. Müəllim isə bu prosesin əsas istiqamətləndiricilərindən biridir. Müəllimin şagirdə münasibəti, dərsi təqdimetmə üsulu, verdiyi suallar və yaratdığı psixoloji mühit şagirdin düşüncə tərzinə birbaşa təsir edə bilər. Müasir müəllim şagirdə hazır məlumatları əzbərlətməklə kifayətlənməməlidir. Əsas məqsəd şagirdə düşünməyi öyrətməkdir. Məsələn, müəllim bir hadisənin səbəbini hazır şəkildə demək əvəzinə şagirdlərə "Sizcə, bu hadisə nə üçün baş verdi?", "Başqa hansı nəticə ola bilərdi?", "Siz bu vəziyyətdə nə edərdiniz?" kimi suallar verə bilər. Belə suallar şagirdi fikirləşməyə, müqayisə aparmağa və müstəqil nəticə çıxarmağa sövq edir. Müəllimin şəxsiyyəti də şagirdlər üçün mühüm nümunədir. Ədalətli, səbirli, savadlı, məsuliyyətli və yeniliyə açıq müəllim şagirdlərdə həmin keyfiyyətlərə qarşı müsbət münasibət formalaşdıra bilər. Şagirdin dünyagörüşünün formalaşmasına təsir edən mühüm amillərdən biri də təhsilin məzmunudur. Şagird müxtəlif fənləri öyrənməklə yalnız konkret məlumatlar əldə etmir, həm də dünya haqqında təsəvvürlərini genişləndirir. Azərbaycan dili dərslərinin də bu baxımdan imkanları genişdir. Mətnlər üzərində iş zamanı şagird yalnız dil qaydalarını öyrənmir, eyni zamanda müxtəlif həyat hadisələri, insan

münasibətləri, milli-mənəvi dəyərlər və sosial məsələlər haqqında düşünür. Dərsliklərdə verilən mətnlərin məzmunu, sualların xarakteri və tapşırıqların quruluşu şagirdin dünyaya baxışına müəyyən təsir göstərə bilər. Buna görə də tədris materialları şagirdi yalnız məlumat almağa deyil, həm də düşünməyə, araşdırmağa və nəticə çıxarmağa yönəltməlidir.

Şagirdin dünyagörüşünü genişləndirən ən mühüm vasitələrdən biri mütaliədir. Kitab oxuyan uşaq yalnız hadisələri izləmək və məlumat əldə etməklə kifayətlənmir. O, müxtəlif insanların həyatını, xarakterini, hisslərini və düşüncələrini tanıyır. Bədii əsərlər uşağa müxtəlif obrazların timsalında yaxşı və pis davranışları müqayisə etməyə, insan münasibətlərini anlamağa imkan verir. Elmi-kütləvi kitablar isə onun dünyaya dair məlumatlarını artırır. Mütaliə edən şagird daha çox sual verir, söz ehtiyatı genişlənir, fikrini ifadə etmək bacarığı inkişaf edir. Buna görə məktəbdə mütaliə mədəniyyətinin formalaşdırılması şagirdlərin intellektual və mənəvi inkişafının vacib şərtlərindən biridir.

Şagirdin düşüncə və davranışlarına həmyaşıdları da ciddi təsir göstərir. Məktəbdə şagird müxtəlif xarakterli uşaqlarla ünsiyyət qurur. Dostluq münasibətləri, birlikdə fəaliyyət, fikir mübadiləsi və bəzən yaranan mübahisələr onun sosial bacarıqlarının inkişafına şərait yaradır. Həmyaşıd mühiti şagirdə başqasının fikrini dinləməyi, öz fikrini müdafiə etməyi, razılaşmağı və bəzən də səhv etdiyini qəbul etməyi öyrədir. Bu səbəbdən məktəbdə sağlam sosial-psixoloji mühitin yaradılması çox vacibdir. Şagird özünü təhlükəsiz və qəbul olunmuş hiss etdikdə fikirlərini daha rahat ifadə edir və müstəqil düşünməyə daha çox meylli olur.

Şagird cəmiyyətdən təcrid olunmuş şəkildə inkişaf etmir. O, yaşadığı mühitdə gördüyü hadisələrdən, insanların davranışından, ictimai münasibətlərdən və sosial dəyişikliklərdən təsirlənir. Cəmiyyətin dəyərləri uşağın dünyagörüşünə müəyyən istiqamət verir. Ədalət, qarşılıqlı hörmət, əməksevərlik, məsuliyyət, vətənpərvərlik, humanizm və tolerantlıq kimi dəyərlərin gündəlik həyatda nümayiş etdirilməsi şagirdin mənəvi baxışlarının inkişafına kömək edir. Bu baxımdan məktəb və ailə cəmiyyətlə əlaqəli fəaliyyət göstərməlidir. Şagirdin öyrəndiyi dəyərlərin real həyatda qarşılığını görməsi onların daha möhkəm mənimsənilməsinə şərait yaradır.

Müasir dövrdə uşaqların dünyagörüşünə internet və sosial media da ciddi təsir göstərir. Şagird artıq yalnız müəllim və dərslikdən məlumat almır. O, internet vasitəsilə müxtəlif ölkələr, insanlar, hadisələr və ideyalar haqqında saniyələr ərzində məlumat əldə edə bilir. Bu imkanların müsbət tərəfləri çoxdur. İnternet şagirdə əlavə məlumat əldə etmək, müxtəlif mənbələri müqayisə etmək və maraqlandığı mövzuları araşdırmaq imkanı verir. Lakin burada müəyyən problemlər də mövcuddur. İnternetdə qarşıya çıxan hər məlumat doğru olmaya bilər. Buna görə şagirdlərdə informasiya savadlılığının formalaşdırılması vacibdir. Onlara mənbəni yoxlamaq, faktla şəxsi fikri fərqləndirmək, müxtəlif məlumatları müqayisə etmək və şübhəli informasiyaya tənqidi yanaşmaq öyrədilməlidir. Beləliklə, müasir məktəbin vəzifələrindən biri də şagirdə yalnız məlumat vermək deyil, məlumatla düzgün işləməyi öyrətməkdir.

Şagirdin düşüncə tərzinin formalaşmasında tənqidi və yaradıcı düşüncə xüsusi əhəmiyyət daşıyır. Tənqidi düşünən şagird eşitdiyi və oxuduğu hər məlumatı olduğu kimi qəbul etmir. O, “Bu fikir nə ilə əsaslandırılır?”, “Bunun başqa izahı ola bilərmi?”, “Mənbə etibarlıdırmı?” kimi suallar verməyi bacarır. Yaradıcı düşüncə isə şagirdin yeni ideyalar irəli sürməsinə, problemlərə fərqli yanaşmasına və qeyri-standart həll yolları tapmasına imkan verir. Müəllim dərslərdə açıq suallardan, problem situasiyalarından, müzakirələrdən, layihələrdən və yaradıcı tapşırıqlardan istifadə etməklə bu bacarıqların inkişafına şərait yarada bilər. Şagirdlərin dünyagörüşünün formalaşmasında milli-mənəvi dəyərlərin də xüsusi yeri vardır. Ana dilinə, tarixə, milli mədəniyyətə, adət-ənənələrə, ədəbiyyata və incəsənətə bağlılıq uşağın mənəvi dünyasının zənginləşməsinə kömək edir. Azərbaycanın zəngin ədəbi və mədəni irsi bu baxımdan böyük imkanlar yaradır. Nizami Gəncəvi, Məhəmməd Füzuli, Mirzə Fətəli Axundzadə, Cəlil Məmmədquluzadə, Üzeyir Hacıbəyli və digər görkəmli şəxsiyyətlərin yaradıcılığı şagirdlərdə müxtəlif mənəvi və ictimai məsələlər haqqında düşünmək üçün zəngin material verir.

Lakin milli dəyərlərin təbliği yalnız müəyyən tarixi şəxsiyyətlərin və hadisələrin adlarını öyrətməklə məhdudlaşmamalıdır. Əsas məsələ həmin dəyərlərin gündəlik davranışda özünü göstərməsidir. Böyüyə hörmət, kiçiyə qayğı, zəhmətə münasibət, dürüstlük, mərhəmət və vətənə bağlılıq real davranışlarla göstərildikdə şagird üçün daha mənalı olur.

Şagirdin dünyagörüşünün formalaşmasında təbiətlə münasibətin də əhəmiyyəti böyükdür. Təbiəti müşahidə etmək, bitkilər və heyvanlar haqqında öyrənmək, ətraf mühitin qorunması ilə bağlı fəaliyyətlərdə iştirak etmək uşaqlarda məsuliyyət hissini inkişaf etdirir. Məktəbdə ekoloji layihələrin keçirilməsi, ağacəkmə aksiyaları, təbiətə ekskursiyalar və müşahidələr şagirdin öyrəndiyi bilikləri real həyatla əlaqələndirməsinə imkan yaradır. İnsanın düşüncə tərzi yalnız məktəbdə aldığı biliklər əsasında formalaşmır. Onun yaşadığı hadisələr, qarşılaşdığı problemlər, uğurlar və uğursuzluqlar da dünyagörüşünə təsir edir. Şagird hansısa çətinliyi özü həll etdikdə özünəinamı artır. Səhv etdikdə və həmin səhvdən nəticə çıxardıqda məsuliyyət hissi formalaşır. Başqasına kömək etdikdə empatiya və mərhəmət anlayışını daha yaxşı dərk edir.Ona görə uşaqları hər çətinlikdən qorumaq əvəzinə, müəyyən problemləri onların yaşına uyğun şəkildə müstəqil həll etmələrinə imkan vermək lazımdır.

Şagirdin dünyagörüşünün düzgün istiqamətdə formalaşması üçün ailə və məktəb arasında əməkdaşlıq mühüm şərtdir. Əgər məktəbdə uşağa bir dəyər aşılanır, ailədə isə bunun tam əksi nümayiş etdirilirsə, şagird ziddiyyətli münasibətlərlə qarşılaşır. Buna görə valideyn və müəllim uşağın inkişafı ilə bağlı bir-birini tamamlamalıdır. Valideyn müəllimin işinə yalnız qiymət və intizam baxımından yanaşmamalı, müəllim də valideynlə əməkdaşlığı formal görüşlərlə məhdudlaşdırmamalıdır. Eyni ailədə böyüyən və eyni məktəbdə oxuyan uşaqların dünyagörüşü və düşüncə tərzi bir-birindən fərqlənə bilər. Bunun səbəbi onların xarakterinin, maraqlarının, qabiliyyətlərinin və həyat təcrübələrinin müxtəlif olmasıdır. Müəllim hər şagirdi eyni qəlibə salmağa çalışmamalıdır. Bir şagird fikrini tez ifadə edir, digəri daha çox düşünərək danışır. Biri yaradıcı tapşırıqlara, digəri araşdırmaya maraq göstərir. Şagirdin fərdi xüsusiyyətlərinin nəzərə alınması onun özünü daha yaxşı tanımasına və potensialını inkişaf etdirməsinə imkan verir.

Müasir texnologiyalar şagirdlərin dünyagörüşünün formalaşmasına yeni imkanlar açır. Elektron kitablar, təhsil platformaları, virtual muzeylər, videomateriallar və interaktiv resurslar dərsin daha zəngin və əyani keçirilməsinə kömək edir. Lakin texnologiyanın özünün məqsəd deyil, vasitə olduğunu unutmaq olmaz. Əsas məsələ şagirdin texnologiyadan necə istifadə etməsidir. Müəllim texnologiyanı şagirdin araşdırma, yaradıcılıq, ünsiyyət və problem həll etmə bacarıqlarını inkişaf etdirmək üçün tətbiq etməlidir. Şagirdlərin dünyagörüşünün və düşüncə tərzinin formalaşması bir amildən asılı olan proses deyil. Burada ailə, məktəb, müəllim, həmyaşıd mühiti, təhsil məzmunu, mütaliə, sosial mühit, media, internet, milli-mənəvi dəyərlər, şəxsi təcrübə və fərdi xüsusiyyətlər bir-biri ilə qarşılıqlı əlaqədə iştirak edir. Bu prosesdə ən mühüm məsələlərdən biri uşağa hazır düşüncə vermək yox, düşünməyi öyrətməkdir. Şagird sual verməyi, araşdırmağı, müqayisə etməyi, fərqli fikirləri dinləməyi, öz mövqeyini əsaslandırmağı və səhvlərindən nəticə çıxarmağı bacarmalıdır. Əslində yaxşı təhsilin nəticəsi yalnız çoxlu məlumat bilən şagird yetişdirmək deyil. Əsas məqsəd düşünən, araşdıran, düzgün qərar verməyə çalışan, başqalarının fikrinə hörmət edən, milli və ümumbəşəri dəyərləri mənimsəyən, cəmiyyət qarşısında məsuliyyətini dərk edən şəxsiyyət formalaşdırmaqdır.

EPİK KAHRAMANIN DÖNÜŞÜMÜ: GILGAMIŞ DESTANINDA YOLCULUK, ARKADAŞLIK VE FANİ OLUŞ

Dr. Öğr. Türkan HÜSEYNOVA

Azerbaycan Devlet Pedaqoji Üniversitesi, Shamakhi bölümü, Dil, edebiyat ve onların öğretim teknolojisi bölümü, Dünya edebiyatı öğretmeni

Bakü Devlet Üniversitesi, Dünya edebiyatı bölümü doktora öğrencisi

turkan.huseynova.8989@mail.ru

https://orcid.org/0009-0008-0507-0880

Özet

Tarih ve felsefe profesörü Michael Sugrue'nun "Gılgamış" destanına ayrılmış derslerinde oldukça ilgi çekici görüşler yer almaktadır. Amacımız, bu mülahazalar hakkında bilgi vermektir.

Kadim epik şiirler ve destanlar, her şeyden önce daima bir yolculuğu konu alır. Evde geçen bir epik eserle karşılaşmamız mümkün değildir; nitekim bütün antik ve kadim epik eserlerde olduğu gibi, kendilerine özgü bir nitelik olarak "Gılgamış" destanında da olaylar bir yolculuk esnasında meydana gelir. Hadiseler bir yerden başka bir bölgeye doğru seyreder ve bu süreçte epik kahramanın psikolojik durumu da değişime uğrar.

Epik kahraman, her zaman mensup olduğu toplumun değerlerinin en yüksek taşıyıcısı sayılır. O, ait olduğu topluluğun en erdemli örneği ve ahlaki değerlerin temsilcisidir. Bu durum Gılgamış için de geçerlidir.

Profesör, hiçbir zaman devrimci bir epik eserle karşılaşmadığımızı belirtir. Bütün epik şiirlerde siyasi bir hiyerarşi mevcuttur: İlahi güç tarafından tayin edilen temel bir yönetici ve onun muhafazakâr yönetim sistemi. Bu yapı, aristokratik liderliği savunur ve bunu topluma aktarır. Epik kahraman, her zaman ait olduğu toplumun dini inanç değerlerine göre ya Tanrı ya da tanrılar tarafından seçilir ve onların gözdesi olur.

Diğer epik eserlerde olduğu gibi burada da ana kahraman, kendisine denk başka bir güçlü kişiyle tanışır; önce dövüşür, ardından dost olurlar. Gılgamış ile Enkidu bu şekilde dost olurlar.

Gılgamış, Enkidu'nun ölümünden sonra şöhretin, gücün ve egonun bir sınırı ve sonu olduğu kanaatine varır. Bir gün kendisinin de öleceğini ve insanın fani olduğunu derk eder. Kendini bir başkası üzerinden tanıma motifi burada ortaya çıkar. Bu durum bize Jean-Jacques Rousseau'nun özdeşleşme (identifikasyon) hakkındaki düşüncelerini hatırlatmaktadır. Gılgamış, ölümsüzlüğü elde etmek amacıyla Utnapiştim'in yanına gider.

Profesör Michael Sugrue, genel olarak uyumanın ve uykuya dalmanın ölümle ilişkilendirildiğini ifade eder. Azerbaycanlı akademisyen Kamal Abdulla da epik şiirlerde kahramanların bir hafta boyunca uykuya dalmalarını "küçük ölüm" olarak adlandırır ve bunu ölüm ile yaşam arasındaki bir zaman dilimi olarak nitelendirir. Utnapiştim, Gılgamış'a yedi gün boyunca uyumamasını teklif eder; direnç gösterip uyanık kalabilirse ölümsüzlüğü de elde edebileceğini söyler. Ancak Gılgamış uykuya yenik düşer ve uyur. Uyandıktan sonra Utnapiştim'in eşi ona yardım edilmesini önerir ve ölümsüzlük bitkisinin suyun altında olduğunu söylerler. Bitkiyi elde ettikten sonra nehirde yıkanırken bitkiyi bir yılan yer. Bu yüzdendir ki yılanlar her yıl deri değiştirir, insanlar ise fanidir.

Anahtar Kelimeler: Gılgamış Destanı, Epik Kahraman, Ölümsüzlük Arayışı, Michael Sugrue, Siyasi Hiyerarşi

THE TRANSFORMATION OF THE EPIC HERO: JOURNEY, FRIENDSHIP, AND MORTALITY IN THE EPIC OF GILGAMESH

Turkan HUSEYNOVA

Lecturer of World Literature, Department of Language, Literature, and Teaching Technologies, Shamakhi Branch of Azerbaijan State Pedagogical University

PhD Student in World Literature, Baku State University

turkan.huseynova.8989@mail.ru

https://orcid.org/0009-0008-0507-0880

Abstract

Lectures by history and philosophy professor Michael Sugrue dedicated to the "Epic of Gilgamesh" feature remarkably intriguing insights. Our purpose is to present information regarding these observations.

Ancient epic poems and sagas, above all, always center upon a journey. It is impossible to encounter an epic work set entirely at home; indeed, as is characteristic of all ancient epic works, events in the "Epic of Gilgamesh" unfold during a journey. Incidents progress from one location to another, and throughout this process, the psychological state of the epic hero also undergoes transformation.

The epic hero is always considered the highest embodiment of the values of the society to which he belongs. He is the most virtuous exemplar of his community and the representative of its moral values. This holds true for Gilgamesh as well.

The professor notes that we never encounter a revolutionary epic work. A political hierarchy is present in all epic poems: a primary ruler designated by a divine power and his conservative system of governance. This structure defends aristocratic leadership and transmits it to society. According to the religious beliefs of his society, the epic hero is always chosen by God or the gods and becomes their favorite.

As in other epic works, the main hero here meets another powerful figure who is his equal; they first fight, and subsequently become friends. Gilgamesh and Enkidu become friends in this manner.

Following Enkidu's death, Gilgamesh comes to the realization that fame, power, and ego have limits and an eventual end. He comprehends that he too will die one day and that man is mortal. The motif of self-discovery through another emerges here. This situation reminds us of Jean-Jacques Rousseau's ideas on identification. Gilgamesh journeys to Utnapishtim to attain immortality.

Professor Michael Sugrue states that sleeping and falling asleep are generally associated with death. The Azerbaijani scholar Kamal Abdulla also refers to heroes falling asleep for a week in epic poems as a "little death," characterizing it as a period of time positioned between life and death. Utnapishtim proposes that Gilgamesh refrain from sleeping for seven days, suggesting that if he can resist and remain awake, he may also attain immortality. However, Gilgamesh yields to sleep and falls asleep. After he awakens, Utnapishtim's wife suggests helping him, revealing that the plant of immortality lies underwater. After retrieving the plant, a snake devours it while Gilgamesh is bathing in the river. It is for this reason that snakes shed their skin every year, whereas human beings remain mortal.

Keywords: Epic of Gilgamesh, Epic Hero, Quest for Immortality, Michael Sugrue, Political Hierarchy

METAPHORS WE LIVE BY: THE ROLE OF CONCEPTUAL METAPHOR IN EVERYDAY LANGUAGE

Azerbaijan-Baku, Gunel Shefiyeva

Orcid id: 0000-0001-5105-2749

agakishiyeva.g@mail.ru

Azerbaijan State Pedagogical University, Faculty of Philology, Foreign Languages Center

KEY WORDS: Conceptual metaphor, metaphor, cognition, language.

Metaphor has traditionally been associated with literature and rhetorical style. However, Lakoff and Johnson's *Metaphors We Live By* (1980) introduced a different perspective. They argued that metaphor is not simply a decorative feature of language but an essential mechanism through which people understand and organize their experiences.

According to Lakoff and Johnson, everyday language contains numerous metaphorical expressions. For example, English speakers say *spend time*, *save time*, and *waste time*. These expressions reflect the conceptual metaphor **TIME IS MONEY**. Although time is not literally money, it is understood through the conceptual structure of money and valuable resources.

Conceptual Metaphor Theory

The central idea of Lakoff and Johnson's theory is that metaphor involves understanding one conceptual domain in terms of another. The familiar domain is called the **source domain**, while the concept being understood is the **target domain**.

For example, in the conceptual metaphor **ARGUMENT IS WAR**, people use expressions such as:

- *He attacked my argument.*
- *She defended her position.*
- *His claims were completely destroyed.*

These expressions demonstrate that disagreement can be conceptualized through the experience of physical conflict.

Lakoff and Johnson distinguish conceptual metaphors from individual metaphorical expressions. A conceptual metaphor represents a broader cognitive pattern, while individual expressions are linguistic manifestations of that pattern.

Common Conceptual Metaphors

Lakoff and Johnson identify several important metaphorical structures in everyday English.

3.1. TIME IS MONEY

Examples include:

- *save time*
- *waste time*
- *spend time*
- *invest time*

These expressions conceptualize time as a valuable resource that can be used, saved, or wasted.

ARGUMENT IS WAR

Examples include:

- *defend an argument*
- *attack a position*
- *win an argument*
- *destroy an argument*

This metaphor presents disagreement as a form of conflict.

HAPPY IS UP / SAD IS DOWN

English contains many expressions based on spatial orientation:

- *I'm feeling up today.*
- *She is feeling down.*
- *His spirits rose.*
- *He fell into depression.*

Here, emotional states are understood through the physical experience of vertical movement.

LOVE IS A JOURNEY

Expressions such as *our relationship is going nowhere*, *we have reached a crossroads*, and *we are moving forward together* conceptualize relationships as journeys.

This metaphor allows speakers to describe the development and difficulties of relationships through concepts such as movement, direction, and destination.

Metaphor and Human Cognition

One of the most important contributions of *Metaphors We Live By* is the idea that metaphor influences thought as well as language. People do not simply use metaphors to describe pre-existing ideas; metaphorical structures can influence how they understand reality.

For example, if an argument is conceptualized as war, disagreement may be viewed primarily in terms of winning, defending, attacking, and defeating. If the same activity is conceptualized as a journey, the focus may shift toward cooperation, progress, and reaching a common destination.

Therefore, conceptual metaphors can highlight particular aspects of experience while making other aspects less prominent.

Metaphor in Contemporary English

The theory remains relevant to contemporary English because metaphor is widespread in everyday communication, journalism, advertising, business, and digital discourse. Modern expressions such as *go viral*, *digital footprint*, *information overload*, and *online ecosystem* demonstrate how new technological experiences generate new metaphors.

This suggests that conceptual metaphor is a dynamic phenomenon. As society changes, speakers create and conventionalize new metaphorical expressions based on new experiences.

Metaphors We Live By represents an important development in the study of language and cognition. Lakoff and Johnson demonstrate that metaphor is not restricted to poetry or literary language. It is deeply embedded in everyday English and influences how people conceptualize abstract experiences.

Conceptual metaphors such as **TIME IS MONEY**, **ARGUMENT IS WAR**, **HAPPY IS UP**, and **LOVE IS A JOURNEY** demonstrate the relationship between language, thought, and experience. The theory therefore provides an important framework for understanding how people use language to structure and communicate their understanding of the world.

HZ. NUH AS. QAVMİNDEN GELEN KÜFÜRLERİN MAZMUN İŞARETLERİ VƏ BELA YELKENLERİ-BATİLİN MƏHVİ-II YAZI

Google Akademik, PROF. DR. ƏBÜLFƏZ TAHİR ƏZİMLİ

ORCID: 0009-0001-1327-3425 ezimliebulfez@yahoo.com.tr Google Akademik, Dünya Sülh Səfiri; Nobel Prıze & Indıa- Birliyinin Yönətici üzvü; Qlobal Yazarlar Akademiyası üzvü-Hindistan; Türk Dünyası Vətəndaşlığı və Eyitimçilər Birliyi üzvü-Bişkek; TÜRKSOY üzvü; Mery`s Ange`ls İnternacional Qroup üvü; Poetas İntergaláctıcos-üzvü; World Peace Lıterature Academy-nin yönətici üzvü; Saib Təbrizi Elm Mərkəzinin üvü; Azərbaycan Yazıçılar Birliyinin üzvü; Naxçıvan Dövlət Universiteti; BÜTÖV AZERBAYCAN

ÖZƏT

İşaretler və bəşəri fəlakətlər çokkatlıdır. Bəlanı küfrlər gətirir, İmansızlar aləmində küfr də, bəla da dərya kimi coşar. Ancaq o coşqular küfrün və batilin buralğınında məhv olar.

I. Mitolojinin Düşzaman Başlanğıcı. Mitolojininn Başlanğıcı Düşzamandır. Bu, aklın ifadeleri içindedir. Düşzaman tasavvurunda, helelik, en derin başlanğıc Avustralya aborigenlerinin mitoloji bakışlarında iz alıp.

Bəlada bəla- anlamazlıqda özünə faciə yartama.

Bəşəri bəla və fəlakətlərin gerçək mifoloji zamanları.

II. İnsanın Kendini İfadesinin Hikmeti. Yeryüzüne gelen ikinci felaket *Dünya Tufanı* oldu. Birinci felaket suların çekilmesi idiyse, ikinci felaket yeryüzünün suya karg olması felaketi idi. Dünya tufanı Nuh aleyhi selamın adı ile-- Nuh-un Tufanı da adlanır

III. Nuh as. Gavminden Gelen Küfürlerin xarakteri, yaxud, batilin fəlakət aləmi. Bu aləmdə bəlaların Mazmun İşaretleri çoxəlamətli və çokkatlıdır. Birinci işaret: akıl ve düşünce yetmezliyi.

IV. NUH AS. ALLAH-IN VAHİYLERİNİN KORUMASI ALTINDA.

Nuh as-da kendini ifade etmesi ne kadar ali olsa da, gavmi o kadar alçaklık altında idi. Nuh as-ın özünü ifadə etmə bakışları ona verilen hikmetlerin mazmun bakışlarıdır. Nuh as. ”öz kavmi” içerisine göndeilmiştir

V. Belanın Gelişi və Girişi. “*Bunlardan da öncə Nuh qövmünün adamları danmışdılar bəndəmizi. “Bu, dəlidir” -demişdilər. Əlacsız qalmışdır Nuh (Qamər surəsi, ayə.9). Yalvardı rəbbinə: “Mən məğlubam, yardım elə”(Gamer suresi, ayə,10).*

VI. GEMİNİN HAREKETİ. Nuh as-n oğlunun inatkarlığı ve oğlunun hilası için Allah-dan isteyi ve Allah-ın Nuh as-a cevabı:

“Aparırdı onları dağlar gibi kabaran dalğalr arasıyla gemi, kenarda duran oğlunu sesledi Nuh :”Oğlum, bin gemiye bizimle, kafirlerle kalmayasan” (Hud suresi,42).

VII. SƏFİNE-GƏMİ EHLİNİN XİLASI. Hilas—hem beşere ve de alemlere olan ucalık idi**.** Bu ele bir hilas oldu ki, zaman yeniden doğdu: zaman zamanın içerisinde hifz edildi. Sefine ehlini hilas etmek alemlere Rahmet ve Bereket idi. Gemi ehli- ilkinde Yeryüzü ehli idi, sular qovuşdu bir-birine, gemi ehli sular ehli oldu… ve sular öz makamlarına çekildi, Gemi de Cudi-de mekan aldı- mekan verdi ve böylece Gemi ehli Cudi-Ağri ehli oldu.

VIII. AĞRI DAĞI MEKANLARINDA

“Muminin” suresinde (aye:28) deyildiği gibi, “Mübarek bir yerdir”: Allah-Teala rehmet olaraq, Nuh-a (e.s.) gönderdiyi ayəde buyurur: “Ey Nuh, elə ki sen ve seninle olanlar rahatladınız gemide yerinizi, “Hemd olsun

Allah-a, bizi xilas elemiş zalım kavmin elinden” söyle (Muminin, aye:28). “Mübarek bir yere gönder meni, Rebbim, sen gönderenlerin en yahşısısan” söyle (Muminin, aye: 29).3e

Ağrıda ağrı: ağrı ağırlıq, büyüklük, yücelik, alilik demektir: ağırlık nedir? özünü özünde tutma makamıdır. özünü anlama ve anlatma, öz varlığını anlama bakışıdır

AÇAR SÖZLƏR: Nuh (ə) qövmünün küfrü; İnsanın özünüifadə fəsadları; Nuh tufanı və İnsanın xilası.

Hz. NOAH as. PROPHET SIGNS OF CURSES COMING FROM QAVMIN AND SAILS OF TROUBLE

SUMMARYT

The signs and disasters are manifold. Blasphemy brings trouble. In the world of the unbelievers, curses and troubles surge like the ocean. However, those enthusiasms are destroyed in the place of disbelief and falsehood.

I. The Dreamy Beginning of Mythology. The Beginning of Mythology is Dreamtime. This is within the expressions of the mind. In the dreamtime imagination, especially, its deepest beginning can be traced in the mythological views of the Australian aborigines.

In trouble, in trouble - do not create disaster for yourself by not understanding.

Bəşəri bəla və fəlakətlərin gerçək mifoloji zamanları.

II. The Wisdom of Human Self-Expression. The second catastrophe to come to the earth was the Great Flood. If the first catastrophe was the receding of the waters, the second catastrophe was the catastrophe of the earth being covered in water. The Great Flood is named after Noah (peace be upon him) - also called Noah's Flood.

III. The character of the blasphemies from Noah's people, the falsehood, the baseness. These are the symbolic signs of the people. The first sign: the inadequacy of reason and thought.

IV. UNDER THE PROTECTION OF GOD'S REVELATIONS. Although Noah's self-expression was noble, his people were equally vile. Nuh as-ın özünü ifadə etmə bakışları ona verdi hikmetlerin mazmun bakışlarını. Nuh as. “öz kavmi” içinde göndemiştir

V. BELANIN GELİŞİ VƏ GİRİŞİ. "Before this, the men of Noah's people had heard of me. They said, "This is madness." Noah was left without medicine (Qamər sura, ayə.9). He begged his Lord: "Mən məğlubam, help me" (Gamer sura, ayə,10).

VI. MOVEMENT OF THE SHIP. Noah asked Allah for his son's stubbornness and his son's failure, and Allah's response to Noah was:

"The ship would take them away among the waves that swelled like mountains. Noah called out to his son who was standing on the side: "My son, get on the ship with us, unless you stay with the unbelievers" (Surah Hud, 42).

VII. XILA OF THE PEOPLE OF SƏFİNE-GƏMİ. Hilas—it was both a greatness towards humanity and towards the universes. This was a hilas in which time was reborn: time was preserved within time. To hilas the people of the ship was Mercy and Blessing to the universes. The people of the ship—at first they were the people of the Earth, the waters met each other, the people of the ship became the people of the waters… and the waters withdrew to their own places, the ship took its place in Cudi—and thus the people of the ship became the people of Cudi-Agri.

VIII. IN THE PLACES OF MOUNT AĞRI

As it is said in the Surah "Al-Mu'minun" (verse: 28), "It is a blessed place": Allah-Teala, as a mercy, says in the verse He sent to Noah (pbuh): "O Noah, when you and those with you have found comfort in your place in the ark, say, 'Praise be to Allah, who has delivered us from the hand of the oppressive people'" (Al-Mu'minun, verse: 28). "Send me to a blessed place, my Lord, You are the best of those who send" (Al-Mu'minun, verse: 29).

Ağrıda ağrı: ağrı means weight, greatness, loftiness, sublimity: what is weight? It is the state of self-control. It is the perspective of understanding and expressing oneself, understanding one's own existence.

OPENING WORDS: Nuh (ə) qövmünün küfrü; İnsanın özünüifadə vices; Noah's flood and the end of man.

GİRİŞ

İşaretler və bəşəri fəlakətlər çokkatlıdır. Bəlanı küfrlər gətirir, İmansızlar aləmində küfr də, bəla da dərya kimi coşar. Ancaq o coşqular küfrün və batilin buralğınında məhv olar.

I. Mitolojinin Düşzaman Başlanğıcı. Mitolojininn Baçlanğıcı Düşzamandır. Bu, aklın ifadeleri içindedir. Düşzaman tasavvurunda, helelik, en derin başlanğıc Avustralya aborigenlerinin mitoloji bakışlarında iz alıp.

Bəlada bəla- anlamazlıqda özünə faciə yartama.

Bəşəri bəla və fəlakətlərin gerçək mifoloji zamanları.

II. İnsanın Kendini İfadesinin Hikmeti. Yeryüzüne gelen ikinci felaket *Dünya Tufanı* oldu. Birinci felaket suların çekilmesi idiyse, ikinci felaket yeryüzünün suya karg olması felaketi idi. Dünya tufanı Nuh aleyhi selamın adı ile-- Nuh-un Tufanı da adlanır

III. Nuh as. Gavminden Gelen Küfürlerin xarakteri, yaxud, batilin fəlakət aləmi. Bu aləmdə bəlaların Mazmun İşaretleri çoxəlamətli və çokkatlıdır. Birinci işaret: akıl ve düşünce yetmezliyi.

IV. NUH AS. ALLAH-IN VAHİYLERİNİN KORUMASI ALTINDA.

Nuh as-da kendini ifade etmesi ne kadar ali olsa da, gavmi o kadar alçaklık altında idi. Nuh as-ın özünü ifadə etmə bakışları ona verilen hikmetlerin mazmun bakışlarıdır. Nuh as. ”öz kavmi” içerisine göndeilmiştir

V. Belanın Gelişi və Girişi. “*Bunlardan da öncə Nuh qövmünün adamları danmışdılar bəndəmizi. “Bu, dəlidir” -demişdilər. Əlacsız qalmışdır Nuh (Qamər surəsi, ayə.9). Yalvardı rəbbinə: “Mən məğlubam, yardım elə”(Gamer suresi, ayə,10).*

VI. GEMİNİN HAREKETİ. Nuh as-n oğlunun inatkarlığı ve oğlunun hilası için Allah-dan isteyi ve Allah-ın Nuh as-a cevabı:

“Aparırdı onları dağlar gibi kabaran dalğalr arasıyla gemi, kenarda duran oğlunu sesledi Nuh :”Oğlum, bin gemiye bizimle, kafirlerle kalmayasan” (Hud suresi,42).

VII. SƏFİNE-GƏMİ EHLİNİN XİLASI. Hilas—hem beşere ve de alemlere olan ucalık idi**.** Bu ele bir hilas oldu ki, zaman yeniden doğdu: zaman zamanın içerisinde hifz edildi. Sefine ehlini hilas etmek alemlere Rahmet ve Bereket idi. Gemi ehli- ilkinde Yeryüzü ehli idi, sular qovuşdu bir-birine, gemi ehli sular ehli oldu… ve sular öz makamlarına çekildi, Gemi de Cudi-de mekan aldı- mekan verdi ve böylece Gemi ehli Cudi-Ağri ehli oldu.

VIII. AĞRI DAĞI MEKANLARINDA

“Muminin” suresinde (aye:28) deyildiği gibi, “Mübarek bir yerdir”: Allah-Teala rehmet olaraq, Nuh-a (e.s.) gönderdiyi ayəde buyurur: “Ey Nuh, elə ki sen ve seninle olanlar rahatladınız gemide yerinizi, “Hemd olsun

Allah-a, bizi xilas elemiş zalım kavmin elinden" söyle (Muminin, aye:28). "Mübarek bir yere gönder meni, Rebbim, sen gönderenlerin en yahşısısan" söyle (Muminin, aye: 29).3e

Ağrıda ağrı: ağrı ağırlıq, büyüklük, yücelik, alilik demektir: ağırlık nedir? özünü özünde tutma makamıdır. özünü anlama ve anlatma, öz varlığını anlama bakışıdır

Nuh (ə) qövmünün küfrü getdikcə artır və sərtləşirdi. Küfr halında olan İnsanlar özlərini fəsadlarla ifadə edirdilər. Nuh tufanı ilənsanın xilası- Allahın təqdirilə iman əhlinə-bəşərə olan rəhmıət idi.

Mitolojinin Düşzaman Başlangıcından Nuh əyyamına. Mitolojininn Başlangıcı Düşzamandır. Bu, aklın ifadeleri içindedir. Düşzaman tasavvurunda, helelik, en derin başlangıc Avustralya aborigenlerinin mitoloji bakışlarında iz alıp. Başka sözle desek, mitoloji anlatımların en kadim zaman kultu Avstraliya insanının icatlarından zahir oluyor. Mesela, şurada Düşzaman deyilen bir zamanın özüne has mitolojisi var.

Bu, adi zaman ölçüsü değil: zamandan evvelki zaman anlatımı, zamanda mevcut olma ilminin düşünce felsefesidir. Şurada 400 kabilenin çokçeşitli, fikir ve düşünce modelleri vardır. Mitolok Mark Daniels de bu zamana tarihin ilkin işaretleri kontekstinden – mitoloji türeyişler bucağından bahis etmiştir (Mark Daniels, 2016,15).

Düşzamanın 70 bin yıllık tarihi vardır. 70 bin yıl öncenin bakışları ile zamanın doğuşu başlıyor. Böyle ki, Gökkurşağı Yılanı ile kuraklıklar sulu hala dönüyor. Bu nasıl oluyor? Bu Ağıl ve idrakla, hayal ve düşünce ile oluyor. Bu anlamda, insanda Ağıl ve idrakin ilkin forması en tipik modeldir: bu, tipik modeldir; bununla, insan keşif edir: her ne varsa, ona öz müstevisinden tasvir verir, öz manasından mana verir, öz anlatımından anlatma verir.

Yeryüzüne ve canlı yaratılışlara *iki felaket* bela getirip.

Birincisi, *Kuraklık belasıdır*. İkincisi, Nuh aleyhi selamın Tufan belası.

Her yer kuraklığa bürünüp, canlı hayat mahvolmak üzeredir. Esas obraz Gökkurşağı Yılanıdır. O, bütün Avsturalya-yı kat ediyor. Gökkurşağı Yılanı ile hayat kendi varlığına kovuşur: "Gökkurşağı Yılanı Avustralya-yı boydan boya katederken geçtiği yerlerde buraktığı izler vadileri, nehirleri ve dere yataklarını oluşturur.

Kurbağalara seslenir ve kurbağalar topraktan suya dolup ağırlaşmış karınlarıyla çıkarlar. Gökkurşağı Yılanı kurbağaların karınlarını gıdıklar, ve (bu zaman--E.T.E) su dünyaya fışkırır, nehirleri ve gölleri doldurur. Buradan da tam yaşam- hem bitkiler hem hayvanlar doğar (seh. 18)

Gökkurşağı Yılanı Avustralyada dünya timsalı – yani yaratılışın ilkin mansupluğu mazmununu ifade ediyor. Bu, mitoloji anlamın hayali ifadesidir.

Bütün bunlar Yaratılışın ilkin başlangıcından evvelki başlangıca ve özünü anlatma mitolojisinin ifade nişanlarıdır.

I. İNSANIN KENDİNİ İFADESİNİN HİKMETİ. Yeryüzüne gelen ikinci felaket *Dünya Tufanı* oldu. Birinci felaket suların çekilmesi idiyse, ikinci felaket yeryüzünün suya karg olması felaketi idi. Dünya tufanı Nuh aleyhi selamın adı ile-- Nuh-un Tufanı da adlanır**.**

Nuh Tufanı felaketi—tekebbürlük, Özünü anlamama, özünü küçük tutma ve imansızlıklara cevap olarak, gelen felaketler idi: bu, hem Gök felaketi, hem de Yer felaketi idi.

Bütün alemlerin, o cümleden İnsanın yaratılması Allah-Teala-nın Kendi Büyüklüğünün ve Kudretinin daha bir Hayretli işareti idi… Allah öyle bir işareye işare tuturdu kı, o işare ile hele neler zahir olacaktı: cinler, şeytan ve şeytan soylular da yaratılmıştır…Ama halen yaranmışları hayret ve taaccüpte koyacak bır Mahlukun yaratılması isteyi gizlinde idi… varlıklar o mahlukun- insan-ın hasretinde idi.

Halen tefekkür aşikâra çıkarılmamıştı. Cinlerın-meleklerın ve iblisin niyetleri uzak idi Tefekkür ve Akıldan… Akıl ve tefekkür İblis-in beğenilmeyeceği bir varlığa-İnsana verilecek ve o İnsan da Allah-Teala-nın ona irade ettirdiği kendi Varlık Nişanlarını ifade edecek…

Ve Yaratılma ile her şey öz nizamına bağlı idi. Nizam olma yerlerin ve göklerin ilmi kudretinin hikmeti ile berkarar olmuştur.

Allah-Teala Daha bir nişanın-İnsanın yaratılacağını beyan etti--teşviş ve taaccüpler, merak ve hayretler alemi bürüdü… melekler- mihirli ve maraklı beklemeleri ile teşvişe büründüler.

İblis inat keş tekebbürü ile kendi batini fesatlarını kaynatmağa başladı…

Belelikle, dünyanın *mitoloji nefesi* beşer âleminin- insanın yaratılması ile başlangıç taptı. Bu başlangıçla *Mitoloji canlıdır: mitoloji insan ağıl ve düşüncesinin, tefekkür ve tasavvurunun, hayal ve duygularının ifade ilmidir*. Bu anlamda, mitoloji de insan gibi:

- nefes alır-nefes verir, nefesliyor;
- söz söylemi ile sözlüyor, ad verir-adlandırıyor;
- düşünce ile mana verir- manalandırır, mazmun açıklıyor;
- en esası: yaratılanlar hakkında kendi akıl tutumları ile insan mazmun ve mana nişanlarını en gerçek yönlerden ifade ediyor..

Mitoloji ifade etme ile insan beşerin açıklama ve manalandırma, tasvir etme ve anlatma felsefesini yaratmış olur. Bu mitoloji yansımalarda insan-kainat- ay, güneş ve yıldızlara, yere- tabiata ait neler varsa- hepsi nefes-nefesedir. Burada insan kendi kendini akıl icazları, anlatım idraklari ile aşkar etmiş oluyor. İnsan kendi ağıl ve hayalinin, düşünce ve tefekkür sırrının alt ve üst katında olan gizlinlere kendi hikmet-Akıl-kalp-anlam-basiret ve fehim hazinesinden tasvir veriyor.

İnsan zamanın üst katındadır: onun bakış ve görüşlerinin hepsi ona bahş edilen ağıl ve düşüncenin, hüss ve duygunun, görüm ve sezimin sergilemeleridir.

Bu, insanın kendini ifade etme imidir**.**

İnsan düşüncə və təfəkkürü üç aləm üstündə nizam tapıb:

1) *göy aləmi, 2) yer aləmi; 3) insan aləmi.*

Ural-Altay və Sumer “Yaradılış” dastanı bu aləmləri bir mənşə-mənbədən təqdim edir.

Göy alemi: on yeddi qat halındadır; bu qatlar dərin və geniş bir nûr alemidir. burada gözəllik və xeyirxahlıq, xeyirxah ruhlar vardır bu aləmin yaradıcısın tengri kayra han = ülgen’dir. ülgen ilkin düşüncə və ağıldan tek tanrı inanıclarını andırır; bu düşüncede Tanrı büyük bir qüdret hlında təsəvvür edilir.

Yeriding pütkeni --yerin yaratılışı: yeryüzündə insanlar, habelə başka canlılar ve yer melekleri var idi. Yeraltı dünyadan göndərilmiş şer ruhlar və cinler de vardır.

Yeraltı alem- yeddi yaxud on dört tabaka -kat halında karanlıklar âlemidir:

bu alemde Erlik adlı şeytan hüküm ediyor.

İnsan âlemi-- üstün âlemdir:

- Allah- Teâla ona çok üstünler verip;
- Ən əsası odur ki, insana ən üstün âlem olan Akıl âlemi verilip;
- Yaratılışın ilkinden insana bilgi-ilim verilip: ilmilik onun mayasındadır:

- Yaratılanların adları öyretilip ona:

- bununla İnsan- ad verip-adlandırıp, gözle göre bilmedikleri yerlerden malumat verip:

- besiretle, fehmle, idrakla anladıp;

- İnsan sözle ifadə edip, gözle ve ruhla, hayal ve düşünce ile tasvir verip-canlandırıp.

Akıl insanda mekândır. Akıl- bir âlemdir- tutumları yerleri vegökleri ahata ediyor.

İnsanda bir de Kalb alemi vardır ki, burada bütün ruhu ile *İnsan--Aşkdır*. İnsan Aşkın karşısında hayrette kalır. *Onda Aşk mekan salır ve Aşk özü mekan olur.*

İnsan ruhen ve aklen her şeye münasebet gösterme cesaretinde olup. O, Aklı ile ifade edip. Bunlar gerçek manalandırmalardır.

II. NUH AS. GAVMİNDEN GELEN KÜFÜRLERİN XARAKTERİ, YAXUD, BATİLİN FƏLAKƏT ALƏMİ

Bu aləmdə bəlaların Mazmun İşaretleri çoxəlamətli və çokkatlıdır. Birinci işaret: akıl ve düşünce yetmezliyi. Nasıl olmuş, Allah her kese Akıl ve düşünce âlemi vermemiştirmi?

Söhbet Akıl-da deyildi, söhbet onda idi ki, Nuh as. kavmi ondan mahrum olmuş hala salmıştır kendini. Her şey onların nefs ve sersem hayallarının yükü altına atılmıştır. Ve bu, sürekli olarak devam edirdi. Batil içinde vurnuhan insan kendini hiçbir halda göre ve anlaya bilmezdi.

Batilin Yok Oluşu için Nuh as. bir peyğember olarak gönderildi onlara. Lakin Peyğemberlik Hükümleri de yetmedi onlara. Nuh kavminin anlama və anlatma tarzı onların küfrlerinin anlam ve söylem tarzı demek idi. Anlam- onların aklına ait değildi. Akıl onlara bir fayda vermedi; çünkü onlar aklın deyil, şeytanın kemendinde oldular

Nuh alehisselama-dek olan eyyamla Nuh eyyamı ayrı-ayrı kavimlerin mekan ve menzil zamanları olup. İnsanların kafleti ve cahilliyi, tekebbürleri yüzünden Nuh as.-un İlahi hükümler karşısınakı cevabdehliği Zaman karşısında solğunlaşmakta devam edirdi. Nuh aleyhisselam öz kavminin fitne-feli, anlamazlıkları ve imansılıkları karşısında hayret burulganına tüştü. Nuh as-la kavmi arasında uzun yıllar iman devası gedirdi Muminin suresinde denildiyi gibi:

"Öz kavmine göndermiştik Nuh-u elçi olarak. "Ey kavmim! Tekçe Allah-a ibadet eleyin. Ondan başka Tanrı yoktur. Ondan çekinmez misiniz?" dedi.(Muminin,aye: 23).

Ama kavmin bütün kalp ve akıl gözleri kapanmış halda idi.

Nuh as. Ahd alnıan peyğemberdir: "Bir zaman biz peyğəmbərlərdən əhd almışıq; səndən də, Nuh-dan da, İbrahim-dən də, Musa-dan da, Maryam oğlu İsa-dan da. Biz onlardan muhkem bir ahd almışık"-(Ahzab (Muttakiler demektir),ayə:7).

Ahd alma- Nuh as-ın Makam yüceliğinin nişanıdır.

Allah doğru danışanlardan doğruçuluqları barədə soruşsun, və kafirlər üçün ağrılı-acılı bir azap hazırlasın (Ahzab, ayə: 8)

Hz. Nuh as. gavminin koordinatları pozuk olduğuna göre beşerin gafleti ve cehaleti de git-gide kalınlaşırdı**.**

Hud suresinde Nuh ve Kavmi hakkında bele deyilir: *"Öz kavmine gönderdik Biz*

Nuh-u elçi olarak. Dedi: " ben size açık-aşkar haberdarlık eleyenem (aye:25).

Tekçe Allah-a ibadet eleyin. Yohsa ki, korxuram, acı günün azabına tüşesiniz" (aye:26). Ancak kavmi Nuh as.-ı saya salmadı, onu yalancı adlandırdı, saymazlıkta devam ettiler devamlıkta israr ettiler:

"Onun kavminden olan kafir kübarlar dediler: "Görürük, sən de bizim gibi bir beşersen sadece. Görürük aramızda olan alçalmışlar koşulurlar sene tüşünüp- taşınmadan. Yoktur sizdin bizden bir üstünlüğünüz. Biz sizi yalancılar sayırık"(aye: 27).

Nuh dedi: "El kavmim, eger aşkar delille göndermişse Rabb-im beni, rahmet göndermişse bana Öz dergahından ve bunlar size karanlık kalmışsa, değin, hiç macbur ederik ki, istemeğe-istemeğe bunları kabul edesiniz?" (Hud, aye: 28.)

"Ey kavmim, peyğemberlik etmeğime evez olarak sizden servet ummuram, ecrimi Allah verer. İman getirenleri de sizden ötrü anımdan kovan değilem… Rab-lerine kovuşar onlar... Ben görürem, habersiz kimselersiz" (Hud suresi, aye: 29).

Ey kavmim, onları kovar olsam, kim bana yardım eleyer, kim beni Allah-ın kazabından koruyar? Bunu düşünmez misiniz?(Hud suresi, aye:30).

Ben size demirem, bendedir Allah-ın hazineleri. Ben geybi/ kaybi de bilmezem.

Demirem, ben meleyem. Sizin hor baxtığınız kesler için de demerem: "Bir hayır vermeğecek onlara Allah. Onların içini Allah daha iyi bilir. Ben bele bir söz desem, Zalımlardanam-demeli" (Hud suresi, aye: 31).

Nuh as zamanında Nuh as. kavminin anlama və anlatma tarzı tazat halında idi. Nuh as. Mülayim ve şafkatlı şekilde anlatır, amma gavmi o tarzda-yani mülayim ve anlama tarzında değil: bu tarzla gavmin abalığı ve cahilliği daha da kalınlaşırdı. "Muminin" suresinde bu barede buyurur Allah (c.c):

"*Kavminden olan kafir kübarlar dediler: "Bu da sizin gibi bir beşerdir sadece, isteyir ağalıq eleye size. Allah isteseydi, melekleri göndererdi, bunu yox. Biz dede-babadan bele şey eşitmemişik (Muminin, aye: 24). Bunda bir delilik var, fikir vermeyin, bir müddet gözleğin/bekleyin/, belke, vaxtı gele, öle o" (Muminin, aye: 25).*

III. NUH as. ALLAH-IN VAHİYLERİNİN KORUMASI ALTINDA

Nuh as-da kendini ifade etmesi ne kadar ali lsa da, gavmi o kadar alçaklık altında idi. Nuh as-ın özünü ifadə etmə bakışları ona verilen hikmetlerin mazmun bakışlarıdır. Nuh as. "öz kavmi" içerisine göndeilmiştir:

Bu gönderilme hem de bütün beşerin hilası için idi:

"Öz qövmünə göndərmişdik Nuh-u elçi olarak. Bin yıldan elli yıl eskik ömür sürdü soydaşları içində. zalımlıq elədiklərine görə o tufan yakaladı onları(Ankebut, aye:14).

Bin yıldan elli yıl eskik bir zaman içerisinde Nuh as. kendi kavmini yola getire bilmedi, eksine, kavmin küfrleri get-gede arttı.

Çünkü Nuh as. kavmi korazehinlik içerisinde idi: ne anlıyor, ne da anlamağa meyl salıyordu; çünkü onlarda derk yok idi: çünkü kendilerini anlamazlık burulğanına salmışlar. Derk olmayan yere iman dahil olmaz, anlamazlık olan yerde küfür at oynadar.

Nuh kavminde imansızlar zalım ve azğın idi; Necmsuresinde dyildiyi gibi:

*"Daha öncə Nuh qövmünü məhv eləmiş (Allah). Onlar daha zalım, daha azğın idilər (Necm suresi, aye:52***).**

Allah-a asilik və ondan gelen beşeri isteklerin ve Belanın tehirə salınma ve 900 yıl bekleme sebepleri ne idi?

Nuh as. kavminden adamlar Nuh as-a karşı sert bakışlarından, imansızlık girdabından ve inatlarından el çekmirdiler:

"Ey Nuh, bizmile höcet etdin, höcetinden uzak gittin. Doğru sözlü, düzemelli kimsesense, di getir başımıza vaad ettiğin azabı" dediler (Hud suresi, 32).

"Nuh as. buyurdu: "ancak Allah getirer o azabı, isteseniz eger. Siz O-nu aciz koya bilmezsiniz" dedi1 (Hud suresi, 32).

Allah-Teala Nuh eleyhi selama sabr tasiye edrdi: *"Artık senin kavminden iman getiren getirip, getirmeyen de getirmeğecek. İmansızların işleklerinden üzüymeyesen"* (Hud suresi, 36).

Nuh as. kendini kavminin biröyüt, ibret alma halinda olmadıklarını ve almayacaklarını anlıyordu,çünkü Allah yola gelmeyenleri azdırar, doğru yola getirmez:

"Öğut de vermek istesem eger, vereceğim öğüdün olmaz faydasi- azdırmak istemişse sizi Allah. O-dur Rabb-iniz Sizin, O-nun dergahına döneceksiniz" (Hud suresi, 34).

İmanı ve yeryüzünü cehalet burulganından kurtarmak üçün Allah-Teala Nuh as-a gemi düzeltmeyi tezleştirmek gösterişi verdi:

"Sendedir gözümüz, düzelt dediyimiz gemini. Zalımların baresinde bir daha Ban-a hitab eleme. Suda boğulacaklar" (Hud suresi, 37). Gemi hilas- necat tapma üçün seçildi; buu da başka bir ali lütf idi insan üçün.

Hilas üçün gerek bir akıl imanın ola: lakin imansızlık get-gede kalınlaşırdı ve ve lağ ediyordu imansız ve cahiller:

"Gemi düzeldirdi Nuh, onu lağa koyurdu kavminin kübarları ötüştükçe birer-birer yanından. Nuh dedi:"Siz lağ etmeyinide olun, biz de size lağ ederik belece" (Hud, 38).

"Görersiz kimlerin başına gelecek alçaldıcı o azap, kimlere kısmet olacak abedilik bir azap" (Hud suresi, 39).

Ve Gemi hem de azabın müjdesi idi, ancak kavmin necat yolları çoktan bağlanmıştır.

IV. BELANIN TƏXİRƏ SALINMA SƏBƏBLƏRİ

Nuh-un özünü ifade etmə bakışlarında bir dözülmezlik yarandı*: "İlahi, bu zalım tayfa beni meğlub etti, onlardan benim intikamımı al"/Kamer suresi,10/.*

İntikam alma isteyi ve yardım dileme son hadd idi: kendinin felaket burulğanlarını hiç zaman göre bilmez gaflet bataklıklarına olan besiretsizler:

"Rabbim, bana yardım eyle, beni danırlar" dedi Nuh (Muminin aye: 26). Biz de ona vehiy eledik: "Gözümüz önünde bir gemi düzelt. Amrimiz yetişentek, tendir kaynayan zaman önce dediklerimiz kimselerden savayı öz aileni, arvadlı-uşaklı hamını mindir gemiye. Ve zalımlar barede bir daha Ban-a hitap eleme. Suda boğulacaklar"(Muminin, aye: 27)

Nuh kavvmünden gelen küfrlerlerin mazmun işaretleri get-gede kabarırdı. Bu kabalığın her an artması, artmakta devam etmesi o demek idi ki, batil kendi kendini yok oluşa sürüklüyor. Batilin yok oluşu hüküm halı aldı:

"Öz qövmünə göndərmişdik Nuhu elçi olarak. min yıldan elli yıl eskik ömür sürdü soydaşları içində. zalımlıq elədiklərin görə o tufan yakaladı onları(ankebut, aye:14). biz də səfinə əhli ilə(gəmidəkilerlə) onu hi las eledik,bunu alemlere ibret eledik"(Ankebut,aye:15).

Nuh tufanı və gəmi ilə xilas:yalandan iman gətirənlərin ayırd edilməsi üçün bir mühlet idi.

Başlangıçlara bağlı olmanın korazehinliyi: insanın cahilliyi və ondan gələn asilik—hepsi hem de gemisizlik idi: insan Aklı lövber sala bilmirdi; çünkü Akıl onlardan kafil olmuşdur, onlar da—Akıldan.

Allah-Teala "Enbiya" surəsində buyurur: "öncə də Nuh yalvarmışdı biz-ə. qəbul buyurduq duasını, özünü, ailəsini o böyük sıxıntıdan xilas elədik-76. Ayələrimizi danan kimsələrin əlindən qurtardıq onu. pis bir gövm idiler, hamısını gerg eledik sulara-77 (Enbiya surəsi).

Nuh as. Alah-dan beklenen azabı göndermesini dua etti. Ancak belenın gelişi uzun sürdü: çok zaman geçti; sebeb o idi ki, Allah bilirdi münafiklerin olduğunu ve onlar hak yolda olanların içine karışıp kendilerini iman ehli gibi gösterecek ve sonra öz mekrli planlarını yerine yetirmeye çalışacak: Allaha ve Peyğemberine asilik edecekler.

İlahiyatçı alim Menzer Ağayevanın işarelediyi gibi, "eğer senin azab istediğin vaht men kafirleri helak edib öldürseydim, o zaman sene iman getirib, sonra mürtet olanlar diri galacaqdılar. O zaman Menim sene, halis iman getieən muminlere, habele senin nübüvvetine sarılanlara verdiyim vade düzgün olmazdı. Çünkü Men vadə vermiştim ki, onları yer üzünün canişinleri edeceğim. Men onların ekseriyyetinin zeif imanlarından arxayın idim.

Batinlərinin habis, niyyetlerinin bed olmasını bilirdim. Bu halda, onları Özüme nece-nasıl canişin bilerdim ve onlara nece əmin-amanlıq behiş ede bilerdim? Onların imanları hakiki olmadığına göre yer üzerinde sonradan canişin olacaqları taktirdə öz mühaliflerini öldürecekdiler ki, özlerini kudrete çatdırsınlar.

Eger onlar nifaq, münafiklik ve bedniyyet hususiyyetleri ilə özlərini muminlerle yanaşı görseydiler, heç kes onları tanımasaydı, daha da yüreklenecek ve öz kardeşlerini düşmençiliye çekecek ve risalet elde etmek üçün müharibe aparacaqdılar. Onların muminlerin arasında olması ile yanaşı dinde nece aramlıq, möminlər arasında əmin-amanlıq bekarar ola bilerdi?!" (Ağayeva M. 2013).

Böylece, Nuh as-ın 950 yıl kendi kavmine iman bilgileri veresinden bir fayda gelmedi. Başka bir halde, öyle şahıslar da var idi ki,hiyle ile kendilerini imanlı gösteriyordu; başka sözle, imansızlar kendilerni gizledirdiler. Bu cür adamlar sonralarkendi fitne-fesatlarını yürüdecek ve yeryüzünde batil ayak açıp yürüyecek,nasıl ki, Peyğemberimiz Muhemmed sav zamanında o cürhiile işledenler bu gün de islam adından batillerini yürüdürler.

V.BELANIN GELİŞİ VƏ GİRİŞİ. **"***Bunlardan da öncə Nuh qövmünün adamları danmışdılar bəndəmizi. "Bu, dəlidir" -demişdilər. Əlacsız qalmışdır Nuh (Qamər surəsi, ayə.9). Yalvardı rəbbinə: "Mən məğlubam, yardım elə"(Gamer suresi, ayə,10).*

Açdıq göyün qapılarını, göydən leysan yağdı yerə(Gamer suresi, ayə11).

Bulaqlar qaynatdıq yerin yarıqlarından (lap ilkindən yerüzü elə sular deyildirmi? Yenidən sulara bürüməkdə bir səbəb var idi-insanın nankörlüğü ve cahilliyi, dikbaşlığı. Tanrı suyu yaratmqala başqa nələr varsa, hamısını sudan yaratdı. Nuh Tufanı ilə sular bütün dünya-yer üzünü bürüdü- Allahın buyuruğu ilə imanı olanları ve bütün hereketde olan canlılardan cüt-cüt götürdü Nuh. Həyat yenidən onlarla başladı

> *"Nihayet, gelip çattı amrimiz, kaynadı tandir (sular). Nuh-a dedik: "dediyimiz o kimseler bir yana, iki-iki, öz tayı ile beraber yerleştir gemiye her şeyi. Aileni ve imana gelenleri de bindir gemiye". İmana gelenlerinse sayı çok az idi (Hud suresi,40)*

Bela nasıl kaynadı? Gamer suresinde denildüyi gibi: *"Bulaklar gaynatdık yerin yerin yarıklarından. Allahın əmrini yerinə yetirmək üçün göylə yerin suları birləşib axın oldu(Gamer suresi, ayə,12).*

> *"Nuh dedi:" Haydı, binin gemiye; geminin getmesi de, dayanıb durması da Allah-ın amriledir. Bağışlayandır, Rahimdir rabb-im benim, şübhesiz. (Hud suresi,41).*

VI. GEMİNİN HAREKETİ. Nuh as-n oğlunun inatkarlığı ve oğlunun hilası için Allah-dan isteyi ve Allah-ın Nuh as-a cevabı:

"Aparırdı onları dağlar gibi kabaran dalğalr arasıyla gemi, kenarda duran oğlunu sesledi Nuh :"Oğlum, bin gemiye bizimle, kafirlerle kalmayasan" (Hud suresi,42).

Nuh as-ın oğlu imansızlık burulğanında idi diğerleri gibi, o burulğandan çıka bilmirdi. Atasına cevab verdi ki:

"Bir dağa sığınaram, koruyar sudan beni dağ"-dedi oğlu. "Bu gün Allah-ın amrine hiç ne engel ola bilmez, O-nun rahm elediyi kimselerden savayı, hiç kimse kurtula bilmez"-dedi Nuh. (Hud suresi,40).

Evlat mehebbeti ile Nuh Allah-a yalvardı ki, onu bağışlasın

"Rabb-ini sesledi Nuh: "Rabb-im benim ailemdendir oğlum, Sen-in vaadin (ailemi hilas elemek vaadi) hakk vaadidir. Sen hakimlerin hikmetlisisen". (Hud suresi,45)

NUH ƏLEYHİSSƏLAMIN TUFAN GƏMİSİ- SULAR ÜZÜNDƏ FIRTINALI HALLAR

Bu istekle Nuh-un üzerine gölge düşdü ve Nuh gözü gölgeli oldu: Allah-tan şefaet dilemeye yüzü olmayacak hala düştü.

Allah-ın cevabı:

"Ey Nuh, senin ailenden deyildir o ("leyse min ahlik"). Tuttduğu iş yaramaz bir iştir. Ve sen de menden bilmediyin bir şeyi dileme. Meslehet bilirem, cahillerden olmayasan"- dedi Allah" (Hud suresi,46).

Nuh as. Allah-Teala-dan kendinin bağışlanmasını diledi:

"Bilmediyim bir şeyi senden dilemeğimden Sen Öz-ün beni koru, Rabb-im. Bağışlamasan beni, acımasan halıma, ziyana uğrayanlardan olaram" -dedi Nuh (Hud suresi,47).

Ve dalga girdi arasına onların, boğuldu Nuh-un oğlu.

VII. SƏFİNE-GƏMİ EHLİNİN XİLASI. Hilas—hem beşere ve de alemlere olan ucalık idi**.** Bu ele bir hilas oldu ki, zaman yeniden doğdu: zaman zamanın içerisinde hifz edildi. Sefine ehlini hilas etmek alemlere Rahmet

ve Bereket idi. Gemi ehli- ilkinde Yeryüzü ehli idi, sular qovuşdu bir-birine, gemi ehli sular ehli oldu… ve sular öz makamlarına çekildi, Gemi de Cudi-de mekan aldı- mekan verdi ve böylece Gemi ehli Cudi-Ağri ehli oldu.

Bununla yeryüzü Öz büyüklüyünü ve cavabdehliyini bir daha hükm etdi, Gemi ehli

Necata kavuştu. Ve Sefine ehlini hilas etmek alemlere ibret idi: *"Biz də səfinə əhli ilə(gəmidəkilerlə) onu hilas eledik, bunu alemlere ibret eledik"(Ankebut, aye:15).*

Bu hilas Allah-Teâlâ'nın Büyük Rahmetinin Lütfü idi. Bu, beşerin-insan neslinin yaşamasının devam etmesi demek idi.

Nuh as. Tufanı ve Gəmi ilə hilas yalandan iman gətirənlərin ayırd edilməsi ve insanı cehalet ve imansızlık oklarında korumak idi.

Başlangıçlara bağlı olmanın korazehinliyi: insanın cahilliyi və ondan gələn asilik.

Allah-Teala "Enbiya" surəsində buyurur: "Öncə də Nuh yalvarmışdı Biz-ə. Kabul buyurduk duasını, özünü, ailesini o büyük sıkıntıdan hilas elədik (Enbiya suresi,76).

Ayələrimizi danan kimsələrin əlindən qurtardıq onu. pis bir kavim idiler, hamısını gerg eledik sulara-77 (Enbiya surəsi).

"Ey Yer, ud suyunu! Ey sema, tut suyunu!"-değildi. Su çekildi, bitti iş. Cudiye oturdu gemi, "zalımlar uzak olsun Allah-ın rahmetinden" denildi" (Hud suresi,44).

VII. Ağrı- Cudi Makamında Makam Tutma. Tufandan sonra ağlın və düşüncənin-yaranışın yeni başlangıçları yarandı. Dünya öz merkezini buldu: Ağrı Dağı, Cudi mekanları dünyanın yeni başlangıcı, merkez makamı oldu: *"Ey Nuh, sağ-salamat en gemiden. Xeyir-bereket vererik sene ve seninle olanlardan töreyen ümmetlere. Ancak o ümmetlerden eleleri de olacak ki bir müddet yaşadarık, sonra ağrılı bir azaba uğradarık onları" deyildi.*

Ağrı Dağı özü de bir Gemidir: yere emisidir.

Ağrı-- Cudi mekanları Mübarek yerlerdir. Dünyanın Merkezidir Ağrı. İnsan neslinin hıfz oluşuna olan Necat mekanıdır. Beşərin Yeryüzünde yeniden yaşamasının, doğuluşunun ve var oluşunun necet mekanıdır.

Bu. Lütüf Adem eleyhisselamın ve Hevva-nın yaratılışının makamında olan bir Başlangıçtır.

Alla-Teâlâ insanı- Adem ve Hevva-nı (e.s) Yeryüzüne gönderdi: yeryüzünü şereflendirmek için. Adem eleyhi selamdan Nuh eleyhi selama olan Zaman erasında İnsan Kendini tam göre bilmedi: insan ağıl ve düşüncelerini gerçek olanlar üzerinde cemleştire bilmedi: anlayışı zaif oldu, ağıl idrakını anlaya bilmedi.

İlk insanların Hayreti kader bir kalpde, düşünvce ve imanda ola bilmedi. Adem as-ın övladından gelen bencillik ve ağıl zaiflikleri get-gede insanı kendi Hikmetinden uzaklaştırdı.

Nuh es. en uzun zaman aleminde kiçik ve besit ağılların elinde sanki bir oyuncak, lağ, alay hedefi oldu. Allah-a bağlanma ağılı da daha kalmamıştır: özünü ağıllı ve bilici sanan adamların fitnesi get-gede artırdı.

Harda bir aydınlık var idise, ora kın püskürdü: pozğunluk ve korazehınlık, ağılsızlık o aydınlığa hücum etti: Allah-Teala neye sesledıse, ona hikke ve hiddetle yanaşdılar, çünkü insan yalnız kendini üstün saydı: lovğalandırdı kendini.

VIII. AĞRI DAĞI MEKANLARINDA

"Muminin" suresinde (aye:28) deyildiği gibi, "Mübarek bir yerdir": Allah-Teala rehmet olaraq, Nuh-a (e.s.) gönderdiyi ayəde buyurur: "Ey Nuh, elə ki sen ve seninle olanlar rahatladınız gemide yerinizi, "Hemd olsun Allah-a, bizi xilas elemiş zalım kavmin elinden" söyle (Muminin, aye:28). "Mübarek bir yere gönder meni, Rebbim, sen gönderenlerin en yahşısısan" söyle (Muminin, aye: 29).3e

Ağrıda ağrı: ağrı ağırlıq, büyüklük, yücelik, alilik demektir: ağırlık nedir? özünü özünde tutma makamıdır. özünü anlama ve anlatma, öz varlığını anlama bakışıdır.

Ağrı Dağının esas menası da *Tanrı Dağı* anlamı taşıyor.

Biz, bir insan gibi, hər hansı bir anlayışın-kavramın baş tacıyık. Çünki biz kendimizi ifade etmək faziletindeyik. Allah-Tealanın yaratılışında insan en ali yücelikten vasıf edilmiştir.

Tanrı dağları ezemeti bu mezmunda mevcuttur. Ağrı Dağının esas menası da Tanrı Dağı anlamı taşıyor.

Biz her hansı bir anlayışın-kavramın baş tacıyık. çünki biz kendimizi ifade etmək faziletindeyik. Allah-Teâlâ'nın Lütfünde insan en ali yücelikten vasıf edilmiştir.

Allah doğru danışanlardan doğruçuluqları barədə soruşsun, və kafirlər üçün ağrılı-acılı bir əzab hazırlasın-(Ahzab, ayə:8)

Biz- Sefine/Gemi ehliyik. Gemi Nuh eyyamından gelen mekandır: o o, zamanın da mekanıolub ve olmakda devam ediyor.Dünyanın yaddaşı olan geminin oturuş mekanı Cudi—Ağrı mekanları oldu.

Beləliklə, Evvel ve Evvel Bütövlüktür: bu Bütövlükte Her şey Hayret doğurur ve Allah-Teala insanı o heyretin en üstün katında karar verdi. İnsan bir sırr olarak, öz aleminde olmalı idi ve o Alemde ola bildimi? O nişan idi ve o nişanlarıvar olmanın nişanlarını saklamıştır kendinde

Birincisi, heç bir aleme verilmeyen bir alem-Akıl alemi verdi insana: Akıl odur ki, onunla insan bir hükümrandır: bir halife olarak gönderildi Yeryüzüne. Hükmanlık- halifelik odur ki, insan kendini anlaya ve anlata bilmelidir:

Birincisi, insanın kendini Anlaması-hikmete aitir; eger anlam yoksa- demeli, insanın hikmeti de yoktur.

İkincisi, İnsan bir nişandır- böyükhəfrli-işarəli nişan. Və İnsan bir nişan olmağı ile emanettir - yeryüzüne gönderildi.

Üçüncüsü, Yeryüzü üstünlüğüne layik olma feziletine bağlanmalı idi insan.

Hiç ne yok idi, ancak İnsanın yaratılışı var idi ve o gizlinde idi. Allah-Teala Gizli Bir Hazine gibi- hikmetlerin yaratılış gizlinlerini onunla- insanla anlatmak istedi ve insan- Akıl Fazli ile anlamağa mahkum edildi. Bununla İnsan, gördükleri önünde hayrette kaldı ve Hayret Hayret getirdi.

İnsan-düşünceleri önünde hayrette kaldı; insan hem yaratılış nişanlarını, hem de özünü anlatmak ilmini yüze çıkardı: Akıl süzgecile, Alemleri Yaratanı Düşündü ve düşündükçe Kamala Yetti- Aşkı buldu: Özü Aşk oldu. Aşk- Hayrettir: demeli, insan-Hayrettir.

Böylece, Hayret onun--İnsanın Mitoloji anlatımlarını yüze çıkardı.

Ve Mitoloji ilkin düşünceve anlamdır, ilkin görüm ve tasavvürdür, ilkin düşüncenin iradesi olarak- yüzeçıkan fikir ve düşünce, anlamavesezme ilmdir:hayalın dahili ve gizingörümlerinin inikasıdır. Demli, mitoloji, manalandırmalar ve açımlarla Akıl - Ağlın ve Tefekkürün, Dıl ve Nitkin gizlinlerive hayret yaratanları anlatmak düşüncesidir.

Akılın mtolojini oluşturmasında her şey öz gerçek prizmasındadır. Çünkü Akıl prizmasından gelen her şey gerçektir.

Akıl insanda makam tuta bilmirdi, çünkü insan onu deyersiz anlayışları içerisinde saklamağa çalışırdı. İnsan-nasıl deyerler, kendini gizledir.

SONUÇ OLARAK

Nuh aleyhisselamdan evvel başlanan devranlar ile Nuh eyyamları arasinda bir bağlantılar--benzerləkler vardir. Bütün eyyamlarda özünü Dikbaş vetekebbürlü aparanlar, hiylegerler, nadan ve cahilerçokolub. İnsan imansız ve Akılsız oldumu- bütün halları ile lanetlenmişolup. İnsanın cahil ve zalaım, nankör olmalarını Allah-Teala Mukaddes kitab ve Sühuflarda—peyğemberlere gönderdiyi Sehifelerinde bildirmiştir..

Yaratılışta neler varsa, hepsine meftun olan, heyran kesilen insan- nefsinde esir olub ve özünün deyerini hiçe endirmiştir. Bu cür insanlarda Hayret olmur.

İnsan kendi kendini anlatandır:her kes özünün akıl süzgecinden deyil, tekebbüründen, nefsin kölesi olmaktan belalara düşüb her zaman.

Akıl menziline bağlı olan İnsan mitoloji anlatımları ile gerçekliye Hayretini tezahür ettirmiştir.
İnsan kendine ve yaratılış alemine kendinin Akıl himetleri ile yanaşmakla kendini vevarlıkları yaratanın sırlarına Hayret etmiştir.
Mitolojininn Başlanğıcı Düşzamandır: bu zamanın mazmun ve menşeyini de insan anlatmıştır.

Nuh zamanının mazmununda cahillik ve tekebbürlük daha kabarık hal almştır.

İntikam alma isteyi ve yardım dileme son hadd idi: kendinin felaket burulğanlarını hiç zaman göre bilmeyen imansız mahluklar ceza bataklığında boğuldular. Yalnız Gemi necat Dünyasıoldu.Bütün dünya—Bir Gemiye sığıştırıldı—insanlara ibret olsdu-gördükleri Sefine Ehlini Hilası. Hilas—hem beşere ve de alemlere olan ucalık idi. Bu ele bir hilas oldu ki, zaman yeniden doğdu: zaman zamanın içerisinde hifz edildi.

Belanın Gelişi bir necat oldu- iman ehli olanlara: yeryüzü de tazelendi. Zaman knedine bir başlanğıc- evvel verdi; bütün alemAğrı Dağında- Cudi mekanlarında necat taptı.

Ağrı- Cudi Makamında olan ucalık- iman ehli olanların şerefine bezendi. Hayat ve yaşam kendi Makamnı Buldu. Tufandan sonra ağlın və düşüncənin-yaranışın yeni başlangıçları yarandı. Dünya öz merkezini buldu: Ağrı Dağı, Cudi mekanları dünyanın yeni başlanğıcı, merkez-- makamı oldu.

QAYNAQlAR

1. Qur`ani-Kerim

2. Hezret Emir Ali İbn Ebutalib. Nehcül-Belağe". Bakı, "Sabah",1993, seh.21

3. Ağayeva Menzer: Nuh as-ın ehvalatı. Ağayeva Menzer. 16 Haziran 2013.

4. Altay Türklerinin Yaratılış Destanının Özeti... - Eodev.com
eodev.com/gorev/356809

5. Avstraliya Xalqlarının Efsaneleri : "Böyük Tufan Haqqında Hekaye"// BKZ: Dünya Xalqlarının Efsaneleri. "Genclik", Bakı, 1990, sah.453.
4. Daniels, Mark. Bir nəfeste Dünya Mitolojisi. 7. Baskı. Edütör Gökşe (Gündoğdu), İstanbul-2016

5. Dünya Xalqlarının Efsaneleri, Bakı, 1990, sah.453).

XIX ƏSR AZƏRBAYCAN ƏDƏBİYYATI: KARABAĞ'LI ŞAİRE FATİME XANIM KEMİNE: *"TÜKENDİ SEBR-İ DİLİM, GETTİLER AMANE MENİ"*

Google Akademik, PROF. DR. ƏBÜLFƏZ TAHİR ƏZİMLİ

ORCID: 0009-0001-1327-3425

ezimliebulfez@yahoo.com.tr Google Akademik, Dünya Sülh Səfiri; Nobel Prıze & Indıa- Birliyinin Yönətici üzvü; Qlobal Yazarlar Akademiyası üzvü-Hindistan; Türk Dünyası Vətəndaşlığı və Eyitimçilər Birliyi üzvü-Bişkek; TÜRKSOY üzvü; Mery`s Ange`ls İnternacional Qroup üvü; Poetas İntergaláctıcos-üzvü; World Peace Lıterature Academy-nin yönətici üzvü; Saib Təbrizi Elm Mərkəzinin üvü; Azərbaycan Yazıçılar Birliyinin üzvü; Naxçıvan Dövlət Universiteti; BÜTÖV AZERBAYCAN

ÖZET

Fatime Hanım Kemine (1840-1898) Azerbaycan'ın Karabağ Bölgesi'nin Şuşa şehrinde yaşamıştır. Babası Beybaba Bey Fena da şair idi. F.X.Kemine bir şaire gibi, tekçe Karabağ'da değil, bütünlükte, Yeni dövr Azerbaycan edebi aleminde tanınmıştır. O, Karabağ'da-Şuşa şehrinde faaliyet gösteren "Meclis-i Üns" ve "Meclis-i Ferâmuşan" edebi meclislerinin faal üyelerinden idi.

Fatime xanım Kemine hem Halk, hem de Divan şiiri poetikasına bağlıdır: Türkçe ile beraber, Farsça da şiirleriler yazmıştır.

Muasırları onun şiirlerine ve şahsiyetine yüksek kıymet vermişler. Genceli Fani onun şiirlerini şekerde, lezzette şan balına benzedir; Kazak'lı şair Molla Hüseyn Sabit'e göre onun her setri Serv'e te'ne vurur. Firudin Bey Köçerli'y göre, F.X.Kemine "nadire-i zamane" idi, kemal ve akıl fıtratı ile çağdaşlarını hayrette koymuştur.

Şairenin gönül dünyasında her şey kayıyor, tüğyan edir, faryat koparır: dert ve iztiraplardan onun Sabr Kalbi tükenmiştir, nakesler onu amane-faryada getirmişler.

Kemine'nin şiirlerinın mevzu dairesi geniş idi: aşk alemi onun şiirlerinin mana ve üslup akarında hüsusi yer tutur: aşk faziletinden doğan gam-keder şairenin gönül hemdemi, munisidir; *aşk yolun tutup govğaya tüşme* bakışı şairenin poetik yeniliklerinin kaynağıdır.

Kemine şiirlerinin diger bir mevzu kaynağı Vatan sevgisi, yurt-yuva hasretidir: Karabağ'ı işgal eden Çar hükümetinin zulmünden doğma yurtlarını terk edenlerin vatan hasretinden doğan ağrılardır; şaire gurbetin ağrılarından azap çekmiş ve bu azaplardan doğan ıstırapları dile getirmiştir.

Fatime Hanım Kemine'nin şiirleri tekçe Azerbaycan'ın değil, bütünlükte, XIX esr Türk Dünyası Edebiyatı'nın nadir incilerindendir.

Muasirleri arasında Fatime hanımın hususi yeri ve debi makamı var idi. Karabağ onun şiirlerinin ruhunda ve avazında idi; halk ruhunun en ince poetik akarında, klasik divan poetikası üslubunda da o yeni kendine mahsus poetik özelliklere malik idi. Ona göre de devrün en müktedir şairleri onun şiirlerine ve şahsiyetine derin ihtiram göstermiş: bedii-poetik kamilliğini en ince şekillerden değerlendirmişler.

Ekser şairler onun şiirlerine yüksek-ali üslubdan değer vermiş, bazi şiirlerine nezireler yazmış, yahut ta ona (şaireye) şiirler hasr etmişler. Bu, onun bir senetkar, söz sarrafi gibi büyüklüyünün elametleri idi. Meselen, Mir Möhsün Nevvab öz tezkiresine dahil etmesi için Fatime Hanımdan şiirler istemiştir, Fatime Hanım da göndermiştir.

Şaire Fatimə xanım Kəminə ve zamanın zulmünden gelen ferak odları-ateşleri

Fatime Hanım Kemine`nin bir halk aşığı, bir şaire gibi gönül dünyasında her şey kaynıyor, tüğyan edir, faryat koparır: dert ve iztiraplardan onun Sabr Kalbi tükenmiştir, nakesler onu amane-faryada getirmişler.

Neden böyle kalb ağrısından şaire dile geldi, “Tükendi sebr-i dilim, gettiler amane meni”- dedi? Çünkü Aman, feryat onun üstüne yüyürürdü; çünkü o, insanın başına getirilen belalara karşı kendi vatandaş, şair “men”i ile mübarize aparırdı. Bes kimiden gelirdi bu belalar? Zamanın ve zalımın zülmünden: Karabağ’ın başına getirilen belaların feryadından zemane özü derde, zulme düşmüştür.

AÇAR SÖZLER: Fatima Xanım Kemine, Qarabağ Edebi Muhiti: Kəminə poeziyasında zəmanə-zülm fəryadları

XIX ESR AZERBAIJAN LITERATURE: KARABAKH POET FATIME KEMINE: “MY SENSE HAS RUNNED OUT, THEY TOOK MY SEME”

ABSTRACT

Fatime Khanum Kemine (1840–1898) lived in the city of Shusha, in the Karabakh region of Azerbaijan. Her father, Beybaba Bey Fena, was also a poet. As a poetess, F.X. Kemine gained recognition not only in Karabakh but throughout the literary world of the "New Era" of Azerbaijan. She was an active member of the literary circles known as "Meclis-i Üns" and "Meclis-i Ferâmuşan," which were based in Shusha, Karabakh.

Fatime Khanum Kemine adhered to the poetics of both folk and *Divan* (classical) poetry; she wrote poems in Persian as well as in Turkish.

Her contemporaries held her poetry and personality in high regard. Fani of Ganja likened her poems to honey in terms of sweetness and delight; according to the poet Molla Hüseyn Sabit of Qazakh, every line she penned rivaled the elegance of the cypress tree. According to Firudin Bey Köçerli, F.X. Kemine was a "marvel of her age," astonishing her contemporaries with her innate wisdom and perfection.

In the poetess's inner world, emotions surge, overflow, and cry out in anguish; her patience has been exhausted by sorrow and suffering, and the cruelty of base individuals has driven her to lamentation.

The thematic scope of Kemine’s poetry was broad; the realm of love holds a special place in the meaning and stylistic flow of her work. The grief and melancholy born of the virtue of love serve as the poetess's constant companions and confidants, while the perspective of embracing the path of love—and the turmoil that accompanies it—forms the source of her poetic innovations. Another source of inspiration for Kemine’s poetry is the love of the homeland and a longing for her native soil. Her verses give voice to the anguish of those forced to abandon their ancestral lands due to the oppression of the Tsarist government—which had occupied Karabakh—and reflect the poetess's own suffering born of exile.

Fatime Hanım Kemine’s poems are rare gems not only of Azerbaijani literature but of the literature of the Turkic world in the 19th century as a whole.

She held a distinguished place and status among her contemporaries. Karabakh lived within the very soul and voice of her poetry; while operating within the finest poetic currents of the folk spirit and the classical *Divan* style, she possessed unique poetic characteristics of her own. Consequently, the most accomplished poets of the era held her work and personality in deep regard, appreciating the exquisite artistic and poetic perfection of her verses. Many poets praised her work for its elevated style, composed *nazire* (poetic responses) to her poems, or dedicated verses to her. These were hallmarks of her greatness as an artist and a master of the written word. For instance, Mir Möhsün Nevvab requested poems from Fatime Hanım to include in his *tazkira* (biographical anthology), and she duly sent them.

The Poetess Fatime Hanım Kemine and the Fires of Separation Kindled by the Oppression of the Times

In the inner world of Fatime Hanım Kemine—poetess and folk bard—emotions seethe, surge, and cry out; her heart, once patient, has been exhausted by grief and suffering, and the cruelty of base individuals has driven her

to a state of anguished lamentation. Why did the poet give voice to such heartache, crying out, "My heart's patience is exhausted; woe is me"? Because anguish and cries of distress were bearing down upon her; because she—as a citizen and a poet—waged a struggle against the calamities visited upon humanity. And from whom did these afflictions stem? From the tyranny of the times and the oppressor: the very age itself has fallen into suffering and oppression, echoing the outcry over the calamities inflicted upon Karabakh.

KEYWORDS: Fatima Khanum Kemine, Karabakh Literary Milieu: Outcries against the tyranny of the times in Kemine's poetry.

GİRİŞ, YAHUT:

1. "NADİRE-İ ZAMANE" FATİME HANIM KEMİNE

Fatime Xanım Kemine Hicri tarihle 1257—Miladi 1840-da Azerbaycan'ın Karabağ Bölgesi'nin Şuşa şehrinde anadan olmuş ve ömrünün sonunadek orada yaşamıştır. Fatime Xanım`ın Babası Mirze Beybaba Eliyar bey oğlu mükemmel tahsil görmüş bir ziyalı idi. Mirze Beybaba da şair idi, *Fena* takallüsü ile şiirler yazırdı. Mirze Beybaba bey Fena eslen Güney Azerbaycan'ın Germerud mahalından idi. Vaktı ile dedesi göçüp Şuşa'ya gelmiş, Cefergulu xanın babası Mehemmedhesen xanın sarayında mirzalık etmiştir (Edebi Meclisler, 1987: 291).

Fatime Xanım Şuşa Kalesinde tahsil almış ve halen çocukluğundan feraseti, fıtri istedadı ile "çoklarını hayrete getirmiştir" (Köçerli, 1981, II.: 158). Türk ve Fars dillerinde mükemmel tahsil alan Fatime Xanım, her iki dilde yazdığı şeirlerile bütün Karabağ edebi aleminde ve Azerbaycan'ın diger bölgelerinde büyük şöhret ve hürmet kazanmıştır.

Şair, edebiyatşünas, "Encümen-i Feramuşan" edebi meclisinin başçısı Mir Möhsün Nevvab (1833-1919) "Tezkire-yi Nevvab" eserinde, edebiyatşünas Firudin bey Köçerli(1863-1920) "Azerbaycan Türklerinin Edebiyatı" tezkiresinde ondan rağbetle bahis etmişler.

Fatime Hanım Karabağ'ın Saracık köyünden Sadık bey Mir Zeynal oğlu ile evlenmişdir; beş övladları olmuştur. Şaire Fatime Hanım Karabağda töredilen zilme, haksızlıklara çok sine gerdi, ama çok da tab ede bilmedi, sıkıntı ve ıztıraplardan iflic- felc oldu, H. 1316—M.1898'de Şuşa şehrinde vefat etti ve Şuşa'dakı Mirze Hesen kabristanlığında defn olundu.

Şaire Fatime Hanım'ın ölümü bütün Karabağ'a en büyük itki oldu, vatanı yasa bürüdü. Firudin bey Köçerli, şairenin şahsiyeti ve edebi makamı hakkında böyle yazırdı: "Fatime xanım, hakikatta, çok güzel ve zarif bir can idi ve zahiri güzelliğine müvafik batini ve manevi terefden dexi exlag-i hesene sahibesi olub, ziyade xoşxülg, mülayime ve xoşreftar bir nadire-yi zemane idi ki, onun vefatı cümle şüeravü ürefa-yi Karabağa büyük bir yas oldu" (Köçerli, II,1981: 162).

Allah Rehmet elesin müdrük ana, azapkeş şaire, vatanının en mübariz evladı Fatime Xanım Kemine'ye. Bütün mahrumiyetleri ile 1840-1898-ci illerde Şuşada yaşadı ve orada da kendinin eminli dünyasına kovuşdu.

Qarabağın ruhundan gelen bir ruh ehli idi şaire Ftma xanım Kemine.

Muasirleri onun şiirlerine ve şahsiyetine yüksek kiymet vermişler. Meselen, şair Genceli Fani onun şiirlerini şekerde, lezzette şan balına benzedir; Kazak'lı şair Molla Hüseyn Sabit'e göre onun her setri Serv'e te'ne vurur Fürudin Bey Köçerli'y göre, Fatime Hanım Kemine "nadire-i zamane" idi, kemal ve akıl fıtratı ile çağdaşlarını hayrette koymuştur.

Kemine'nin ölümü ile Karabağ daha yeni bir müdrük şairesini, güzel sanatkarını, mert ve mübariz Türk Anasını, geyretli vatan evladını kayp etti. Karabağ'da kayıplar git-gide artır ve sertleşirdi. Karabağ ustad şairler mekanı idi.

XIX esrde Karabağ'ada yüzden fazla şair yaşamış, faaliyet göstermiştir:

Baba Bey Şakir, Ağabeyim Ağa Tuti, Kasım Bey Zakir, Kerbelayi Sefi Valeh, Kerbelayə Abdulla canioğlu, Cefergulu Xan Neva, Mirze Elesger Növres, Aşık Peri, Mehemmed Bey Cavanşir Aşik, Mirze Hesen Mirze, Xurşidbanu Natevan, Mir Möhsün Nevvab, Mirze Bahış Nadim, Hesen Gara Hadi, Mirze Rehim Fena, Heseneli han Karadaği, Mirze Hüseyn Bey Salar, Abdulla Bey Asi, İbrahim Bey Ali Bey oğlu Azer, Kasim Karabaği Şehid, Mirze Hüseyin Bey Salar, Mehemmed bey Mehvi ve onlarla her biri bir poeziya yıdızı, XIX yüzyıl Azerbaycan Poeziyasının Parnası nişanı idi.

Gök yüzü Karabağ pleyadasının parlak yıldızları ile ışıklanmıştır. Karabağ şairlerinin her biri yıldız akışlarına benzer hayat yaşamışlar. Onların yaşamları Azerbaycan hayatının facielerini yansıdırdı.

Facieler Karabağ şairlerinin her birinin hayat akışlarına çevirilmiştir. Fatime Hanım Kemine de facieler, mahrumiyetler içerisinde yaşamıştır. Onun hayat hadiseleri en ciddi ve sert münasibetler içerisinde akıp gedirdi. Kemine, derdini, ıztırab ve hayacanlarını, gönül fırtınalarını şiirin dili ile canalndırmıştır.

Fatime Hanım Kemine'nin yaratıcılığı ile şahsiyeti arasında bütövlük vardır: deyanet ve vügarda, neciplik ve leyagette onun hayatı Azerbaycan Türk hanımının azemet sempoludur. Kemine ince tebli bir şaire gibi, tekçe Karabağ'da değil, bütünlükte Yeni dövr Azerbaycan edebi aleminde tanınmıştır.

Dərdin-Qəmin Qarabağı, bəlaların fəryadı olan şaire **Fatma Xanım Kemine (Şuşa, 1840-Şuşa, 1898)** öz dövründe Karabağ'da, Şuşa şehrinde faaliyet gösteren "Meclis-i Üns" ve "Meclis-i Ferâmuşan" edebi meclislerinin faal üyelerinden idi. Onun yaratıcılık dünyası hem Halk, hem de Divan şiiri poetikasına bağlıdır: Türkçe ile beraber, həm de Farsça şiirleriler yazmıştır.

2. ÇAĞDAŞLARI FATİME XANIM KEMİNE HAKKINDA

Muasirleri arasında Fatime hanımın hususi yeri ve debi makamı var idi. Karabağ onun şiirlerinin ruhunda ve avazında idi; halk ruhunun en ince poetik akarında, klasik divan poetikası üslubunda da o yeni kendine mahsus poetik özelliklere malik idi. Ona göre de devrün en müktedir şairleri onun şiirlerine ve şahsiyetine derin ihtiram göstermiş: bedii-poetik kamilliğini en ince şekillerden değerlendirmişler. Ekser şairler onun şiirlerine yüksek-ali üslubdan değer vermiş, bazi şiirlerine nezireler yazmış, yahut ta ona (şaireye) şiirler hasr etmişler. Bu, onun bir senetkar, söz sarrafi gibi büyüklüyünün elametleri idi. Meselen, Mir Möhsün Nevvab öz tezkiresine dahil etmesi için Fatime Hanımdan şiirler istemiştir, Fatime Hanım da göndermiştir.

Mir Möhsün Nevvab, Fatime Hanımın şiirlerinin şe'nini uca tutmuş, bedii özelliklerini en ince nüanslardan vasıf etmiş, onları "cevahir nezim", "dürr", "semin" (bahalı, deyerli), "güzel eş'ar", "mezmunları şe'rden (tükden) nazik", "beyani çok mübeyyen"(aydın,açık), mezmunları metin, yani deyişmez, "xoş menzume", "göyçek, bütün menası xoşagelen, "nezim sapına düzülmüş eceb şöle saçan", şekerlebden çıktığından böyle şeker olan dür, "yıldız bahtın en yüce nüktesi, sözleri doğma"- diye te'rif etmiş, değerlendirmiştir:

Kemine, nezmü eş'arın yetişdi, şadman oldum,

Cevahir nezmdir, veh-veh ve ya dürdür, semin (giymetli) olmuş.

Gözel eş'ardır, mezmunları hem şe'rden (tükden) nazik,

Beyani çox mübeyyendi, mezamini metin olmuş.

-- Kemine, nazm ve şiirin yetişti, şad oldum,

Cevahir nezmdir veh-veh ve ya dürdür, kıymetli olmuş.

--Güzel şiirdir, mazmunları hem tükten nazik,

Söylenişi çok aydındır, mazmunları metin olmuş.

Ne xoş menzumedir, göyçek, gamu me'nası müstehsen(beyenilen, xoşagelen),

Nebatü qendü şehd ile meger yekser ecin (yoğrulmuş hamır)olmuş.

Eceb löle'i- geltandır çekilmiş rişte-yi nezme,

Şekerlebden biruz etmiş ki, böyle şekkerin olmuş.

--Ne hoş(güzel)manzumedir, göyçek, bütün manaları beyenilendir,

Sanki başdan-başa nebat, gend, şehd-şan balı ile yoğrulmuştur.

Eceb iri-girde mirvaridir—nezm ipine çekilmiş,

Şekerlebden yüze çıkmış ki, böyle şekerin olmuştur.

Yegin bil, övc-i e'laye dayandı necm-i igbalın,

Bele daim kitab içre ki, egvalın (sözlerin) gerin (qerin-yakın, egreba, dost) olmuş.

Riza Nevvabdır senden heme övgatü her saet,

Xeyalı ger perişandır, size leykan muin(yardım eden, arka) olmuş.

- Yakin bil yıldız bahtın en yüce nükteye dayandı, kitap içindeki sözlerin hemşe (bana) doğmadır.

Nevvab her zaman, her saat senden razısıdır;

Nevvab'ın hayalı perişandır, lakin sene hemişe muin —yardımcı, arka olmuştur. **(Poetik Meclisler, 1987: 240)**

Mir Möhsün Nevvab, şiiri, sözün bedii hikmetini ve ifade güzelliğini inceliği ile duyan ve anlayan şair idi. Fatime Hanım`ın bedii sözünün mana ve potik ifade yatımlarını o incelikten değerlendirirdi.

Karabağ`ın tanınmış şairlerinden olan Mirze Rehim Fena (1841-1931) da Kemine`nin poetik ifade nizamlarına onun şahsiyyeti menzilinden yanaşmış, sözünün bedii tesir gücüne yüksek kıymet vermiştir; şairenin poetik şe'nine ince tasvir ve terennüm alkışı okumuştur:

Huri-yü şe'n-i Şişe olub cem' bezmine,

Guya peridi, Şişe ara yoxdu bir nefes.

Şeker lebin nabat, vecahetde çox eziz,

Olmaz cahanda hüsnüne manend hiç kes.

--Huridir, meclisine Şuşa'nın şe'ni yığışıp; guya peridir, Şuşada bir kes yoktur;

Şeker lebin nabat, güzellikte, şuhrette çok ezizdir, cahanda güzelliğine beraber hiç kes olmaz**.**

Müddetdi könlümün sene gizlin nigahı var,

Daim xeyal onunla eder nale çün ceres (zeng, zıngırov).

Derd ehlisen, cifayda hemderdin olmadı,

Biderdler olurmu senin ile hemnefes?

-- Müddetti-çoktandır gönlümün sene gizli nigahı-bağlılığı var: hemişe hayal bir zeng gibi nale eder.

Derd ehlisen, ama ne fayda ki bir hemderdin yoktur; derdsizler seninle hemnefes olarmı?

Sahibdil olmağın var imiş cana möhneti,

Sahibdil oldu gerçi Fena, yoxdu dadres (Köçerli,F. 1981: 162).

-sahibdil-kalb sahibi olmağın cana sıkıntısı var imiş; herçend fena sahibdil oldu, ama dada çatan, feryada yeten yoktur.

Başka bir şiirinde Kemine'ni tankid eden Mirze Rehim Fena'ya karşı Genceli Fani (eslen Tebrizli Mirze Sadık Molla Esedulla oğlu), onun—Fatime Hanım Kemine'nin şiirlerini şekerde, lezzette şan balına benzedir:

Şiir-i Kemine çün esel-i şehd-i xoşgüvar

Durmuş Fena kelamı mukabilde çün meges (milçek)

Kazak'lı şair Molla Hüseyn Sabit'e göre onun her setri Serv'e te'ne vurur:

Söz yok, Kemine sözleri növgönçe bikrdir.

Öz gülbün-i vüsalına yox gerçi destres.

Her setri rast serve vurar te'ne dur ki, dur.

Her lehnü henegi kebki eder süxre kes ki, kes.

--sözsüz, Kemine sözleri açılmamış yeni göngedir, lakin onun öz gül ağacının vüsalına el yetiren yoktur;

her setri serve te'ne vurar ki dur, her sesi ve zarafatı kekliğin nazına "kes, kes" diyer.

Eyham-i remzi hügge-yi pünhanı tek nihan,

Çatmaz ona tesevvür-i idrak hiç kes.

- Ramz eyhamları hikmet gizlinleri-sırları gibi gizlindedir;
  hiç kimsenin idrak tasavvuru ona yetmez.

Şeiri Kemine lehce-yi Meryemce ruhe zad,

Şiir-i Fena meaniye atdan gelen nefes.

--Kemine şiiri Meryem lahcesile ruhdan doğulup,

Fena`nın şiiri attan gelen bir nefestir.

Şiir-i Kemine Rexş-i sebükseyr-i merifet, (sebükseyr—celd, qıvraq)

Her bir gedemde şiir-i Fena'dan salıbdı tes.

Kemine`nin şiiri Rahş (atının) kivrak, celd yerişinin marifetidir; her kademde-addımda Fena`nın atından tes salıp.

Şeir-i Kemine xatir-i ehbab tek eziz,

Şiir-i Fena vesaves-i şeytan kimi nehes (uğursuz).

--Kemine şiiri dostların hatırı tek azizdir,

Fena-nın şiiri şeytan vasvesesi gibi uğursuzdur.

Sabit, Fena iş ehlidi, meğrur eder seni,

Gövğa gününde mest olu "köhlen" legeb feres(madyan at).

--Sabit, Fena iş ahlidir, seni mağrur—kururlu eder,
Savaş gününde `köhlen` lakablı madyan at mest olar.
(Köçerli, II.c 1981: 161).

Belelikle, çağdaşlarının Fatime Hanın Kemine`nin edebi şahsiyyeti, poetik ifade kudreti hakkında söyledikleri sözlerin--beytlerin her bir en seçkin ve mana yüklerine göre zamanın fevkünde duran vasıflar ve incelemelerdir.

3. ŞAİRE FATİMƏ XANIM VE ZAMANIN ZULMÜNDEN GELEN FERAK ODLARI-ATEŞLERİ

Fatime Hanım Kemine`nin bir halk aşığı, bir şaire gibi gönül dünyasında her şey kaynıyor, tüğyan edir, faryat koparır: dert ve iztiraplardan onun Sabr Kalbi tükenmiştir, nakesler onu amane-faryada getirmişler.

Neden böyle kalb ağrısından şaire dile geldi, "Tükendi sebr-i dilim, gettiler amane meni"- dedi? Çünkü Aman, feryat onun üstüne yüyürürdü; çünkü o, insanın başına getirilen belalara karşı kendi vatandaş, şair "men"i ile mübarize aparırdı. Bes kimiden gelirdi bu belalar? Zamanın ve zalımın zülmünden: Karabağ'ın başına getirilen belaların feryadından zemane özü derde, zulme düşmüştür.

Şairenin kalbinin sabrı neden böyle tükendi? Kimler onu amane—derd-feryada getirdiler? Gazelin beytlerini okudukca şairenin hansı belalardan dad-aman ettiği aydın olur:

Ferag ateşine yandırdı zemane meni,

Belavü derd, ilahi, getirdi cane meni.

Hansı belalardan zemane onu ferag-ayrılık ateşine saldı, yandırdı? O hansı Bela ve derd idi ki, onu cana getirdi?

Şairenin hayatı da diger Karabağ'lılar gibi ağır tazyikler içrisinde idi: rusa tabe olmayanların halı günbegün aüırlaşır, adamlar takip olunur; yurt-yuvalarından kovulur, kazamatlara salınır, öldürülür. Şaire Allah-dan aman dileyir: bela ve dert onu cana getirdi, yani ölüm ayağına saldı; can gelmek boğaza yığılmak demektir; lirik "men" neden boğaza yığıldı? Çünkü duşmanların zulmüne tab etmek olmur.

Şaire sonrakı beytte deyir ki, felek menim cövrü cefaya tab ettiyimi-dözdüyümü görüp zulmünü daha da artırır; ve felek lirik kahramanı-şaireni daimi olarak, gem okuna nişane edip:

Bu gedri cövrü cefaye felek görüb tabım

Edibdi gem oxuna müttesil nişane meni *(Müttesil-daim, hemişelik).*

Daha bir derd: duşman te'ne vurur, rişhand edir:

Zeban-i ten açıb üstüme edu her yan *(Edu- duşman)*

Tükendi sebr-i dilim, gettiler amane meni.

"…Gettiler amane meni" –bu ne feryattı böyle? Amane getirdiler—eslinde şaire 'aman' değilen bir feryat içerisindedir: daha hansı feryada getirdiler?

Kemine'nin sabr dili daha tükendi**,** onu *amane getirdi; aman, yani, feryat, zulmün feryadı demektir. Zülum canı candan koparmak belaları getirdi şairenin başına.*

Tifagımı dağıdıbdır bu çerx-i bedkirdar,

Edib meclis-i eğyarda fesane meni.

-- Çerx-i bedkirdar-yaramaz, kötü hereketli-gerdişli çer(x)h tifagımı-ailemi dağıdıptır; duşman meclislerinde meni dile-dişe salıp: yani duşman menim ailemin, yurt-yuvamın dağıdılmasına sevinir. Bu çerxin—zalım zamanın bin oyunu, belası getirilir milletin başına.

Görende zülf ile xalın deyer könül mürği,

O dam-i zülfe salur axırı bu dane meni.

-- Gönül kuşu senin yüzünde zülf ile xalın(bemin) görende

Bir dane-inci gibi ahırı-sonda beni zülfün telesine, toruna salır.

Gutar bu geyd-i fenaden, mecaz seyrinden,

İlahi, indi yetir mülk-i cavidane meni.

İlahi beni Kurtar bu geyd-i fenaden- gurtar bu boşluk bağlantısından, ebedi-daimi olan mülke yetir.

Kemine etmez idi bak ehl-i alemden,

Mügeyyed eyledi axır yene zemane meni.

(Azerbaycan Gadın Şairleri Antologiyası, 2005: 97-98)

-- Kemine dünya ehlinden (hiç zaman) *Bak etmez* idi—gorxmaz idi, ama zemane beni kendine bağladı- Mügeyyed eyledi,beni kendi zulmünden asılı eyledi

"Kalınca" adlı şiirinde şaire zamanın zulmünden başına gelen belaları, facieleri derin bir yankı ile dile getirir**:**

Ay ağalar, bir terlanım uçubdur,
Sağ elimden, sol elime alınca,
Onu tutan xeyrin behrin görmesin,
Men feqirin nalesi var dalınca

Şikar olub elden ele düşmesin,
Qurulmuş torlara, felek, düşmesin,
Yaman göze, yaman dile düşmesin,
Qan ağlaram qürbet elde qalınca.

İlk benden başlıyarak, şaire bütün şiir boyu en ince ve sarrast banzetmelerle sevgilisine laylalı okşamalar söyleyir. Terlanı "sağ elden sol ele alınca" ifadsi benzetmenin en ince nüktesine işare edir: elimde iken uçurttular-apardılar. Şiirin metnaltı mana tutarları var: ilkin anlayıştan etki yaratan mana ayrılık, hasret, nisgildir; ikinci anlayışta bu her hansı bir aşigin sevgilisinden ayrılmağın ıstırabı rasm edilir; üçüncü taassüratta bu, ıstırab sadece bir aşik-maşuk hasretidir; ama esl mana-mazmun taktı hala şunlar da değil: asl mana çar hökmetinin ölkede-Karabağ'da türettiği özbaşınalığı, zulmü dile getirmektir.

Şaire Fatime xanım Keminenin hasretini dağlar da çeke bilmez, çöller de; onun ahını yerler de kaldıra bilmez gökler de: ömür-günü yerinden oynadı, yurd-yuvanın hüneri, itsisi, eminliği uçurulub aparılan *terlanla* gitti. Şaire o aparanlara, yurdundan-yuvasından kaçak salanlara naleler yağdırır.

Fatime hanım Kemine'nin isteği yankılıdır:

-- bu, hasrete edilen duadır: Allah'dan dilek budur ki, tutulub elden ele düşmesin- yanı sürgün edilmesin, kurulmuş torlara, yaman göze, yaman dile düşmesin; kuret ellerde kalsa, kan ağlaram.

Sonrakı bende hesretini çektiğinin başına gelenleri ağır, nisgilli dile getirir:

Bir vaxtlar Qapancı'da saxlandın,
Zabitinin gözlerini bağladın,
Ebes yere qefil açıb tulladın,
Dincelmezem ta bir soraq bilince.

Seyyad olub, ov dalınca getmezdim,
Dünyada çox qem ü qüsse etmezdim,
Heç bir kesin eteyinden tutmazdım,
İndi ta yalvarram rüsva olunca.

Bir seyyadın elden getdi terlanı,
Ta ömrüne felek saldı nalanı,
Çağırır her zaman kadir movlanı,
Ağlayıban her dem onu deyince.

Bahar olcaq, şahbazım, ov eyledin,
Unutdun menzilin, me'van neyledin?
Ne bir geldin çemen vesfin söyledin,
Ne seyr etdin gül çiçekler solunca.

Semender tek od tutuban yansaydın,
Her bahar ger xeyir serin bilseydin,
Alıb qucağına bağra bassaydın,
Keseydin ellerin ondan üzünce.

Bir müddet gediben qürbetde qaldım,
Her yana baxdıqça heyretde qaldım,
Ne bir ses eşitdim, ne soraq aldım,
Tekebbür eyledim nahaq dalınca

Ey kaş ki, olmayaydı dünyade,
Ömür me'muresm veriben bade,
Qem qüsse çekmeye olub amade,
Leng olaydım möhnet suyun içince.

Şaire Fatime Hanım Kemine mana-metleplerini üstü örtülü taktim edir. Rus guberniya rejimi onların ışğalını kabul etmeyen Azerbaycan oğullarını tuttur, habs edir, Sibir'e sürgüne gönderir, yahut haman andaca öldürürdü. Vatanı korumağa kalkanları *kaçak-kuldur* adlandırır ve onların ailelerine de zulümler etdirir.

Vetenden el çekib, baş götdü qaçdı,
Yuvadan çıxuban bal ü per açdı,
Canımı çox yanar odlara sacdı,
Qan ağlaram o qürbetden gelince.

Ne bilmedi sevda, ne de duymadı,
Ne rahet bir menzilinde uy(u)madı,
Ne çemenden, ne çiçekden doymadı,
Men de onu bir göreydim doyunca.

Fatime Hanım'ın şiiri nale, feryat, ağıdır: lirik 'men'in hasreti, derdi-elemi de adi hasret, elem kıvılcımları

değil, bu insanın içini gönyeden, didip-parçalayan zulmün insanı mahf eden odudur, alovudur, insanın külünü göye savuran kasırgadır, çekile bilmeyen derttir;

ve nehayet, hasreti bitmez aşktır: ama naleli aşktır; nalesinde o kadar ağırlık vardır ki, bütün dünya yığışsa bele onu çekip apara bilmez; ama köksünde, ruhunda, kanında Vatan aşkı olanlar çekip apara biler o ağırlığı. Azerbaycan evlatlarının, bütün Karabağlıların ruhunda kök salıp o ağırlıklar.

Şairenin dilinden benzetme-yankıların daha başka-başka rengleri akıp geliyor:

Peyile ta bir tülegi qoymaram,
İntizardan gözüm yumub uy(u)maram,
Gece gündüz iylemekden doymaram,
Seyyadıyam o terlanm, ölünce.

Yüz min seyyad olsam tuta bilmerem,
Dalınca yügürrem çata bilmerem
Çılgasın bilmesem, yata bilmerem,
Göz tikerem yollarına, gelince.

Kemine, ta elden getdi, görmezsen,
Lezzet ile bir de dövran sürmezsen,
Ehl-i neş'e zümresine girmezsen,
Kaş öleydin bu günleri görünce.

Kemine derdin şairesi idi: Ruhan o kadar ağır ve temkinli idi ki, derd onun yanında sıkılmış hala tüşürdü: yani derd onu apara bilmirdi, o, derdi aparırdı; derdi o, adi tarzda aparmırdı, sürüyordu.

Derd içde gizlenirdi onun ucalığının karşısında;

Şairenin dözümünü, iradesini görüp derd kendi kendinden de kaçırdı;

ve her zaman derd Kemine'ye sığınmağa çalışırdı, çünkü Kemine itibarlı, inamlı ve sabitkadem idi; onu her yüngül olan dartıp apara bilmezdi.

Ve Fatime Xanım Kemine öyle bir dert çekti ki, derd özü ondan faryat eyledi.

Rusların işğalından sora Karabağ'da hayatın nizamı bozuldu.

Şairenin ahlarının hepsi Karabağ'ın dertlerinden geldi. O, can sırdaşına hasret kaldı, göre bilmedi. Ruslar binlerle Karabağ yügütleri gibi, onun can yoldaşına da zülumler vermişdir; nerede olduğundan haber tuta bilmedi.

Ve şaire Fatime Hanım ömrünün sonunadek gazellerinde, koşma-dörtlüklerinde kalbinin faryatlarını nale çeke-çeke dile getirmiştir.

Şairenin gönül dünyasında her şey kaynıyor, tüğyan edir, faryat koparır: dert ve iztiraplardan onun Sabr Kalbi tükenmiştir, nakesler onu amane-faryada getirmişler. Amma ruhundan ruhunu qopara bilmemişler;

Zemanede onun sözünden bir feyz almamışlar-çünkü korlar görmez, nadanlar anlamaz, karlar eşitmezldiler onu-- ruhu melekler arasında pervaz eden bele bir Azerbaycan Türk Hanımını, kalbi Vatan, millet aşkı ile titim-titim titreyen ince tebli şaireni!

Özü özünü anlayan şaire idi:

Ədəm beytində bir ruhi-ğəm ikən

Düçari-ğəm olub dünyayə düşdüm--

Yoxluq evinde bir qem ruhu iken

Qem düçarı olub dünyaye düşdüm—

--sözleri o deyimlerden biridir...

Zaman Fatime Hanım'dan, Fatime hanım zamandan hariç idi:

ne zamanın tabı var idi, onun halına yansın, ne de onun gücü var idi, feleğin gerdişine karşı dursun; yegane teskinliği kalbi ve dertleri idi.

İnsan, derdini ne kadar kendi ile gezdire biler? Ya zaman ne zamana kadar insanın derdini, iztirabını artıra biler? Şairenin zamanı kendi içinin ruhunda idi: o ruha güc gelebilecek bir kuvve olarmı? Ya şairenin zalım zamanın akarının karşisını almağa gücü yeten bir kuvveti varmı? Ama bütün zamandan kuvvetli idi şaire Fatime Hanım Kemine:

Ruhu zamandan güçlü idi; sözü zamandan uca idi; iradesi zamandan üstün idi… Kemine şeirlerinin diger bir mevzu kaynağı Vatan sevgisi, yurt-yuva hasretidir: Karabağ'ı işğal eden Çar hükumetinin zülmünden doğma yurtlarını terk edenlerin vatan hasretinden doğan ağrılardır; şaire kurbetin ağrılarından ezap çekmiş ve bu azaplardan doğan iztirapları dile getirmiştir. Vatan sarıdan o kadar dertli idi ki, yükünü bütöv bir mahal yığışsaydı-çeke bilmezdi. Vatan bütün dağı, daşı, çölü-çəməni, gülü-çiçüyile hazan olup gitmiştir. Şudur, şairenin gazel yangılarından gelen ağrıların düzümüne fikir verin:

Pozuldu rövnaki-gül, alri-gülüstan getdi
Saraldı gülleri, al çekdi bağıban getdi

Durubdu serv, eger, bağın içre müstahkem
Diriğ, servi-revan getdi, elaman, getdi

Ne koydu dehrda bir kam alub murada yetem
Ne aldı canımı kurtardı, cansitan getdi

Çemende lal gelib getdi dahzaban susan
Ki, çeşmi-nergisi-mest oldu hunfeşan, getdi

Ne koydu har ki, gül andeliba meyl etsin
Ne andelib öz ahdinde kamıran getdi

Dönüb o elif kadi dala bir güyi hicrinde
Diriğ, bülbül olub pir, o növcevan getdi

Nihan olan gamını faş kıldi merdüm üçün
Kamine, derdi-dilin oldu destan getdi.

Bütün bu tasvirlerin hepsi *Vatan gitti* demektir.

Bedii etkinliye hasretin `gitti' dili her şeyin yok oluşu ile nale koparır.

”Getdi” gazelinin hasret ritimleri içten gelen ağıt nisgillleri ile aman çekir.

Diger bir gazelinde ona zulümler edenlare yüz tutarak böyle feryad koparır:

Yarəb, məni cəfayə salan şad olmaya!
Səyyadi-zülmə seyd olub, azad olmaya!

Qəhri-xuda düçari ola, ta ki ömrü var
Ol qeybdən xilasına imdad olmaya!

Huri misal salim ola əhli-ruzigar,
Bəlkə cahanda zülm ilə bidad olmaya!

Hər kimsə ki xərab qıla bir könül evin,
Dünyavü axirat evi abad olmaya!

Bülbül təəşşüqün kəsə bilməzdi bağiban,
Bağ içrə gər nəva ilə fəryad olmaya!

Bu çərx-kəcmədarda diyrinə rəsmdir,
Bir barigah olmadı bərbad olmaya!

Əhli-xuda, Kəminə, cəfa görsə səbr edər,
Yarəb, görüm ki, gümrəhi irşad olmaya!

Başka bir şiirinin halına bakın:

Əlbəttə dili-şadə deyil kimsə qərinə,
Həmta ola bilməz ona biçarə Kəminə.

Sona kimi gərdən çəkə bilməz bu cahanda,
Gəlməz ona nisbət dəxi bu ruyi-zəminə.

Ol Rüstəmi-dastan ki tutub izzlə aram
Yar olsun onun badəsinə mahi-mədinə.

Hər yerdə səbiyyə görə gər madəri-giti,
Nazın çəkib ağuşun açar mədh yerinə.

Xurşid tülu eyləməsin bürci-fənadə
Göz xirələnir baxsan əgər çərxi-bərinə.

İnsan deyil bikəsin üstə dil uzatmaq
Mən qılmamışam kimsənənin xeyrü-şərinə.

Bir parə işarət nəyə lazım, nəyə layiq,
Xatəm düşər əlbəttə ki bir divin əlinə.

Şəriyyəti-qərra nəyə lazım ola məstur
Hər kəs gedər əlbəttə ki şölə əsərinə.

Ol divi-pərizadı görüm düşsün, ilahi,
Harut kimi qəhri-xudanın rəsəninə.

Bir guşədə qəmnak və məyus ikən axir
Saldı məni-biçarəni afaqi-zəminə.

Həsrət qala şaxi-gülə, gülzari-muradə
Kim dəydi əbəs bülbüli-biçarə pərinə.

Pamali-cəfa eylər o sultani-müşəxxəs
Mən kimi Kəminə düşə gər rəhgüzərinə.

Bir başka gazeli: “Yalvarım” redifi derdin, azabın sevgisi içerisindan akıp gelen Nisgilleri dile getirir:

Ey dil, rəva deyil ki mən əğyarə yalvarım,
Sən rəhnümalıq eylə, gedim yarə yalvarım.

Murü mələx və möminü asi və müstəhəq,
Lütfi-xudayi-qadirü ğəffarə yalvarım.

Rumü firəngü özbəgü hində nə ehtiyac
Qeyrəz xuda, gedim necə tatarə yalvarım?!

Mənsur tək çəkibdi məni darə zülfi-yar,
Yad eyləyim ənəlhəqini, darə yalvarım.

Bülbülsifət nəvayə gətirdin Kəminəni,
Sevdayi-gül başımda, necə xarə yalvarım?

Kemine’nin şiirlerinın mevzu dairesi geniş idi: aşk alemi onun şiirlerinin mana ve üslup akarında hüsusi yer tutur: aşk faziletinden doğan gam-keder şairenin gönül hemdemi, munisidir; *aşk yolun tutup govğaya tüşme* bakışı şairenin poetik yeniliklerinin kaynağıdır:

Əcəb sevdadı bu, sevdayə düşdüm,
Rəhi-eşqin tutub qovğayə düşdüm.

Nə dünyada gəzib kamə irişdim,
Nə fikri-yar ol üqbayə düşdüm.

Rəhi-eşqini əvvəl səhl sandım,

Bəli, axırda ahu vayə düşdüm.

Sorağı-buyi-zülfini səbadən
Eşitdim. ta belə səhrayə düşdüm.

Nə bir lölö ələ saldım. nə bir dür,
Əbəs. ğəvvas olub dəryayə düşdüm.

Ədəm beytində biruhi-ğəm ikən
Düçari-ğəm olub dünyayə düşdüm.

Dəmi-gülzari-vəslində gəzərkən
Diyari-hicr tək məvayə düşdüm.

Kəminə can nisar eylərdi mütləq,
Yoxumdur can ki mən bimayə düşdüm.

Kemine, ruhunda ruh olan şaire idi: ruh onu aparırdı, o, ruhu. Ruh onu hara aparırdı? Ruh onu menziline aparırdı, o menzil haradadır? O menzil şairenin Aşk-ındadır. Demek, o menzi Aşk menzilidir. Pes şaire, Ruhu hara aparırdı? Elbette, sevgiliye kovuşmağa. Sevgili ona aşk mihrinden menzil verip.

Saqiya, mey ver ki mən meyxanədə küllənmişəm,
Qəm hücumundan qaçıb bir küncdə gizlənmişəm.

--tasavvufu başlangıc ve bağlantı: Sagi'ye muraciet—mahramane muraciettir: Sagi biler aşikin ahvalının sihrini. *Meyhanede küllenmişem* deyiminde mihrinden makam öyle bir makamtan onu

Qan olub könlüm mənim bu badeyi-sehba kimi,

Dürdi- mey tək şişədə çoxdan qalıb lillənmişəm.

Benim gönlüm be Səhba—qızılı al-qırmızı şərab gibi kan olup,

Mey dürdü—çöküntüsü, hıltı gibi çoktan kalıp lillenmişem.

Şuri-eşqin eyləyib divanə, müddət gəzmişəm,
Bağlayıb dil həlqeyi-geysuya ta dincəlmişəm.

Zülfi-kəcgarın salıb sevdayə könlüm, sud yox,
Tari-muyin kimi tari-muy tək incəlmişəm.

Sinəmi hər ləhzə tiri-qəmzən ilə qılma çak,
Mən də vaxtında sənin tək naz ilə bəslənmişəm.

Aşkin şövkü beni deli-divene edip, ne müddütdir ki, divaneler gibi gezirem, ama kalbimin saçının helgelerine bağlanandan sonra rahatlık tapmışam. Ama dertten, aşk şövkünden saçının—tükü gibi incelmişem. Benim

sinemi bu kadar-her an kamzen oku ile nişan alma, ben de vakı ile senin gibi naz ile beslenmişem—bu güne kalmışam.

Məst sanma, eyləmə tənə mənə hər dövrdə,
Çeşmi-məxmurun məni məxmur edib millənmişəm.

Çun xəzan olmuş fəraqində tənü cani-həzin,
Açılıb zəxmi-dərun gül-gül, əcəb güllənmişəm.

Beni mest sanıb, her zaman teneleme, danlama, suçlu sanma, gözünün kamzelerinden, cazbinden mast olmuşam. Ayrılığından badenim, canım hazan olup, köksümde gül-gül—kırmızı-kırmızı, kanlı derin yaralar açılıp, ona göre böyle güllünmişem.

Sordum ol limuyi-pestandan:-Niyə pəjmürdəsən?

Səngdillərdən şikayət etdi kim, əllənmişəm.

Limuyi-pəstan—gözdən düşmüş, alşaldılmış, alçaq limudan sordum ki, niye halı karışmış haldasan?

Səngdil—daşürəklilerden, rəhmsizlerden şikayet etti, beni ezipler.

Hər yetən bir oylə məcruh edibdir cismimi,

Zəxm zəxm üstən deyib, çoxdur yaram, lillənmişəm

Her yeten benim cismimi ezip, hedef alıp, ona gçre de yara-yara üstünden gelip, lillenmişem, yani aydınlığım gedip, daha durulası değilem.

Oldu zülfün telbətel, yetdi dimağə buyi-müşk,
Açılıb könlüm, Kəminə, gör necə tellənmişəm.

- Ey Kemine, zülfün telbetel oldu, zülfün müşk etri gibi etir saçtı, gönlüm açılıp, gör nasıl tellenmişem. Bu tasvirde başka eyhamlar var: zulme, dert-kame bundan sert bir mesaj olmaz. Şairenin tasavvufu tarannümündan geelen bütün manalar onun bir aşik gibi kalbinin büyüklüyünü, aşkının derin-derin ruhi ve manavi bağlantılarını ifade edir.

Sonrakı beytte, sagiye müraciat edilir. Sagi derdlerin pünhan olduğunu anlar, derdi akıdıb aparan bir güc vardır ki, o da aşktır. Aşkdan güc alan şairenin vatan dertleri o aşkın aydınlığında durulaşacak, aşik necat tapacak:

Ey Kəminə, saqi gər yar olsa, yara ərz eylə,

Saqiya, mey ver ki, mən meyxanədə küllənmişəm.

Bu, aşikin teskinlik tapması feryadıdır. Meyhanada küllünmek aşktan kendini kayp etmek faziletidir: dünyadan grdilesi bir yer yoktur, ancak aşk mekanları var ki, o da açiklerin mekan--makamları olar.

SONUÇ OLARAK:

Fatime Hanım Kemine ham halk şiiri tarzının, hem de divan poetikasının kudretli ustadlarından idi.

O, Aşık şaire idi, Divan poetikası şairəsi idi;

En ali meziyet şudur ki, onun bütün şiirlerinde halk ruhunun üslubu ve akarı vardır.

Şairenin derd-nisgilleri, ahları, feryatları da Halk Üslubunun yükleri idi—çekib aparırdı…

Onun her sözünün dahilinden bir haray gelir; bu, sözsüz ki, onun bir şaire, vatandaş, bir ana gibi ağır-ağır akıp geden dertlerinin ifadesidir. Şiirlerinin mana ruhu o kadar derin ve geniştir ki, sözler onun akarına düşüp gittikce heyretten kendini unutur gibi olur; her mazmun onun tasvirinden başka-başka renkler alır, dert çeken şairenin dahildeki yaraların renkleri üze çıkır ve böylece, aşk sırlarının gizlinlerinden şairenin iç dünyasında makam tutan ağrılar, nisgiller perişan halleri ile örtüklenmiş oluyor.

Fatime Hanım Kemine derdin, zulmün elinden bütün varlığının azapları işerisinde teskinlik tapan mübariz, deyanetli ve mihriban bir müdrik, ozan, Aşik idi. Onun Aşk sırlarının hepsi Vatanın, yurt-yuvanın, aşikin Mekanındadır. Aşk onun yol yoldaşı, sır sırdaşı oldu. Vatan onun ağıtlara ağıtlar katan Mereke yerleri oldu. Onun bütün ruhani aleminin Aşk vactleri her şeye yeterdi: zülm ondan korkardı, hasret ondan gül-çiçek açardı;

Karabağ ondan faryat salardı; onun halına yananlar hepsi günbegün, aybaay, yılbayıl kendilerini kayp ederdiler Karabağ namına, Karabağ Ruhuna.

Ve Karabağ ruhu bütün şairlerin, bütün milletin tasavvufu örtüklerinin sırrı altında sırlanıp.

Sırların aydın ve mihriban dünyasında makam tutub Fatime Hanım Kemine...

KAYNAKÇA

Azerbaycan Gadın Şairleri Antologiyası, 2005; ‘Avrasiya Rress’, Bakı.

Ereb ve Fars Sözleri Lüğeti,1985, *Yazıçı,* Bakı.

Fatma Xamm Kemine, 1964; Şiirler - Bakı, s.16

KarabakhİNFO.com

Köçerli, Firudin Bey, Azerbaycan Edebiyyatı, 2 cilde, 1. Cild, *Elm Neşriyyatı,* Bakı, 559 seh.

Poetik Meclisler, 1987; Toplayanı ve Tertib edeni Nesreddin Garayev. *Yazıçı,* Bakı, 526 seh.

Yeni Lüğet.Abdullah Yeğin,2004, Hizmet Vakfı yayınları, İstanbul.

antoloji.com›a-saire-fatma-hanim-kamine…siiri/

TRADITIONAL CULINARY HERITAGE OF CENTRAL JAVA: BETWEEN CULTURAL HERITAGE, INNOVATION, AND GASTRONOMIC TOURISM POTENTIAL

Tsania Karima Khusna[1], Dela Puspita Sari[2], Khabibah Maria Ulfa[3], Melvi Neviza[4], Indi Mazaya[5]

[1,2,3,4,5] Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Ekonomi Syariah, Indonesia

Email: tsania.karima.khusna24027@mhs.uingusdur.ac.id, dela.puspita.sari24136@mhs.uingusdur.ac.id, khabibah.maria.ulfa24003@mhs.uingusdur.ac.id, melvi.neviza24044@mhs.uingusdur.ac.id, indi.mazaya24026@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

Central Java is one of the regions in Indonesia that possesses a rich and diverse traditional culinary heritage. Traditional cuisine not only serves to fulfill food needs but also represents the identity, history, culture, and social life of local communities. This diversity is reflected in various regional specialties, such as Roti Ganjel Rel from Semarang, Lentog Tanjung from Kudus, Mangut Beong from Magelang, and Pindang Tetel from Pekalongan. Each culinary product has its own characteristics, history, processing techniques, and cultural values that have developed through intergenerational transmission. However, modernization, changing lifestyles, and the increasing popularity of modern food pose challenges to the preservation of traditional cuisine, particularly among younger generations. Therefore, the preservation of traditional culinary heritage needs to be pursued through inventorying, documentation, knowledge transmission, youth engagement, and innovation while maintaining its authenticity and local identity. In addition to serving as cultural heritage, traditional cuisine also has the potential to be developed as a tourism attraction and a source of economic value for local communities. Thus, a balance between cultural preservation and innovation is necessary to ensure that the traditional culinary heritage of Central Java remains relevant to contemporary developments without losing its local characteristics.

Keywords: Traditional Cuisine; Central Java; Cultural Heritage; Preservation; Innovation

ENTREPRENEURSHIP EDUCATION.

Faizura Syifa Ramadhani, Zabrina Elvaretta, Nisa Agustin, RofiqohAliyah Arifin, Pinky Nila Nawawiza

Universitas Islam Negeri K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan

ABSTRAK

Entrepreneurship education plays an important role in building a creative halal generation that is able to respond to economic, technological, and social changes. Entrepreneurship education should not only focus on technical business knowledge, such as capital, marketing, production,and profit, but also develop an entrepreneurial mindset that encourages students to identify opportunities, solve problems, experiment, adapt to uncertainty, and create value responsibly. In the context of halal entrepreneurship, these competencies need to be integrated with Islamic values, ethical business practices, and an understanding of halal principles covering materials, production processes, transactions, promotion, and consumer safety. Effective entrepreneurship education can be implemented through experiential learning approaches, including business projects, case studies, simulations, market observations, and project-based learning. Such approaches allow students to move from merely understanding business concepts to testing, evaluating, and improving their ideas. Creativity and self-efficacy are also essential because students need confidence to transform ideas into practical solutions and learn from failure as part of the learning process. Furthermore, digital platforms can strengthen entrepreneurship education by providing opportunities to develop online stores, digital marketing content, market research, and halal business models. The involvement of lecturers, teachers, mentors, entrepreneurs, and halal practitioners can make learning more contextual and connected to real business challenges. Therefore, entrepreneurship education should integrate entrepreneurial mindset, creativity, innovation, self-efficacy, technical competencies, practical experience, and halal values to prepare young people as value creators who are economically capable, ethically responsible, and socially responsive.

Keywords: Entrepreneurship Education; Entrepreneurial Mindset; Creativity; Halal

Entrepreneurship; Self-Efficacy; Islamic Value

THE CONCEPT OF HALAL LIFESTYLE

Zabrina Elvaretta, Nisa Agustin, Rofiqoh Aliyah Arifin, Faizura Syifa Ramadhani, Pinky Nila Nawawiza

Universitas Islam Negeri K. H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

Abstract

Halal lifestyle has developed as a way of life that incorporates Islamic values into everyday activities and personal choices. The concept of halal is not limited to food and beverages, but also extends to various aspects of life, including finance, medicine, cosmetics, fashion, tourism, and other forms of consumption. This chapter discusses the concept of halal lifestyle by examining its meaning, scope, and relevance to the changing lifestyles of Muslim communities. Halal lifestyle emphasizes the consideration of halal and sharia principles when individuals make decisions regarding products, services, consumption, and daily activities. In this context, halal becomes more than a product label because it is connected to values, personal awareness, and responsible choices in everyday life. The development of modern lifestyles and digital technology has also expanded access to information and increased the variety of products and services available to Muslim consumers. These changes create opportunities for halal values to be applied in a wider range of contemporary activities. At the same time, individuals need sufficient awareness and understanding to distinguish between products and practices that are in accordance with halal principles and those that are not. For young Muslims, the concept of halal lifestyle is increasingly relevant because their consumption choices are influenced by religious values, personal preferences, social environments, and developments in modern life. Understanding halal lifestyle therefore provides an important foundation for examining Muslim consumption behavior and the growth of the halal economy.

Keywords: halal lifestyle; Islamic values; Muslim consumers; halal consumption; sharia principle

SOCIAL MEDIA AS A BUSINESS TOOL

Mutiah Puspita Andiny, Raya Ajeng Pertiwi, M Farrel Azka Wimaramzy, Ardan Yudha Wiratama, Sultan Daffa Amrulloh

Universitas Islam Negeri K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

Abstract

The development of digital technology has transformed the way Micro, Small, and Medium Enterprises (MSMEs) conduct marketing activities and build relationships with consumers. Social media, which was initially used primarily as a means of communication and entertainment, has developed into an important business instrument that enables MSMEs to expand market reach, increase brand awareness, interact with consumers, and strengthen product competitiveness. This article aims to analyze the use of social media as a business instrument for MSMEs, particularly in supporting the development of the halal industry and local products in Central Java, Indonesia. This study employs a literature review approach by examining relevant studies on digital marketing, social media, MSMEs, Islamic entrepreneurship, and the halal industry. The findings indicate that social media platforms such as Instagram and TikTok can support marketing activities through visual content, consistent publication, consumer interaction, paid advertising, and collaboration with micro-influencers. For halal MSMEs, social media also plays an important role in communicating information about raw materials, production processes, halal certification, and Islamic entrepreneurial values, thereby supporting transparency and consumer trust. In addition, social media provides opportunities for local products in Central Java, including batik, culinary products, fashion, handicrafts, and other products based on local wisdom, to reach broader markets beyond geographical boundaries. However, the use of social media also faces several challenges, including intense digital competition, limited resources, inadequate digital literacy, and rapidly changing platform trends. Therefore, social media utilization needs to be implemented as an integrated business strategy involving appropriate platform selection, creative content development, consumer interaction, digital advertising, and marketing performance evaluation. Effective social media utilization can support MSME competitiveness while promoting halal values, creativity, and local cultural identity.

Keywords: Social Media, MSMEs, Halal Industry, Digital Marketing, Central Java.

THE POTENTİAL OF BATİK AND THE FASHİON INDUSTRY AS CREATİVE ECONOMY SUBSECTORS İN INDONESİA

Diana Kristi, Ummu Kholil Prawesti, Lia Fatra Nur Laili Kamalin, M. Reza Fahrezi, Muhammad Romiz Assiddiqi
Universitas Islam Negeri K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

Abstract

Batik is one of Indonesia's cultural heritages that possesses strong historical, aesthetic, philosophical, and social values in the lives of Indonesian society. Its existence has developed since ancient times, evolving from being primarily used by the nobility and royal families into an important part of everyday life among broader communities. UNESCO's recognition of Indonesian batik as an Intangible Cultural Heritage of Humanity on October 2, 2009, further strengthened its position as a cultural identity of Indonesia while increasing the responsibility of society to preserve it. Along with the development of the times, batik is no longer limited to traditional clothing and ceremonial purposes but has also developed into the fashion industry and creative economy sector. Technological developments, the internet, mass media, the entertainment industry, and changing fashion trends have encouraged innovation in batik motifs, designs, and products. One region that has demonstrated significant development in the batik industry is Pekalongan, Central Java. The Pekalongan batik industry has developed through innovations in motifs, colors, techniques, and product diversification, including fabrics, scarves, household accessories, footwear, and various other creative products. These developments create economic opportunities through market expansion, employment creation, and the strengthening of the creative industry sector. The sustainability of the batik industry is also supported by collaboration among the government, business actors, and academics through the triple helix concept. Therefore, the development of batik is not only important for preserving cultural heritage but also plays a strategic role in enhancing creativity, competitiveness, and the economic well-being of local communities.

Keywords: Batik, Cultural Heritage, Creative Industry, Fashion Industry, Pekalongan

HALAL AS A GLOBAL MARKET VALUE IN BATANG REGENCY

Naila Septiani[1], Nasywa Awaliyah[2], Inda Millata Afna[3], Rani Suci Rahmadani[4], Aini Anjali Putri Kamalia[5]

[1,2,3,4,5] Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia

Email: naila.septiani24046@mhs.uingusdur.ac.id, nasywa.awaliyah24008@mhs.uingusdur.ac.id, inda.millata.afna24031@mhs.uingusdur.ac.id, rani.suci.rahmadani24020.@mhs.uindusdur.ac.id , aini.anjali.putri.kamalia24001@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

Halal certification is an important instrument for strengthening consumer trust and improving the competitiveness of products, particularly among Micro, Small, and Medium Enterprises (MSMEs). This paper aims to examine the role of halal certification in building consumer trust and supporting business competitiveness. The discussion is based on several studies and reports concerning halal certification among MSMEs, particularly in Batang Regency, Central Java. Halal certification provides consumers with clearer information and assurance regarding the halal status of products, thereby reducing uncertainty in purchasing decisions. For business actors, certification can provide added value by increasing product credibility, strengthening brand image, encouraging improvements in production processes, and creating opportunities for market expansion. Halal certification can also support consumer loyalty through repeated purchases and positive recommendations when accompanied by consistent product quality, competitive prices, and good service. However, MSMEs still face challenges in obtaining halal certification, including limited knowledge, lack of socialization, administrative difficulties, and limited resources. Therefore, education, assistance, and facilitation from relevant institutions are important to increase MSME participation in halal certification programs. Overall, halal certification should not be viewed merely as an administrative requirement, but as part of a business strategy that connects halal compliance with consumer trust, product credibility, market expansion, and competitive advantage. When supported by consistent quality and effective marketing, halal certification can contribute to the sustainable development and competitiveness of MSMEs.

Keywords: *Halal Certification, Consumer Trust, MSMEs, Competitiveness, Halal Industry*

HALAL CERTIFICATION AND UMKM DEVELOPING THE HALAL CULINARY ECOSYSTEM IN BATANG REGENCY

Irfandi Rizqullah[1], Adhi Wira Pradana Sugiyantoro[2], Miftakhudin[3], Sauqi Masda Kama[4], Muhammad Nazii Haniif[5]

[1,2,3,4,5] Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia

Email: irfandi.rizqullah24151@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

Halal certification is an important instrument in developing a halal culinary ecosystem, particularly for Micro, Small, and Medium Enterprises (MSMEs) that produce and market food products. This study discusses the role of halal certification in strengthening the legitimacy, consumer trust, competitiveness, and market access of culinary MSMEs in Batang Regency. Halal certification provides formal assurance that products comply with applicable halal requirements while also helping consumers obtain clear information about the products they consume. For MSMEs, certification is not merely an administrative obligation but can function as a strategic instrument for improving product credibility and expanding market opportunities. The development of halal certification in Batang Regency has shown significant progress, with 8,558 MSME products reported as halal-certified by 2024. This achievement demonstrates the growing integration of halal certification into the regional economic development agenda. However, the number of certified products alone cannot fully represent the success of the halal ecosystem. Continuous compliance with halal requirements, consistency in the use of raw materials, production processes, hygiene, packaging, and business management is also necessary. In the context of Batang's traditional culinary sector, halal certification can support the revitalization and commercialization of local products such as megono, lontong lemprak, and Serabi Kalibeluk. Therefore, strengthening halal certification requires collaboration among local government, BPJPH, halal facilitators, higher education institutions, MSME communities, tourism stakeholders, and business actors. Such an approach can position halal certification not only as a form of compliance but also as a bridge for transforming traditional culinary businesses into competitive and sustainable halal creative industries.

Keywords: halal certification, UMKM, halal culinary ecosystem, traditional culinary, Batang Regency, halal creative industry

HALAL INDUSTRY POLICY IN BATANG REGENCY: STRENGTHENING THE HALAL ECOSYSTEM AND MSME COMPETITIVENESS

Sari Aulia Rahmawati[1], Meita Nadya Aulia[2], Nisa Amalia[3], Sukma Fathimah Az-Zahro'[4], Azizil Lichasanah[5]

[1,2,3,4,5] Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia

Email: sari.aulia.rahmawati24076@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

The halal industry has developed beyond food and beverages into a broader economic ecosystem encompassing cosmetics, pharmaceuticals, Muslim fashion, tourism, and consumer goods. This development creates opportunities for regional governments to strengthen local economic competitiveness, particularly through the development of Micro, Small, and Medium Enterprises (MSMEs). This study examines halal industry policy in Batang Regency, Central Java, with a focus on strengthening the halal ecosystem, accelerating halal certification, and improving the competitiveness of local MSMEs. The implementation of the Mandatory Halal October (Wajib Halal Oktober/WHO) 2026 program represents an important policy initiative to encourage business actors to comply with halal certification requirements. The policy involves various stakeholders, including local government, the Halal Product Assurance Organizing Agency (BPJPH), universities, community organizations, and MSMEs. Halal certification is not only a regulatory requirement but can also function as an instrument for increasing consumer trust, strengthening product branding, expanding market access, and improving business competitiveness. However, MSMEs continue to face challenges related to limited knowledge of halal regulations, administrative capacity, certification processes, technology, capital, and market access. Therefore, strengthening the halal industry requires integrated policies through certification assistance, public halal literacy, institutional support, human resource development, digital marketing, product innovation, and collaboration among stakeholders. The development of Halal Product Process Assistance Institutions (LP3H) and Halal Inspection Institutions (LPH) is also important to support the certification process. Overall, an integrated and sustainable halal industry policy can strengthen Batang Regency's MSMEs, increase the value of local products, expand market opportunities, and contribute to regional economic development.

Keywords: halal industry, halal certification, regional policy, MSMEs, halal ecosystem, Batang Regency

FROM LOCAL FOOD TO TOURİST DESTİNATİONS: DEVELOPİNG HALAL CULİNARY TOURİSM AND VİLLAGE-BASED TOURİSM İN BATANG REGENCY, INDONESİA

Miftakhudin[1], Muhammad Naziih Haniif [2], Irfandi Rizqullah[3], Sauqi Masda Qama[4], Adhi Wira Pradana Sugiyantoro[5]

[1,2,3,4,5] Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia

Email: miftakhudin24158@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

Halal culinary tourism has significant potential to support the development of village-based tourism by integrating local food, cultural identity, community participation, and the creative economy. This article discusses the role of halal culinary products as a driver of tourism development in Batang Regency, particularly through the integration of local culinary heritage with tourist villages. Villages are not merely tourism destinations but also living spaces that possess natural resources, cultural traditions, local products, and community-based economic activities. In this context, traditional foods such as Megono and Serabi Kalibeluk can serve as distinctive culinary identities that strengthen the attractiveness of Batang's tourist destinations. Culinary tourism can also be developed beyond food consumption by offering participatory experiences, including traditional cooking activities, visits to local food producers, culinary storytelling, and the purchase of local products as souvenirs. The involvement of local communities and Micro, Small, and Medium Enterprises (MSMEs) is essential in ensuring that tourism development generates broader economic benefits. From a halal tourism perspective, product quality, cleanliness, halal ingredients, production processes, and clear information for consumers need to be integrated into culinary development. The development of culinary-based tourist villages therefore requires collaboration among local communities, MSMEs, tourism managers, and local government. Through this approach, halal culinary tourism can strengthen local identity, expand economic opportunities, increase tourist experiences, and support the sustainable development of tourist villages in Batang Regency.

Keywords: Halal culinary tourism; tourist villages; local culinary; MSMEs; Batang Regency

RECLAIMED ASPHALT PAVEMENT MANAGEMENT FOR SUSTAINABLE ROAD INFRASTRUCTURE: A REVIEW OF OPERATIONAL AND TECHNICAL CHALLENGES

Dr, Nurul Rezuana BUYUNG1

1School of Technology Management and Logistics, Universiti Utara Malaysia, Malaysia
nurul.rezuana@uum.edu.my, https://orcid.org/0009-0009-8206-8319

Abstract

Reclaimed Asphalt Pavement is one of the most widely reused materials in road construction, offering savings in virgin binder and aggregates while reducing construction waste and demand for landfill. These benefits, however, depend on how RAP is managed, since operational decisions at the source directly condition the technical performance of the mixtures produced from the reclaimed material. This review synthesises the existing literature on RAP management and examines the operational and technical challenges that arise along the management chain. Operationally, it considers material handling, transportation, stockpile management, processing, resource management and quality control, and shows how these activities govern the homogeneity and consistency of the reclaimed material. Technically, it examines material variability, aged asphalt binder properties, moisture susceptibility, mix design, rejuvenation and pavement performance, which together determine the maximum RAP content that can be incorporated without compromising durability. The review finds that operational management and technical specification are still largely addressed as separate concerns, and that this separation, rather than any single material limitation, is a principal constraint on consistent material quality and on higher recycling rates. It therefore identifies research gaps and outlines directions towards a more integrated RAP management framework that links operational practice with technical requirements.

Keywords: Reclaimed Asphalt Pavement; RAP management; aged asphalt binder; material variability; sustainable pavement management

IMPACT OF HEXAGONAL WARPING ON QUANTUM CAPACITANCE OF TOPOLOGICAL-INSULATOR SURFACE STATES IN BI2TE3

Fida Muhammad and Abdullah Yar

Department of Physics, Kohat University of Science and Technology, Kohat-26000, Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan

Abstract:

We investigate the influence of hexagonal warping on the quantum capacitance of topological insulator surface states in Bi2Te3. Starting from the symmetry-allowed warped Dirac Hamiltonian, we derive the anisotropic energy spectrum and density of states, revealing the evolution from circular Dirac contours to strongly distorted, snowflake-like Fermi surfaces. Combining analytical weak-warping results with finite-temperature numerical calculations, we show that hexagonal warping progressively suppresses the quantum capacitance, with the leading correction governed by the characteristic k6 warping contribution. While the response remains nearly linear at low chemical potential, pronounced anisotropy at higher energies significantly modifies the density of states and electronic compressibility. Our results establish quantum capacitance as a sensitive probe of hexagonal-warping-induced Fermi-surface reconstruction and provide a practical framework for identifying warping effects in Bi2Te3 and related topological-insulator surfaces.

DECIPHERING RED LUMINESCENCE IN EU^{3+}-DOPED SILICOPHOSPHATE SOL–GEL GLASSES THROUGH A MULTIPHYSICS–JUDD–OFELT FRAMEWORK

El Mahdi Bouabdalli [1, 2, *], Mohamed El Jouad [2], Samira Touhtouh [2], Fouad Belhora [2], Nathalie Gaumer [3], El Kebir Hlil [4] and Abdelowahed Hajjaji [2]

[1]Laboratory of Computer Science and Interdisciplinary Physics (LIPI), Higher Normal School of Fes (ENS-Fes), Sidi Mohamed Ben Abdellah University, Fez, Morocco.

[2]Laboratory of Engineering Sciences for Energy (LabSIPE), National School of Applied Sciences, Chouaib Doukkali University, El Jadida 24000, Morocco.

[3]Laboratoire POMA – UMR CNRS 6136, Université d'Angers, 2 bd Lavoisier, 49045 Angers cedex 01, France.

[4]Institut Néel, CNRS et Université Grenoble Alpes, BP 166, 38042, Grenoble, France.

***Email: elmahdi.bouabdalli@usmba.ac.ma**

ABSTRACT

Europium-doped silicophosphate glasses have emerged as highly promising materials for next-generation photonic technologies, such as light-emitting diodes (LEDs), optoelectronic components, and laser systems. This study systematically investigates the effects of trivalent europium (Eu^{3+}) incorporation on the structural, physical, and optical properties of silicophosphate glasses synthesized through the sol-gel method. Both undoped and Eu^{3+}-doped compositions were thoroughly characterized using techniques including X-ray diffraction (XRD), Fourier-transform infrared (FTIR) spectroscopy, UV–visible absorption spectroscopy, steady-state photoluminescence (PL), and time-resolved luminescence decay measurements. XRD analysis confirmed that all prepared samples exhibited a fully amorphous structure. FTIR spectroscopy indicated that the incorporation of Eu^{3+} modifies the silicate phosphate network by disrupting Si–O–Si linkages, resulting in an increased optical band gap. Photoluminescence spectra displayed the characteristic $^5D_0 \rightarrow {}^7F_J$ (where J = 0–4) transitions of Eu^{3+} ions, with broadened emission bands typical of amorphous glass matrices. Judd–Ofelt (J-O) analysis facilitated the determination of optical intensity parameters (Ω_2 and Ω_4) and crucial radiative properties, including spontaneous emission probabilities (A), stimulated emission cross-sections (σ_e), calculated radiative lifetimes (τ_{cal}), and branching ratios (β_R). Notably, the high branching ratio of 52.71% for the hypersensitive $^5D_0 \rightarrow {}^7F_2$ transition underscores the strong potential of these glasses for red-emitting laser applications. Moreover, the calculated CIE 1931 chromaticity coordinates (x = 0.63, y = 0.36) are situated close to the ideal red-emission point (0.67, 0.33), affirming the generation of bright and spectrally pure red light. Overall, these findings demonstrate that Eu^{3+}-doped silicophosphate sol-gel glasses exhibit excellent structural integrity alongside enhanced luminescent performance, rendering them highly suitable for red-emitting photonic devices and solid-state laser applications.

Keywords: Europium; Silicophosphate glasses; Sol–gel process; Optical properties; Structural properties; XRD; FTIR spectroscopy; Band gap energy; Photoluminescence; Luminescence decay; Judd–Ofelt analysis; Radiative properties; Photonic technologies.

STRUCTURE–PROPERTY CORRELATIONS IN EU^{3+}-DOPED STRONTIUM PHOSPHATE GLASSES: INSIGHTS FOR PHOTONIC AND PHOTOVOLTAIC APPLICATIONS

El Mahdi Bouabdalli [1, 2, *], Mohamed El Jouad [2], Samira Touhtouh [2], Ilyass El kadmiri [1,3], Nathalie Gaumer [4], Mostapha Siniti [5] and Abdelowahed Hajjaji [2]

[1]Laboratory of Computer Science and Interdisciplinary Physics (LIPI), Higher Normal School of Fes (ENS-Fes), Sidi Mohamed Ben Abdellah University, Fez, Morocco.

[2]Laboratory of Engineering Sciences for Energy (LabSIPE), National School of Applied Sciences, Chouaib Doukkali University, El Jadida 24000, Morocco.

[3]Laboratory of Materials, Waves, Energy and Environment, Team of Acoustic, Photonic and Materials, Faculty of Sciences, University Mohamed First Oujda, Oujda, Morocco.

[4]Laboratoire de Photonique d'Angers (LPhiA – EA 4464), Université d'Angers, 2 Bd Lavoisier, F-49045 Angers Cedex 01, France.

[5]CUR''EnR&SIE'', Faculty of Sciences El Jadida – Chouaib Doukkali University, El Jadida 24000, Morocco.

***Email: elmahdi.bouabdalli@usmba.ac.ma**

Abstract

Europium-doped strontium phosphate glasses (PSrEux) were synthesized using the conventional melt-quenching technique with Eu_2O_3 concentrations of 0.0, 0.5, 1.0, and 1.5 mol. at. % to investigate the impact of Eu^{3+} incorporation on their structural, thermophysical, and photoluminescent properties. X-ray diffraction (XRD) confirmed that all compositions were fully amorphous. Fourier-transform infrared (FTIR) spectroscopy revealed the characteristic vibrational modes of the phosphate network, including symmetric and asymmetric P–O–P stretching, symmetric stretching of $(PO_3)^{2-}$, and P=O bending vibrations. Physical measurements indicated a slight increase in density (from 2.059 to 2.082 g/cm^3) alongside a decrease in molar volume (from 62.441 to 62.083 cm^3/mol), suggesting progressive structural densification with increasing Eu_2O_3 content. Differential thermal analysis (DTA) demonstrated comparable thermal stability across the series, confirming that these materials are suitable for high-temperature and optoelectronic applications. Photoluminescence (PL) spectra displayed the characteristic emission lines of Eu^{3+}, prominently featuring the intense red $^5D_0 \rightarrow {}^7F_2$ transition. Judd–Ofelt (J–O) analysis provided key intensity parameters (Ω_λ) and asymmetry ratios (R). The observed increases in Ω_2 and R-values indicated enhanced local structural asymmetry and stronger Eu^{3+}–O^{2-} covalent interactions. Radiative properties, including transition probabilities (A), stimulated emission cross-sections (σ_e), branching ratios (β), and radiative lifetimes, were derived using the J–O formalism. All samples exhibited single-exponential decay curves of the $^5D_0$ level, confirming homogeneous emission behavior. The CIE 1931 chromaticity coordinates ($x \approx 0.660$, $y \approx 0.340$) closely align with the standard red-emission target (0.67, 0.33). Overall, these findings demonstrate that Eu^{3+}-doped strontium phosphate glasses possess strong and stable red photoluminescence, combined with robust structural and thermal performance, making them promising candidates for next-generation photonic devices such as solid-state lasers, optical amplifiers, and advanced display technologies.

Keywords: Strontium phosphate glasses; Europium oxide; Melt-quenching technique; Structural characterization; FTIR spectroscopy; Photoluminescence properties; Thermophysical properties; Judd–Ofelt analysis; Radiative properties; CIE chromaticity; Red-emitting materials.

ENHANCING HEAT TRANSFER IN TERNARY HYBRID NANOLIQUIDS VIA AN EXPONENTIALLY STRETCHED SURFACE

G.P. Ashwinkumar [1*], U. Shivakumar [1], B. Ranjana [1,2], P. Nanda [1,3]

[1] Department of Mathematics, Vijayanagara Sri Krishnadevaraya University, Ballari, Karnataka, India.

[2] Department of Mathematics, Government First Grade College, Haliyal- 581329, India.

[3] Department of Mathematics, Government First Grade College, Yelburga 583236, India.

Email: [1*]ashwinpuje@gmail.com

Abstract

Nowadays, enhanced heat transfer in conventional liquids is a major task in several nanotechnological applications. This work addresses the above issue by exploring the intuition behind hybrid nanoliquids by augmenting the thermal conductivity of a conventional liquid. For this, we performed a comparative analysis to evaluate the superior heat conduction properties of the three diverse solutions, namely nanoliquid, hybrid nanoliquid and ternary hybrid nanoliquid flow above an exponentially stretched surface under the action of uneven heat rise/fall effects. For the estimation of the enhanced thermal conductivity, three distinct systems were analyzed: a water-based Al nanofluid (NF), an Al+AA7072 hybrid mixture (HNF), and a tri-hybrid composition (THNF) consisting of Al+AA7072+AA7075, and we discussed the results in detail using simultaneous outcomes. The computational data for the momentum and thermal distributions are numerically computed by employing the application of the MATLAB bvp5c algorithm solver. The ternary hybrid nanoliquid perform a substantial contribution in augmenting the thermal-transfer rate compared to the hybrid nanoliquid and the nanoliquid.

Keywords: Magnetohydrodynamics, heat transfer, exponential stretched surface, nanofluid, and thermal radiation.

CREATOR ECONOMY AND CONTENTPRENEURSHIP

Nisa Agustin, Zabrina Elvaretta, Rofiqoh Aliyah Arifin, Faizura Syifa Ramadhani, Pinky Nila Nawawiza

Universitas Islam Negeri K. H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

Abstract:

The development of digital technology and social media has transformed creative activities into new economic opportunities through the emergence of the creator economy and contentpreneurship. This chapter discusses the development of the creator economy, content creation as a profession, personal branding, digital content monetization, and creator ethics from an Islamic perspective. The creator economy has shifted social media from merely a communication and entertainment space into an economic infrastructure where individuals can produce content, build audiences, develop communities, promote products, and generate income. Content creation has also evolved from a hobby into a professional activity that requires creativity, communication skills, technological literacy, audience management, financial management, and adaptability to changing digital platforms. Personal branding plays an important role in helping creators establish identity, authenticity, specialization, consistency, differentiation, and credibility. These elements can become social and economic capital, particularly for Generation Z in developing digital careers and entrepreneurial activities. Digital content can be monetized through various models, including advertising, endorsements, affiliate marketing, subscriptions, crowdfunding, product sales, and digital services. Diversification of income sources is important to reduce dependence on a single platform or monetization model. In the context of halal lifestyle and Islamic economics, creator activities should be supported by honesty, transparency, responsibility, verification of information, and compliance with Islamic principles. Therefore, creator entrepreneurship can provide economic opportunities while also contributing to the promotion of local products, culture, halal businesses, and the development of the creative economy in Central Java. Sustainable contentpreneurship requires a balance between creativity, commercial interests, audience trust, and ethical responsibility.

Keywords: creator economy, contentpreneurship, content creation, personal branding, digital monetization, Islamic ethics.

HUMAN RESOURCE DEVELOPMENT IN THE CREATIVE ECONOMY AND HALAL INDUSTRY IN CENTRAL JAVA

Ummu Kholil Prawesti[1], Diana Kristi[2], Lia Fatra Nur Laili Kamalin[3], M Reza Fahrezi[4], Muhammad Romiz Assiddiq[5]

Universitas Islam Negeri K. H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

Abstract

Human resources (HR) are a fundamental factor in the development of the creative economy and halal industry because both sectors rely heavily on creativity, knowledge, skills, innovation, and the ability to create added value. This paper discusses the importance of strengthening human resource competencies in supporting the development of the creative economy and halal industry in Central Java. The discussion shows that the development of competent human resources requires more than technical production skills. Creative economy and halal industry actors need managerial and entrepreneurial capabilities, halal literacy, digital skills, creativity, innovation, and the ability to maintain halal standards through the implementation of the Halal Product Assurance System (SJPH). The large number of Micro, Small, and Medium Enterprises (MSMEs) in Central Java indicates the importance of expanding training and mentoring programs according to the needs of business actors. In addition, halal certification should not be viewed merely as an administrative requirement, but as part of a continuous process to maintain product quality, safety, and consumer trust. Universities, government, industry, and the community also have an important role in strengthening human resource capacity through education, training, research, business incubation, certification assistance, and sustainable mentoring. Therefore, the development of human resources needs to be carried out through an integrated ecosystem that connects education, technology, halal standards, innovation, and business development. Strengthening these competencies is expected to improve the quality and competitiveness of creative and halal products from Central Java while supporting sustainable regional economic development.

Keywords: Human Resources; Creative Economy; Halal Industry; MSMEs; Halal Literacy; Central Java

BUILDING A CREATIVE HALAL GENERATION

Faizura Syifa Ramadhani, Zabrina Elvaretta, Rofiqoh Aliyah Arifin, Pinky Nila Nawawiza

Universitas Islam Negeri K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan

ABSTRACT

This chapter discusses the development of a creative halal generation as an important component of strengthening the halal economic ecosystem in Central Java. Entrepreneurship education is positioned as a foundation for developing entrepreneurial mindsets, creativity, innovation, self-efficacy, and business competencies while integrating halal values into the character of young entrepreneurs. Digital and halal literacy are also emphasized to equip young people with the ability to use technology critically, safely, ethically, and responsibly, as well as to understand and evaluate information related to halal products and the halal industry. Furthermore, creative talent development is encouraged through practice-based learning, portfolio development, mentoring, community involvement, cross-disciplinary collaboration, and real-world work experiences. Startup incubation serves as a bridge between creative ideas and market needs through problem validation, product development, mentoring, funding access, networking, market opportunities, and halal compliance. In the context of Central Java, developing a creative halal generation requires an integrated strategy involving education, literacy development, creative hubs, startup incubation, the utilization of MSMEs as learning laboratories, access to financing, digital marketing, and collaboration among various stakeholders. Through this approach, young people are expected to become value creators and drivers of innovation who are able to combine creativity, technology, halal principles, and sustainability in developing the halal economy.

Keywords: creative halal generation, entrepreneurship, digital literacy, halal literacy, creative talent, startup incubation, Central Java.

HALAL FOOD AND BEVERAGE PROCESSİNG

Muhammad Romiz Assiddiqi, Lia Fatra Nur Laili Kamalin, M Reza Fahrezi, Ummu Kholil Prawesti, Diana Kristi

Universitas Islam Negeri K. H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

Abstract

The halal food and beverage sector represents the foundation of the global Islamic economy, driven by the increasing demand for sharia-compliant consumer goods. This sub-chapter examines the critical role of halal processing within the broader halal value chain, highlighting how raw materials are transformed into finished products while maintaining strict adherence to Islamic law (sharia). The primary objective of this phase is to ensure halalan tayyiban—meaning the products are not only permissible under religious guidelines but also safe, wholesome, and produced under hygienic conditions.

The analysis focuses on key operational elements, including raw material traceability, cross-contamination prevention, dedicated logistics, and modern auditing procedures. It explores the integration of Halal Assurance Systems (HAS) into standard manufacturing practices, showing how food processors navigate complex global supply chains. Furthermore, the sub-chapter addresses major industry challenges, such as reconciling varying international certification standards, managing higher operational compliance costs, and ensuring integrity across multi-tiered supplier networks.

Finally, it evaluates technological innovations, such as blockchain for end-to-end traceability and rapid DNA testing for real-time compliance verification, which are transforming modern halal manufacturing. Ultimately, this study demonstrates that robust halal food processing goes beyond religious compliance—it serves as a benchmark for quality control, safety, and operational excellence that appeals to both Muslim and non-Muslim consumers worldwide.

keywords: halal, material, islamic law

THE DEVELOPMENT OF THE CREATOR ECONOMY

Nisa Agustin, Zabrina Elvaretta, Rofiqoh Aliyah Arifin, Faizura Syifa Ramadhani, Pinky Nila Nawawiza

Universitas Islam Negeri K. H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

Abstract

The development of digital technology has encouraged the emergence of the creator economy as a new form of economic activity that combines creativity, technology, and entrepreneurial opportunities. The creator economy has grown alongside the increasing use of social media and digital platforms, enabling individuals to create, distribute, and generate economic value from the content they produce. This development has transformed creators from individuals who primarily produce content for entertainment into economic actors who can build communities, establish personal brands, promote products, and generate various sources of income. The growth of platforms such as YouTube, Instagram, TikTok, and other digital media has further expanded opportunities for individuals to enter the creator ecosystem, with relatively lower barriers compared to conventional business models. At the same time, the growth of the creator economy is influenced by changes in consumer behavior, as digital content increasingly serves as a source of information, entertainment, education, and reference for decision-making. This condition has created increasingly interconnected relationships among creators, audiences, digital platforms, and businesses. However, the development of the creator economy also presents challenges, including intense competition, changes in platform algorithms, the demand for consistency in content production, and the need to maintain audience trust. Therefore, the development of the creator economy reflects a transformation in digital economic activities that provides opportunities for individuals to transform creativity and digital influence into economically valuable activities.

Keywords: creator economy, digital economy, content creators, social media, digital entrepreneurship.

DIGITAL REVOLUTION AND THE CREATIVE ECONOMY

Raya Ajeng Pertiwi, M Farrel Azka Wimaramzy, Mutia Puspita Andiny, Ardan Yudha Wiratama, Sultan Daffa Amrulloh

Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

Abstract

The digital revolution has brought significant changes to economic activities, including production, marketing, distribution, and transactions. The development of internet technology, social media, e-commerce, digital platforms, and electronic payment systems has created new opportunities for creative economy actors to develop products, expand market access, and respond more quickly to consumer needs. This transformation is particularly relevant to Micro, Small, and Medium Enterprises (MSMEs), which can utilize digital technology to overcome geographical market limitations and improve their competitiveness. In Central Java, the creative economy has considerable potential due to its diverse local culture, creativity, human resources, and creative products, including culinary products, fashion, crafts, performing arts, design, and other sectors. Digitalization enables these local potentials to be developed through digital marketing, branding, innovation, and wider consumer engagement. However, successful digital transformation requires more than technological adoption. Digital literacy, human resource capabilities, market understanding, creativity, and continuous innovation are also important factors in utilizing technology productively. Furthermore, the integration of digitalization with the halal industry provides opportunities to increase consumer trust through transparent information regarding product ingredients, production processes, and halal certification. Therefore, the integration of digital technology, creative economy, and halal principles can support the development of competitive and sustainable regional economic activities in Central Java. Collaboration among local governments, business actors, universities, communities, financial institutions, and society is also needed to strengthen the digital creative economy ecosystem.

Keywords: Digital Revolution, Creative Economy, Digitalization, MSMEs, Halal Industry, Central Java

TECHNOLOGY IN THE HALAL ECOSYSTEM

M. Farrel Azka Wimaramzy, Raya Ajeng Pertiwi, Mutia Puspita Andiny, Ardan Yudha Wiratama, Sultan Daffa Amrulloh

Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

Abstract

Technology has become an important component in the development of the halal industry ecosystem by connecting various activities, from raw material procurement to the delivery of products to consumers. Digital technology enables information related to products, production processes, supply chains, and halal status to be managed in a more integrated manner. This development supports greater transparency, traceability, efficiency, and consumer trust throughout the halal value chain. However, conventional halal information management still faces challenges, including fragmented data, manual record-keeping, limited data integration, and difficulties in tracing product information. Digitalization provides opportunities to address these challenges through the application of technologies such as blockchain, Internet of Things (IoT), and Artificial Intelligence (AI). Blockchain can support the integrity and traceability of product records, while IoT can collect real-time information from production, storage, transportation, and distribution activities. AI can assist in processing large amounts of data, identifying patterns, and supporting authentication, certification, supply chain management, and marketing. Nevertheless, technological adoption in the halal ecosystem is not determined solely by technological sophistication. Data quality, human resource capabilities, standardization, interoperability, data security, regulatory support, implementation costs, and organizational readiness are also important factors. For small and medium-sized enterprises (SMEs), particularly those in the creative economy sector in Central Java, technology adoption needs to be adjusted to their operational capacity and resources. Therefore, the integration of appropriate digital technologies can contribute to the development of a more transparent, traceable, connected, and responsive halal industry ecosystem.

Keywords: Halal Ecosystem, Digital Technology, Blockchain, Internet of Things, Artificial Intelligence, Traceability.

A LINGUO-COGNITIVE STUDY OF TERMS IN MUHAMMAD SOLIH'S "SHAYBANI-NAMA"

(Original title: "Shayboniynoma" asarida terminlarning lingvo-kognitiv tadqiqi)

Egamova Oltinoy

Gulistan State University

ABSTRACT

This article examines the linguo-cognitive aspects of the military-political and socio-cultural terminology of the late 15th – early 16th century Uzbek language on the material of Muhammad Solih's epic poem "Shaybani-nama." The aim of the study is to systematize the terms found in the text from the standpoint of cognitive linguistics — on the basis of the notions of concept, conceptual field, and frame — and to show how they conceptualize historical reality by means of language. In the course of the study, the terms are divided into five semantic-conceptual fields: military-political, weaponry, administrative-title, ethno-social, and spatial-geographic, and the hierarchical and associative relations among these fields are represented schematically. The results of the analysis show that the terminology of "Shaybani-nama" is significant not only lexically and historically but also cognitively and culturally, appearing as a linguistic unit that reflects the worldview, social hierarchy, and military organization of the people of that era. The article proposes an initial conceptual model for the cognitive study of historical text terminology and may serve as a basis for further corpus-based quantitative research in this direction.

Keywords: Muhammad Solih, "Shaybani-nama," historical term, linguo-cognitive study, concept, conceptual field, cognitive frame, military terminology, history of the Uzbek language.

1. INTRODUCTION

Any historical-literary work is a unique source that embodies the language, worldview, and social structure of its era. In this respect, Muhammad Solih's epic poem “Shaybani-nama” occupies a special place in the history of Uzbek literature and language: completed in 1510, comprising 76 chapters and nearly 8,880 lines, it covers the life and military campaigns of Muhammad Shaybani Khan from his birth to 1505. In literary scholarship, the work is regarded as the first realistic historical epic in the history of Uzbek literature, preserving valuable information about the composition of the army, the hard situation of the common people, and rebellions.

At the same time, the historical-linguistic value of “Shaybani-nama,” and in particular its terminological layer, has so far been studied mainly from a traditional — historical-etymological or descriptive — standpoint. Although studies exist on the work's metrical features, literary heritage, and history of scholarship, its terms have hardly been examined through the methodology of cognitive linguistics, that is, with the aim of uncovering the conceptual structures behind them. It is precisely this gap that defines the relevance of the present article.

The purpose of the article is to classify, from a linguo-cognitive standpoint, the military-political, administrative, ethno-social, and spatial-geographic terms found in the text of “Shaybani-nama,” to identify their conceptual fields, and to describe the hierarchical-associative relations among these fields by means of a schematic model. The following tasks were set: 1) to divide the terminological units into semantic groups; 2) to determine the cognitive-frame structure of each group; 3) to present the results in visual-schematic form.

2. RESEARCH METHODOLOGY AND SOURCE

The study employs the method of linguo-cognitive analysis. This method is based on interpreting words and terms in linguistics not merely as lexical-semantic units but as means of expressing a particular concept — that is, a knowledge structure formed in the human mind. From the standpoint of cognitive terminology, each term is regarded as part of a particular frame or conceptual field, and by analyzing it one can reconstruct how the people of the period categorized reality.

The study was carried out in the following stages: in the first stage, terminological units were identified on the basis of the content of the work and related historical-literary sources; in the second stage, they were divided into semantic-thematic groups; in the third stage, a cognitive model (a hierarchical frame or conceptual field) was constructed for each group; in the fourth stage, the results were interpreted on the basis of schematic diagrams. It should be emphasized that the model proposed in this article is not a full statistical-corpus analysis of the work's text, but an initial conceptual classification built on existing historical-linguistic literature and the content of the work, which serves as a methodological basis for the quantitative analysis to be carried out on the original text at a later stage.

3. MUHAMMAD SOLIH AND “SHAYBANI-NAMA”: HISTORICAL-LITERARY CONTEXT

Muhammad Solih (1455–1535) was born in Khorezm and spent the last years of his life in Bukhara; he was a poet, historian, and statesman. He served Muhammad Shaybani Khan from 1499 onward, was appointed governor of Bukhara in 1500, and was honored with such high titles as “Amir al-Ulama” (chief of the scholars) and “Malik ash-Shu'ara” (king of the poets). He wrote his works in both Turkic and Persian.

“Shaybani-nama” was completed in 1510; its original manuscript has not survived, but a copy made in 1510 is preserved in Venice. The work was translated into German (1885) and Russian (1904), and published in St. Petersburg (1908) and Tashkent (1961–1989). The epic is recognized as a source of great importance not only in literary but also in historical, ethnographic, geographic, and linguistic respects — which calls for a dedicated study of its terminological layer.

4. LINGUO-COGNITIVE CLASSIFICATION OF THE TERMINOLOGICAL LAYER IN “SHAYBANI-NAMA”

The content of the work — military campaigns, the structure of the army, the system of governance, references to various peoples and tribes, and the depiction of geographic space — makes it possible to divide the terminological layer into five major semantic-conceptual fields (Figure 2).

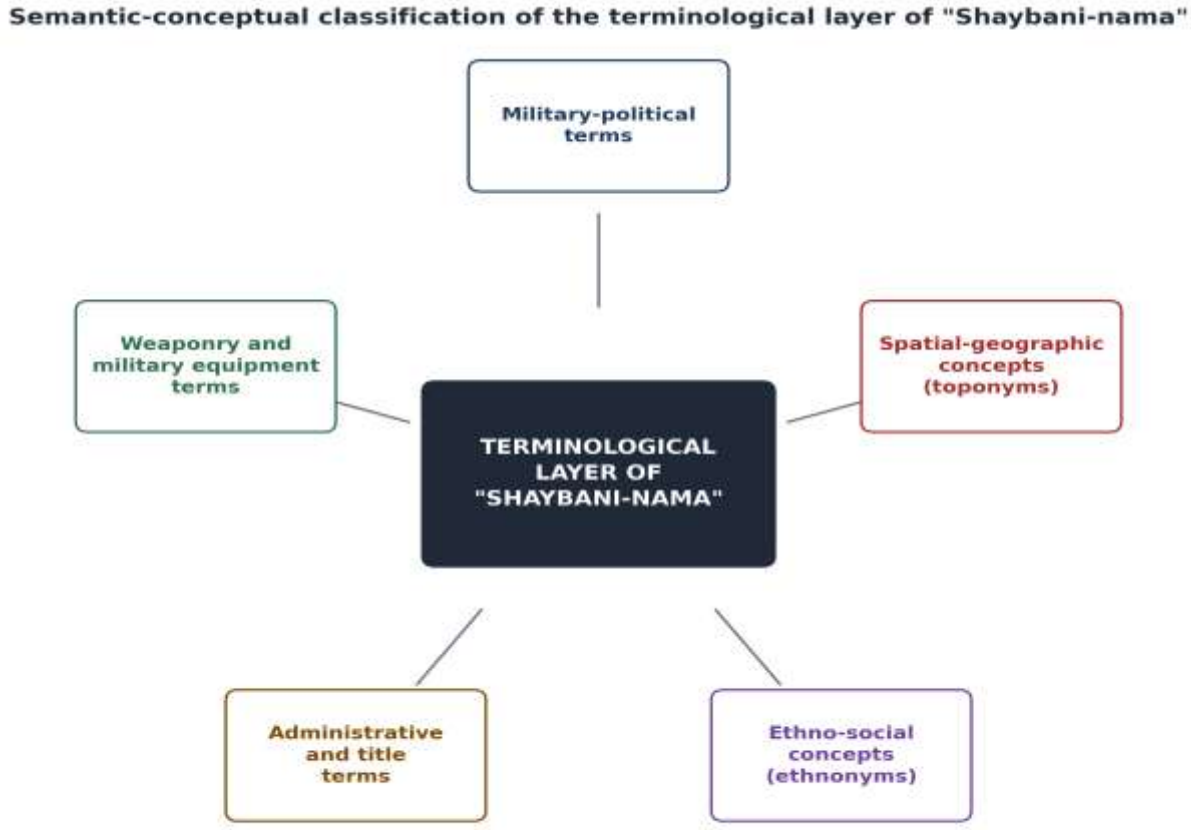


Figure 2. Linguo-cognitive classification model of the work's terminology (five conceptual fields)

This group includes terms such as khan, sultan, amir, beklarbegi, sipahsalar, mingboshi (commander of a thousand), yuzboshi (commander of a hundred), o'nboshi (commander of ten), yasavul, cherik, sipoh/lashkar (troops), qo'shin (army), and bahodir (hero-warrior). Cognitively, they express a single hierarchical frame — the step-by-step structure of the military-political system of governance (Figure 1).

Terms such as qilich (sword), nayza (spear), o'q-yoy (bow and arrow), kamon (bow), sipar (shield), and tug' (banner) constitute the material-objectual concept of military practice, and they are often used in the same context as military-political terms, in descriptions of battle.

Administrative notions such as devon (council/chancellery), hokim (governor), viloyat (province), and xiroj/soliq (tax/tribute), together with the titles conferred on Muhammad Solih himself — “Amir al-Ulama” and “Malik ash-Shu'ara” — create a conceptual map of the system of state administration and of scholarly-literary rank.

The names of tribes and peoples — Uzbek, Kazakh, Kipchak, and others — occur in the text in connection with the historical events depicted (migration, alliance, conflict) and reflect the cognitive boundary between “one's own” and “the other” characteristic of the people of that era.

Toponyms — the names of cities, fortresses, and provinces — express the spatial direction of military campaigns and the geographic mental map of the people of the period.

5. COGNITIVE MODEL: THE MILITARY-POLITICAL HIERARCHY FRAME

The group of military-political terms deserves closer analysis, as it forms a single, coherent cognitive frame: the chain running from the khan down to the ordinary soldier reflects not only the order of rank but also the period's cognitive model of power and subordination (Figure 1). Such a hierarchical frame is explained in modern cognitive linguistics through the notions of “radial category” or “frame-scenario”: the subordinate levels are arranged around the central member (the khan), and each term marks a point within this overall structure.

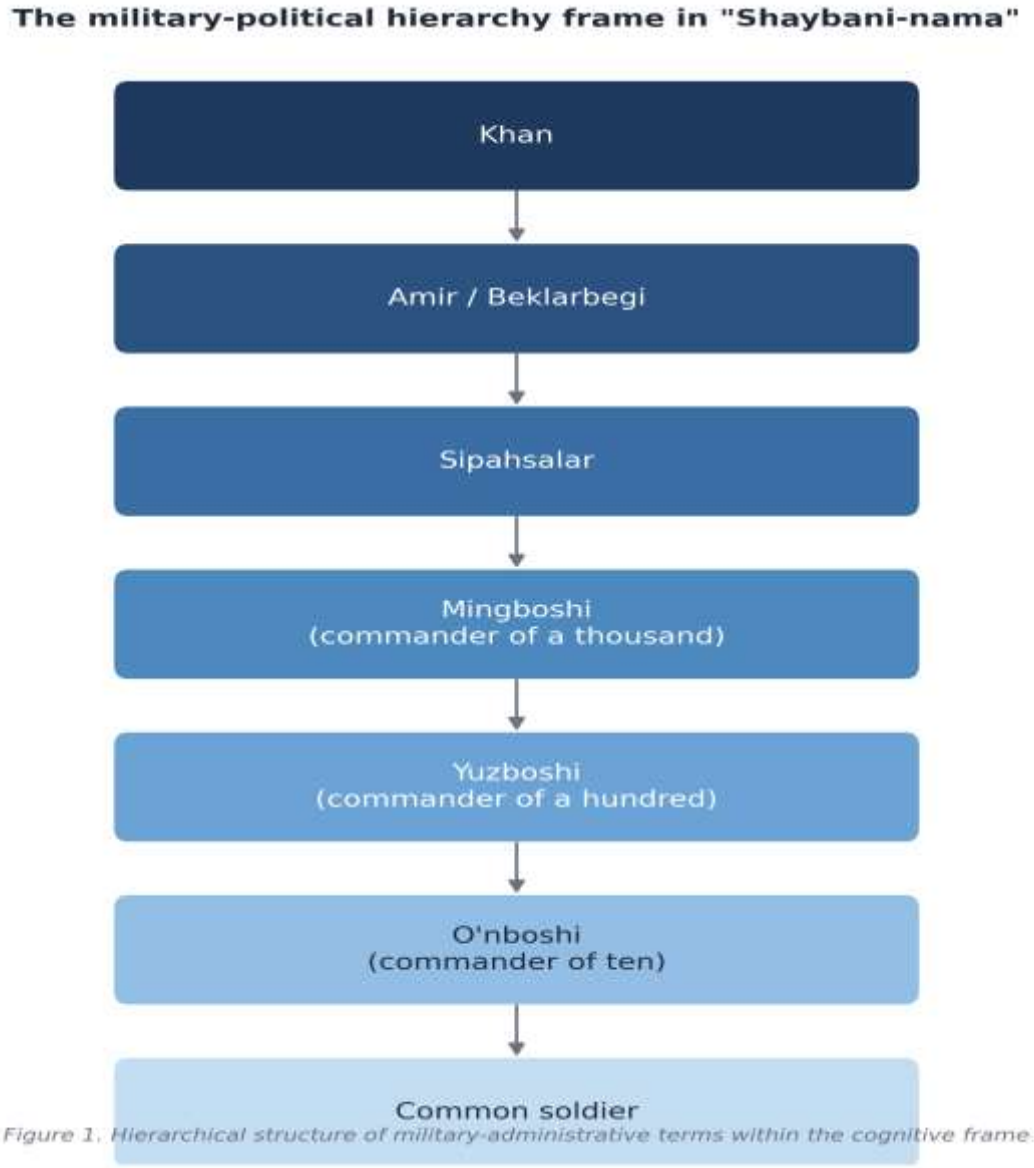


Figure 1. Hierarchical structure of military-administrative terms within the cognitive frame

6. RESULTS AND DISCUSSION

The classification carried out shows that the terminology of "Shaybani-nama" is not a random lexical set but a knowledge structure that systematically reflects the reality of the period on a conceptual level. The predominance of military-political and administrative terms is explained by the genre nature of the work — it being a historical-military epic — while the presence of ethnic and geographic concepts attests to the work's broader ethnographic and historical-geographic value. At the same time, the proposed model is an initial, qualitatively generalized classification; enriching it with the precise quantitative (statistical) distribution of terms in each conceptual field, and compiling a full terminological corpus on the basis of the original text, remains an important task for future research.

7. CONCLUSION

In conclusion, Muhammad Solih's "Shaybani-nama" is a rich and still not fully explored source for studying the historical terminology of the Uzbek language from a linguo-cognitive standpoint. The five-field conceptual classification proposed in the article (military-political, weaponry, administrative-title, ethno-social, spatial-geographic) and the model of the military hierarchy frame constitute an initial methodological basis for the systematic study of historical text terminology. Enriching this model in the future with a full corpus analysis based on the original manuscript text, and comparing it with the terminology of other historical-literary works of the period (for example, the works of Zahiriddin Muhammad Babur and Abdurazzoq Samarqandi), represents an important scholarly prospect.

REFERENCES

1. Dadaboyev, H. O‘zbek terminologiyasi [Uzbek Terminology]: textbook. — Tashkent: Tashkent State Institute of Oriental Studies.

2. Muhammad Solih. Shayboniynoma [Shaybani-nama] (epic poem). — Tashkent editions, 1961–1989.

3. "Shayboniynoma" dostonidagi vazn imkoniyatlari [Metrical possibilities in the epic "Shaybani-nama"] // scholarly article. — ResearchGate.

4. Muhammad Solihning adabiy merosi va o‘rganilish tarixi [Muhammad Solih's literary heritage and the history of its study] // scholarly article. — ResearchGate.

5. Shayboniylar davlatida qo‘shin tuzilishi va harbiy ish [Army structure and military affairs in the Shaybanid state] // ilmiybaza.uz.

6. Kognitiv terminologiya tadqiqotining asosiy elementlari [Basic elements of cognitive terminology research] // Universal Conference proceedings.

7. Muhammad Salih (historian) // Wikipedia, The Free Encyclopedia.

8. Lakoff, G., Johnson, M. Metaphors We Live By. — Chicago: University of Chicago Press, 1980.

9. Langacker, R. W. Foundations of Cognitive Grammar. Vol. 1. — Stanford: Stanford University Press, 1987.

DIGITAL ECONOMY AND REGIONAL DEVELOPMENT: AN ANALYSIS BASED ON THE EXPERIENCE OF UZBEKISTAN

Torayev Halillo

Gulistan State University

ABSTRACT

This article analyzes the impact of the digital economy on regional socio-economic development, using Uzbekistan as a case study. Over the past decade the country has seen a substantial increase in the number of internet users (from 6.07 million in 2013 to 29.52 million by early 2024), a rising share of the information and communication technology (ICT) sector in gross domestic product (ICT services rose from 1.6% in 2021 to 1.9% in 2023, while the overall ICT sector reached 2.1% of GDP in 2023), and rapid growth of e-commerce (a compound annual growth rate of 372% between 2017 and 2022). At the same time, the study reveals significant disparities between regions in digital infrastructure and access: 4G coverage is concentrated mainly in urban areas and reaches only 43% of the population, internet service prices in rural areas are higher than in Tashkent, and a 13.3% gender gap persists in internet access. The article discusses ways to address the regional digital divide on the basis of the targets set out in the "Digital Uzbekistan – 2030" strategy and develops practical recommendations in this regard.

Keywords: digital economy, regional development, ICT sector, internet users, digital divide, e-commerce, "Digital Uzbekistan – 2030."

1. INTRODUCTION

In the modern global economy, digital technologies have become one of the principal drivers of economic growth. The integration of information and communication technologies into production, services, and governance has become a key factor determining the level of competitiveness among countries and regions. Uzbekistan, too, has in recent years chosen a path of rapid digital economic development: the “Digital Uzbekistan – 2030” strategy has been adopted, and measures are being implemented to modernize information and communication infrastructure, digitalize government services, and raise the population's digital literacy.

However, the development of the digital economy is proceeding unevenly across the country's regions. Major cities, and the capital in particular, hold a significant advantage over regional and district centers in terms of modern internet infrastructure and access to digital services. This situation gives rise to the problem of the “digital divide,” which may further deepen socio-economic inequality between regions.

The purpose of the article is to analyze the dynamics of digital economy development in Uzbekistan on the basis of official statistics and data from international organizations, to identify the main manifestations of the digital divide between regions, and to examine the strategic directions aimed at overcoming this divide.

2. RESEARCH METHODOLOGY AND SOURCES

The study employs statistical-analytical and comparative analysis methods. The principal sources used are the official data of the State Statistics Committee of the Republic of Uzbekistan (stat.uz), the 2025 research report “Digital Economy of Uzbekistan” published by the United Nations Development Programme (UNDP), as well as data drawn from World Bank and Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) documents. The analysis covers the period 2013–2024 and was carried out along three main lines: 1) the overall dynamics of digital economy development; 2) the digital infrastructure divide between regions (urban–rural); 3) the targets of the government strategy.

3. THE DYNAMICS OF DIGITAL ECONOMY DEVELOPMENT IN UZBEKISTAN

Over the past decade, the number of internet users in Uzbekistan has grown sharply: from 6.07 million in 2013 to 27.2 million by 2022, and to 29.52 million as of January 2024 (an average annual growth rate of 19.1%) (Figure 1). This indicator places the country among the regional leaders in terms of internet usage among the population.

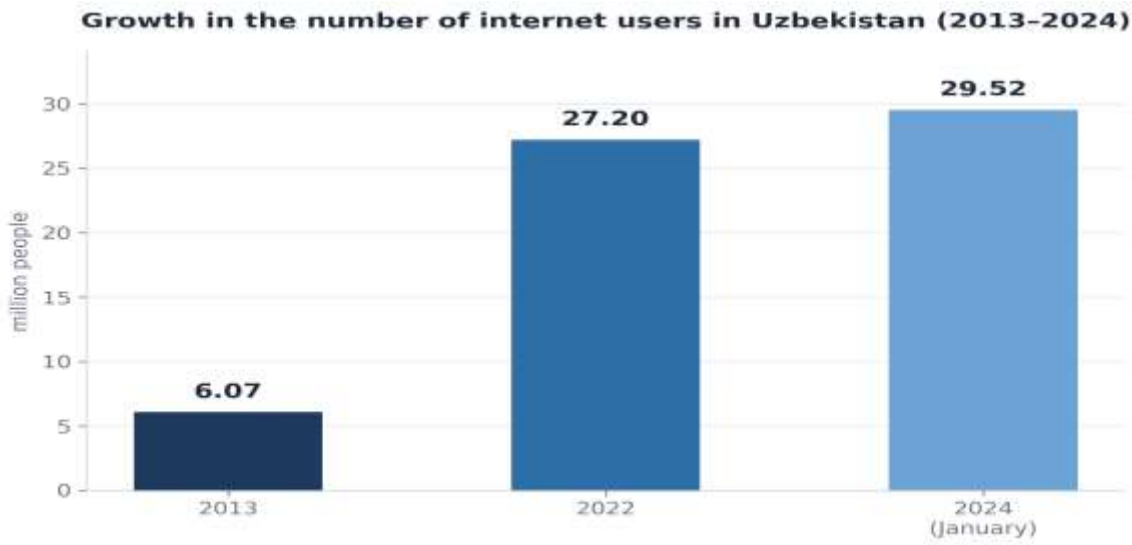


Figure 1. Number of internet users, million people (source: UNDP, 2025)

The share of the ICT sector in GDP also shows a consistent upward trend: whereas ICT services accounted for 1.6% of GDP in 2021, this figure rose to 1.9% by 2023, and the ICT sector as a whole reached 2.1% of GDP in 2023. It is worth noting in particular that the e-commerce segment showed the highest growth rates: with an average annual growth of 372% between 2017 and 2022, this segment reached 1.2% of GDP by 2022. Employment in the ICT sector also grew substantially: in 2023, 87,800 people were employed in this sector, representing 65.4% growth over the period 2010–2023; within this, employment at IT Park reached 36,300 people.

4. REGIONAL DISPARITIES: THE TERRITORIAL CHARACTERISTICS OF DIGITAL INFRASTRUCTURE

Despite the overall positive dynamics, significant unevenness persists in the distribution of digital infrastructure across regions. While 99% of the population is covered by 2G and 90% by 3G networks, 4G coverage reaches only 66% of the population; moreover, 4G infrastructure is concentrated mainly in urban areas and in practice effectively serves only 43% of the population (Figure 2).

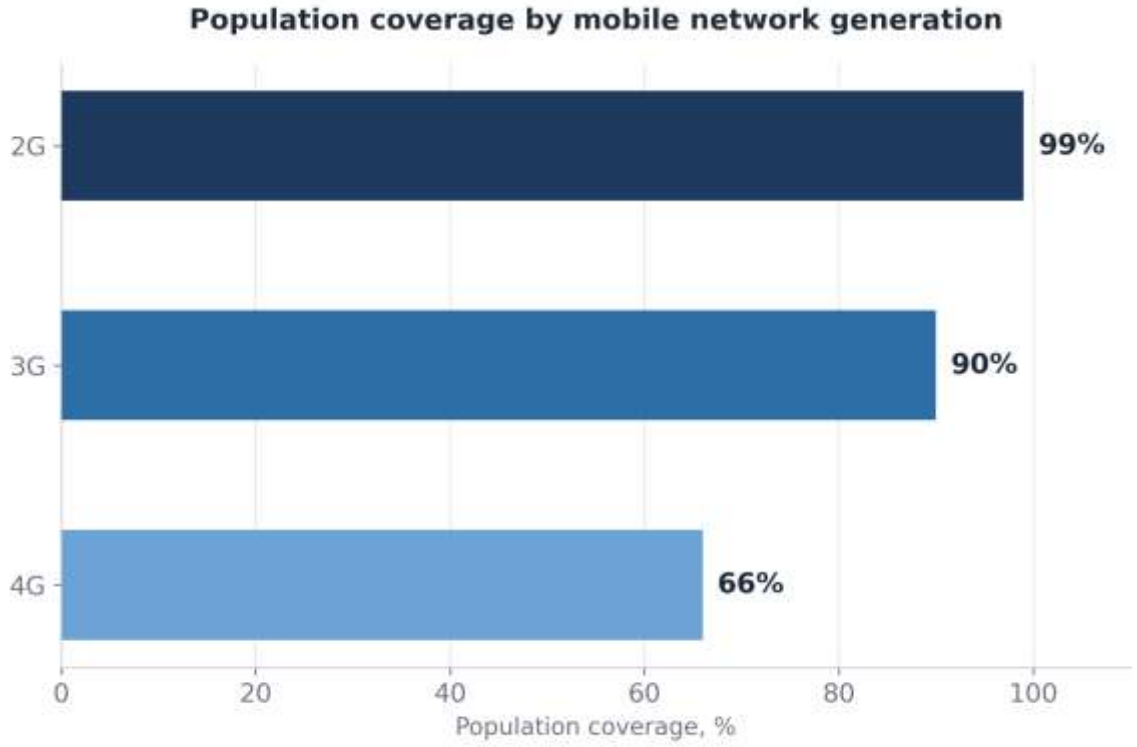


Figure 2. Population covered by 2G/3G/4G networks, % (source: UNDP, 2025)

Internet service prices in rural areas are higher than in the city of Tashkent, which restricts access to digital services in regions with lower per capita income. In addition, studies have also recorded a 13.3% gender gap in internet access, indicating that women make less use of digital opportunities than men. All of these factors show that the regional digital divide is multidimensional in nature and needs to be addressed not only through infrastructure measures but also through socio-economic policy measures.

5. THE "DIGITAL UZBEKISTAN – 2030" STRATEGY AND REGIONAL PROSPECTS

Under the "Digital Uzbekistan – 2030" strategy, targets have been set including attracting approximately USD 2.5 billion in investment in digital infrastructure, converting 715 government services into digital form, and moving the country into the ranks of upper-middle-income states (which requires at least 10% annual growth in

GDP per capita). Achieving these goals requires, in particular, the implementation of targeted programs to develop digital infrastructure at the regional level, lower the price of internet services in rural areas, and raise digital literacy.

6. RESULTS AND DISCUSSION

The analysis carried out shows that, overall, the digital economy in Uzbekistan is exhibiting a stable growth trend, but the benefits of this growth are unevenly distributed across regions. While major cities, Tashkent in particular, enjoy high levels of digital infrastructure and access to services, these indicators remain considerably lower in rural and remote areas. This situation, in turn, carries the risk of preserving or even deepening economic inequality between regions. Accordingly, the successful implementation of the "Digital Uzbekistan – 2030" strategy will depend not only on improving overall infrastructure indicators but also on targeted investment and support programs directed specifically at lagging regions.

7. CONCLUSION

In conclusion, the digital economy is becoming an important factor in Uzbekistan's economic development: the rapid growth in the number of internet users, the rising share of the ICT sector in GDP, and the rapid development of e-commerce all attest to the progress achieved in this area. At the same time, the gap between regions in digital infrastructure and access opportunities remains an urgent problem that needs to be resolved. Deepening future research in this direction through detailed statistical data at the level of each region, and assessing econometrically the impact of the digital divide on regional GDP and employment indicators, is of considerable scientific and practical importance.

REFERENCES

1. State Statistics Committee of the Republic of Uzbekistan. Official statistics on the digital economy. — stat.uz.

2. UNDP. Digital Economy of Uzbekistan: The State of Digital Entrepreneurship. — 2025.

3. World Bank. Report No: PAD5313 — International Development Association (Uzbekistan digital development project document).

4. OECD. Digital Skills for Private Sector Competitiveness in Uzbekistan. — 2023.

5. Assessing the efficiency of the digital economy in the region: econometric modeling // Innovations in Science and Technologies journal.

6. Government portal of the Republic of Uzbekistan. Digital technologies // gov.uz.

7. "Digital Uzbekistan – 2030" strategy (based on the relevant decree of the President of the Republic of Uzbekistan).

ISOLATION OF BIOLOGICALLY ACTIVE GINGEROL AND SHOGAOL COMPOUNDS FROM THE RHIZOME OF MEDICINAL GINGER (ZINGIBER OFFICINALE ROSCOE), SYNTHESIS OF THEIR DERIVATIVES, AND STUDY OF THEIR BIOLOGICAL ACTIVITY

Gapparova Farida Jabbarovna

Gulistan State University

ABSTRACT

Ginger (Zingiber officinale Roscoe) rhizome is a rich natural source of pungent phenolic compounds known as gingerols and their thermally dehydrated derivatives, shogaols, which possess a broad spectrum of biological activities. This article reviews and systematizes current approaches to the extraction and isolation of gingerols and shogaols from ginger rhizome, the synthesis of their semisynthetic derivatives, and the study of their biological activity. Comparative analysis of extraction methods shows that pressurized liquid extraction and ultrasonic-assisted extraction with ethanol provide the highest yields of total gingerols (up to 12.2 mg per gram of dry weight), while supercritical CO_2 and subcritical water extraction offer solvent-free alternatives with yields of 2.8–5% of dry rhizome mass. Chromatographic techniques, primarily high-performance liquid chromatography (HPLC), remain the principal method for isolating individual homologs (4-, 6-, 8-, 10-gingerol), with recoveries of 94.7–97.1%. The synthesis of gingerol and shogaol analogues through aldol condensation, acid-catalyzed dehydration, and catalytic hydrogenation has produced several compound series, among which n-paradol derivatives exhibited the most potent biological activity, with IC50 values as low as 0.07 μg/mL against arachidonic acid-induced platelet aggregation. Structure-activity relationship studies consistently demonstrate that shogaols, bearing an α,β-unsaturated ketone (Michael acceptor) moiety, are more biologically potent than their gingerol precursors across antioxidant, anti-inflammatory, and anticancer assays. These findings underscore the pharmacological promise of ginger-derived phenolics and their synthetic analogues as candidates for further drug development.

Keywords: Zingiber officinale, gingerol, shogaol, paradol, extraction, isolation, semisynthesis, structure-activity relationship, biological activity, ginger rhizome.

INTRODUCTION

Medicinal plants remain one of the most important sources of biologically active compounds for modern pharmacology and drug discovery. Among these, ginger (Zingiber officinale Roscoe, family Zingiberaceae) occupies a special place: its rhizome has been used for millennia in traditional medicine across Asia and, more recently, has become the subject of extensive phytochemical and pharmacological research. The characteristic pungent taste and aroma of ginger are attributed to a group of phenolic compounds known as gingerols, together with their thermally derived dehydration products, shogaols, and their hydrogenated counterparts, paradols.

Gingerols and shogaols differ in the length of their unbranched alkyl side chain, giving rise to a homologous series (4-, 6-, 8-, 10-, and 12-gingerol/shogaol), of which the 6-carbon homologs (6-gingerol and 6-shogaol) are the most abundant and the most extensively studied. A growing body of research has demonstrated that these compounds, along with their synthetic and semisynthetic derivatives, possess antioxidant, anti-inflammatory, anticancer, antiplatelet, antiemetic, and antimicrobial properties, making them attractive lead compounds for pharmaceutical development.

The purpose of this article is to systematize current knowledge on the isolation of gingerols and shogaols from ginger rhizome, to review the principal methods used for the synthesis of their derivatives, and to summarize the available data on the biological activity of these compounds and their analogues, with particular attention to structure-activity relationships.

This article is based on an analytical review of the current phytochemical and medicinal chemistry literature on gingerols, shogaols, and related diarylheptanoid compounds from Zingiber officinale. The material was systematized along three lines: 1) extraction and chromatographic isolation methods and their comparative efficiency; 2) synthetic and semisynthetic approaches to gingerol and shogaol derivatives; 3) reported biological activities of the natural compounds and their analogues, with attention to structure-activity relationships.

Chemically, gingerols are classified as 1-(4′-hydroxy-3′-methoxyphenyl)-alkan-3-ols, belonging to the diarylheptanoid family of phenolic compounds. In fresh ginger rhizome, 6-gingerol is the principal and most abundant homolog, while 4-, 8-, 10-, and 12-gingerol are present in comparatively smaller amounts. Upon drying, heating, or prolonged storage, gingerols undergo acid-catalyzed dehydration, losing a water molecule to form the corresponding shogaols, which carry an α,β-unsaturated ketone (enone) group in place of the β-hydroxyketone moiety of the parent gingerol. This structural transformation is not merely cosmetic: the resulting Michael acceptor system substantially increases the chemical reactivity of shogaols toward nucleophilic cellular targets, such as cysteine residues of regulatory proteins, and is considered a key structural determinant of their enhanced biological potency relative to gingerols. Further catalytic hydrogenation of shogaols yields paradols, saturated ketone derivatives that retain, and in several assays exceed, the bioactivity of their unsaturated precursors.

A range of extraction techniques has been developed and compared for recovering gingerols and shogaols from dried and fresh ginger rhizome. Conventional solvent extraction with 95% ethanol yields approximately 7.8 mg of total gingerols per gram of dried rhizome, while pressurized liquid extraction with 70% ethanol and ultrasonic-assisted extraction both achieve higher yields, of up to 12.2 mg/g dry weight. Microwave-assisted extraction (70% ethanol, 180 W, 10 minutes) provides a considerably faster process, though with a lower yield of approximately 2.8 mg/g for 6-gingerol (Figure 1). Solvent-free alternatives have also been explored: subcritical water extraction at 130°C achieves gingerol contents of up to 5%, while supercritical CO_2 extraction yields an oleoresin containing about 22.3% 6-gingerol at an overall extraction yield of 2.8%. Notably, the cultivation method also affects the gingerol-to-shogaol ratio: soil-grown ginger rhizome tends to accumulate more 6-gingerol (total extract yield of 3.17%), whereas soilless (hydroponic) cultivation favors 6-shogaol accumulation (1.46% total extract), reflecting differences in post-harvest dehydration and storage conditions.

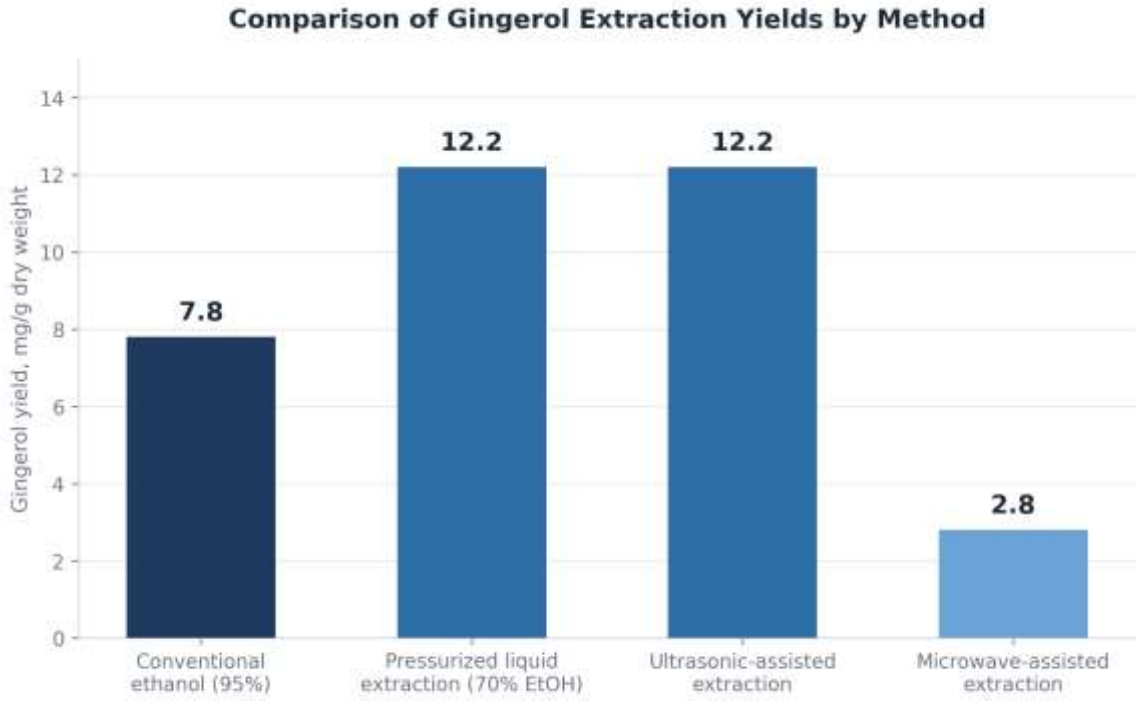


Figure 1. Gingerol extraction yield by method, mg/g dry rhizome weight (compiled from literature)

Following extraction, individual gingerol and shogaol homologs are separated and purified chromatographically. High-performance liquid chromatography (HPLC) remains the most widely used technique, offering recoveries of 94.7–97.1%. More sensitive platforms, such as ultra-performance liquid chromatography coupled with tandem mass spectrometry (UPLC-MS/MS), achieve limits of detection as low as 2.5–8.2 picograms and can resolve the major homologs within a single minute, while high-performance thin-layer chromatography (HPTLC) offers a faster, lower-cost alternative for routine analysis, distinguishing 6-shogaol (Rf = 0.36) from 6-gingerol (Rf = 0.53)

Because the natural abundance of individual gingerol and shogaol homologs in ginger rhizome is limited, and because access to structurally diverse analogues is essential for structure-activity relationship studies, a number of synthetic and semisynthetic routes have been developed. Gingerols can be converted to the corresponding shogaols through acid-catalyzed dehydration (HCl/K2CO3), typically achieved in yields of around 85%. Shogaol derivatives with modified alkyl chain lengths (n = 5–14 carbons) have been prepared through cross aldol condensation of dehydrozingerone with a series of aldehydes using lithium bis(trimethylsilyl)amide as base, yielding dehydrogingerols and dehydroshogaols. Subsequent catalytic hydrogenation of dehydroshogaols over palladium-on-charcoal affords the corresponding paradols and dehydroparadols, while Swern oxidation of appropriate alcohol intermediates has been used to obtain isodehydrogingerdione analogues (Figure 2). Through these combined synthetic strategies, researchers have assembled compound libraries spanning multiple structural series, enabling systematic evaluation of how alkyl chain length and the degree of unsaturation of the ketone moiety influence biological activity.

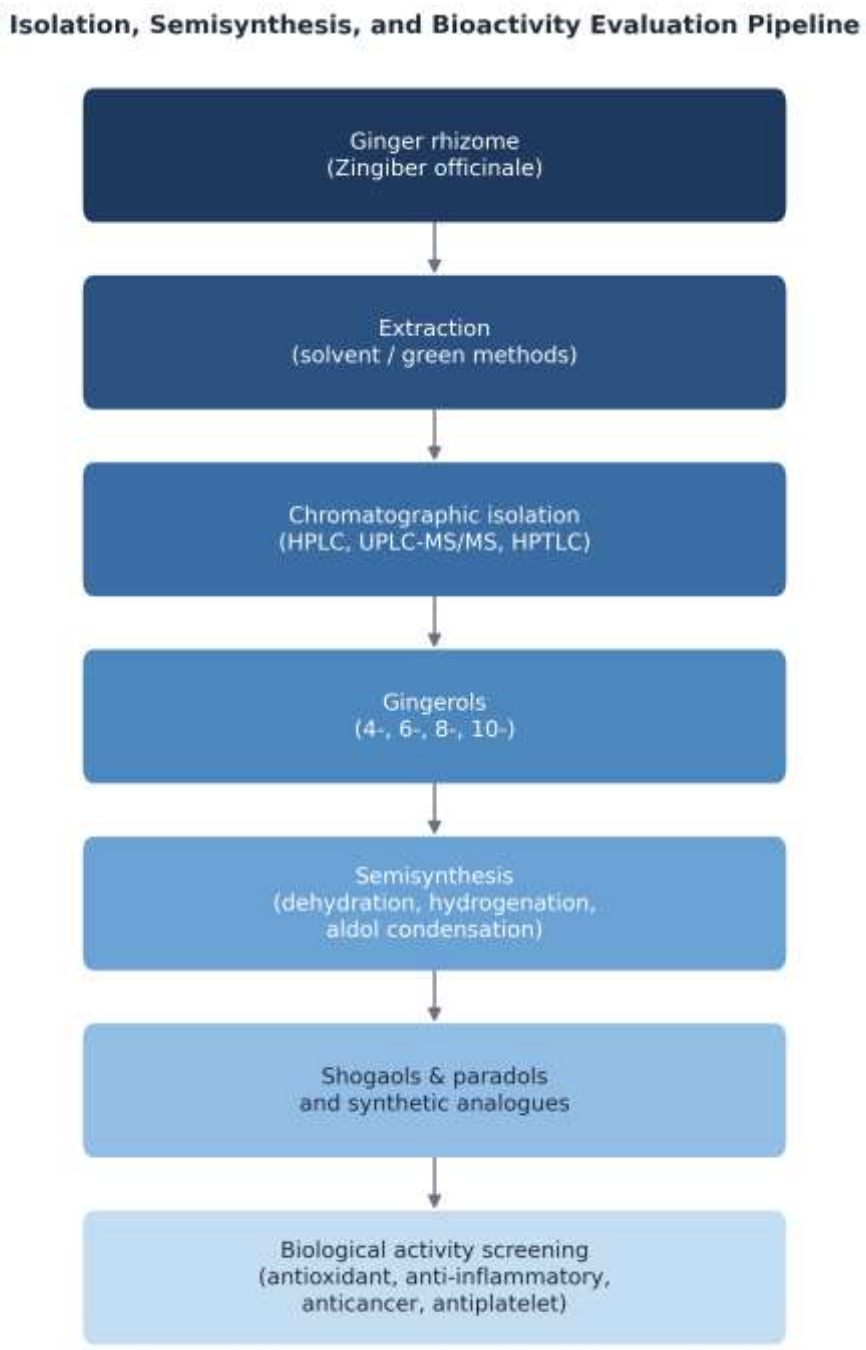


Figure 2. General workflow from ginger rhizome to bioactivity-screened analogues

Gingerols and shogaols exhibit radical-scavenging and antioxidant activity attributed in part to activation of the Nrf2 signaling pathway, which upregulates endogenous antioxidant enzymes such as superoxide dismutase, catalase, and glutathione peroxidase, while reducing reactive oxygen species production and lipid peroxidation markers.

6-Shogaol has been shown to suppress inflammatory signaling through inhibition of the NF-κB and MAPK cascades, downregulation of COX-2 and iNOS expression, and reduction of pro-inflammatory mediators including TNF-α, IL-6, IL-1β, and PGE2. In human umbilical vein endothelial cells, 30 μM 6-shogaol completely

blocked lipopolysaccharide-induced NF-κB promoter activity and abolished expression of the adhesion molecules ICAM-1, VCAM-1, and E-selectin, reducing leukocyte adhesion under flow conditions by up to 100%. By contrast, 6-gingerol, which lacks the reactive Michael acceptor moiety of shogaol, failed to inhibit NF-κB activity or leukocyte adhesion at concentrations up to 100 μM, providing a clear illustration of the structure-activity relationship between the two compound classes.

6-Shogaol inhibits endothelial cell proliferation (IC50 of approximately 8 μM) and migration, suppresses VEGF-induced capillary sprout formation, downregulates VEGFR2 expression, and can even disrupt pre-existing angiogenic sprouts in ex vivo assays. In cancer cell models, 6-shogaol induces G2/M cell cycle arrest through interaction with tubulin, inhibits Akt signaling, and promotes apoptosis and autophagy, with reported activity against liver, colon, lung, and breast cancer cell lines.

Systematic evaluation of synthesized gingerol and shogaol analogues against platelet aggregation induced by arachidonic acid, collagen, platelet-activating factor, and thrombin has identified n-paradol as the most potent inhibitor within the series, with an IC50 of 0.07 μg/mL against arachidonic acid-induced aggregation — one to two orders of magnitude more potent than the corresponding shogaol and isodehydrogingerdione analogues (Table 1).

Compound series	Target (assay)	IC50, μg/mL
n-Paradol (most active member)	Arachidonic acid-induced platelet aggregation	0.07
n-Dehydroparadol	Arachidonic acid-induced platelet aggregation	0.16
Isodehydrogingerdione	Arachidonic acid-induced platelet aggregation	0.68
n-Shogaol	Collagen-induced platelet aggregation	< 5

Table 1. Comparative antiplatelet potency of representative gingerol/shogaol-derived synthetic analogues.

Taken together, the reviewed literature demonstrates a clear and consistent structure-activity pattern across ginger-derived phenolics: biological potency increases along the series gingerol to shogaol to paradol, correlating with the introduction and subsequent modification of the reactive ketone moiety and with increasing lipophilicity of the alkyl side chain. From a methodological standpoint, ultrasonic- and pressure-assisted ethanol extraction currently offer the best balance between yield and operational simplicity for recovering total gingerols from ginger rhizome, while supercritical CO2 extraction remains attractive where solvent-free, food-grade products are required. The synthetic routes reviewed here — acid-catalyzed dehydration, aldol condensation, catalytic hydrogenation, and Swern oxidation — provide practical and scalable access to structurally diverse analogues beyond what can be isolated directly from the plant, and have already yielded lead compounds, such as n-paradol, with sub-microgram potency in antiplatelet assays. Further work combining systematic derivatization with mechanistic and in vivo studies is warranted to fully translate these findings into pharmaceutical candidates.

In conclusion, the rhizome of Zingiber officinale remains a valuable source of pharmacologically active gingerol and shogaol phenolics, whose extraction, chromatographic isolation, and semisynthetic derivatization have been extensively developed over the past two decades. Comparative extraction data show that ultrasonic- and pressure-assisted ethanol methods currently provide the highest yields of total gingerols, while chromatographic techniques such as HPLC and UPLC-MS/MS enable precise isolation and quantification of individual homologs. Synthetic derivatization, particularly toward shogaol and paradol analogues, consistently enhances biological activity relative to the parent gingerols, as demonstrated across antioxidant, anti-inflammatory, antiangiogenic, anticancer, and antiplatelet assays. These findings support continued investigation

of ginger-derived phenolics and their synthetic analogues as a promising source of new pharmacological leads and point toward the need for further in vivo and clinical evaluation.

REFERENCES

1. Gingerols and shogaols: A multi-faceted review of their extraction, formulation, and analysis in drugs and biofluids to maximize their nutraceutical and pharmaceutical applications // Food Chemistry: X. — ScienceDirect, 2023.

2. Gingerols and shogaols: Important nutraceutical principles from ginger // Phytochemistry. — PubMed/ScienceDirect, 2015.

3. The therapeutic potential of naturally occurring 6-shogaol: an updated comprehensive review // Inflammopharmacology. — Springer Nature Link, 2025.

4. Ginger Constituent 6-Shogaol Inhibits Inflammation- and Angiogenesis-Related Cell Functions in Primary Human Endothelial Cells // Frontiers in Pharmacology, 2022.

5. Synthesis of Analogues of Gingerol and Shogaol, the Active Pungent Principles from the Rhizomes of Zingiber officinale and Evaluation of Their Anti-Platelet Aggregation Effects // PMC (PubMed Central), PMC3975376.

6. Medicinal chemistry inspired by ginger: exploring the chemical space around 6-gingerol // RSC Advances, 2022.

7. Bioactivities and green advanced extraction technologies of ginger oleoresin extracts: A review // Food Chemistry, ScienceDirect, 2022.

8. A comprehensive review on Ginger (Zingiber officinale) as a potential source of nutraceuticals for food formulations // Food Chemistry, 2023.

ANTIBACTERIAL POTENTIAL AND PHYTOCHEMICAL CHARACTERIZATION OF *TRIBULUS TERRESTRIS* EXTRACTS AGAINST MULTIDRUG-RESISTANT UROPATHOGENS ISOLATED FROM UTI PATIENTS IN KOHAT

Saba Noor Tahir [1], Dr. Malik Nawaz Shuja[1], Dr Muhammad Qasim[1]

[1]Department of Microbiology, Kohat University of Science and Technology (KUST),

Corresponding Email: maliknshuja@gmail,com

Abstract

Urinary tract infections (UTIs) are among the most common bacterial infections and are increasingly difficult to treat because of the emergence of multidrug-resistant (MDR) uropathogens. *Escherichia coli* and *Klebsiella* spp. are important causes of UTIs, and resistance to commonly used antibiotics has reduced the effectiveness of conventional antimicrobial therapy. Medicinal plants are considered potential sources of bioactive compounds that may provide alternative or complementary approaches for controlling antibiotic-resistant bacteria. *Tribulus terrestris* is a medicinal plant containing various phytochemicals, including steroidal saponins, flavonoids, tannins, alkaloids, and other phenolic compounds, which have been associated with antimicrobial activity. The present study aims to evaluate the antibacterial potential and phytochemical characteristics of *Tribulus terrestris* extracts against MDR uropathogens isolated from UTI patients in Kohat, Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan. Urine samples will be collected from suspected UTI patients and processed for bacterial isolation and identification using culture characteristics, Gram staining, and standard biochemical tests. The isolates will be subjected to antibiotic susceptibility testing to identify MDR *E. coli* and *Klebsiella* spp. Three types of *T. terrestris* extracts, namely aqueous, ethanolic, and methanolic extracts, will be prepared and evaluated for their antibacterial activity against the selected MDR isolates. Antibacterial activity will be assessed using an appropriate agar diffusion assay, while the minimum inhibitory concentration (MIC) and minimum bactericidal concentration (MBC) will be determined for active extracts. Phytochemical screening will also be performed to identify major classes of bioactive constituents present in the extracts. The study is expected to demonstrate varying antibacterial activity among the aqueous, ethanolic, and methanolic extracts, with differences in activity potentially related to the phytochemical composition and extraction solvent. The findings may provide preliminary evidence regarding the potential of *T. terrestris* as a source of plant-derived antibacterial compounds against MDR uropathogens. This research may also contribute to the limited local evidence on medicinal plants as potential resources for addressing antimicrobial resistance among UTI-associated bacteria in Kohat, Khyber Pakhtunkhwa.

Keywords: *Tribulus terrestris*, urinary tract infection, multidrug-resistant bacteria, *Escherichia coli*, *Klebsiella* spp., antibacterial activity, phytochemical screening, MIC, MBC.

CHARACTERIZATION OF INDIGENOUS PROBIOTICS ISOLATED FROM DAIRY PRODUCTS AND THEIR ANTIFUNGAL POTENTIAL

Noor Mahal[1], Kamil Khan[1] Muhammad Anees[1*]

[1] Department of Microbiology, Kohat University of Science and Technology, KUST, Kohat, Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan

***Corresponding Email: dr.anees@kust.edu.pk**

Abstract

Probiotics are live microorganisms that, when administered in adequate amounts, confer health benefits to the host and serve as rich sources of antimicrobial bioactive metabolites. Traditional fermented dairy products represent vital reservoirs of indigenous lactic acid bacteria (LAB) capable of synthesizing inhibitory compounds such as organic acids, bacteriocins, and hydrogen peroxide. With the rise of antifungal resistance and the adverse effects associated with synthetic antifungals, natural and sustainable bio-preservatives are urgently needed. However, the diversity and antifungal potential of indigenous probiotic bacteria from traditional fermented dairy products across Khyber Pakhtunkhwa (KP), Pakistan, remain poorly characterized.

This study aimed to isolate, phenotypically characterize, and molecularly identify indigenous probiotic bacteria from KP fermented dairy samples and evaluate their antifungal efficacy against fungal pathogens. Samples were collected aseptically across diverse districts of Khyber Pakhtunkhwa and cultivated on De Man, Rogosa, and Sharpe (MRS) agar. Isolates were characterized through morphological, biochemical, and physiological assays—including Gram staining, catalase reactions, and tolerance to acidic pH and bile salts. Molecular identification was achieved via 16S rRNA gene sequencing and BLAST analysis. The antifungal activity of bacterial cells and their cell-free culture supernatants (CFS) was evaluated against *Candida albicans*, *Aspergillus* spp., and *Fusarium* spp. using the agar well diffusion assay. Data were statistically evaluated by analysis of variance (ANOVA) at $p < 0.05$.

Reference LAB probiotic strains previously characterized by Haider Shah Durrani exhibited broad-spectrum inhibition with prominent clear zones against *C. albicans*, *Fusarium* spp., and *Aspergillus* spp. In contrast, the newly isolated indigenous dairy probiotics demonstrated marked antifungal activity against *Fusarium* spp. and *Aspergillus* spp.but showed no discernible antagonism against *C. albicans*. These findings establish that indigenous LAB from KP fermented dairy foods produce potent extracellular metabolites effective against filamentous phytopathogens, highlighting their promise as biocontrol agents in food preservation, post-harvest safety, and agricultural biotechnology.

Keywords: Probiotics; Lactic acid bacteria (LAB); Fermented dairy products; Khyber Pakhtunkhwa; Antifungal metabolites; Agar well diffusion; 16S rRNA sequencing; Biopreservation.

EXISTENCE, UNIQUENESS AND A DEEP GALERKIN METHOD APPROXIMATION FOR A DYNAMIC VISCOELASTIC CONTACT PROBLEM WITH LONG MEMORY

Othmane SARDI

FacultØ Polydisciplinaire de Sa , UniversitØ Cadi Ayyad, Marrakech, Maroc o.sardi.ced@uca.ac.ma

Abstract.

We study a dynamic contact problem for a viscoelastic body whose constitutive law combines an elastic term, a short-memory KelvinVoigt viscous term, and a long-memory Volterra integral term, coupled with a normal damped response condition and a Lipschitz, dissipative tangential damped response on the contact boundary. We derive the variational formulation of the problem in the natural energy space of the associated Gelfand triple, and prove the existence of a weak solution by the Galerkin method under a memory-kernel hypothesis (bounded, strongly measurable) weaker than the time-Lipschitz regularity typically assumed in this setting. We establish uniqueness under the sole Lipschitz continuity of the contact response functions, with neither a smallness condition on their Lipschitz constants nor a monotonicity assumption, via an Ehrling-type trace interpolation argument. We further prove that the solution depends Lipschitz-continuously, in the natural energy topology, on admissible perturbations of the normal and tangential contact laws. Finally, we develop a two-dimensional neural approximation of the problem in the spirit of the Deep Galerkin Method (DGM): a neural eld is trained to minimize the strong-form residual of the governing equations, without any spectral test space or reference solution. Numerical experiments illustrate the e ect of the contact response intensities on the solution and provide a close numerical veri cation of the theoretical continuous-dependence estimate. Keywords: dynamic contact problem; viscoelasticity; long memory; normal damped response; Galerkin method; continuous dependence; Deep Galerkin Method; neural approximation

SUSTAINABLE HALAL CREATIVE MODEL

Nova Fitriana, Salsabilla, Erlin Nazila Aprilianti, Lisna Amira Fauziah, Alivia Pusdika Jenada

Universitas K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

Abstract

The development of the halal industry has become increasingly important in responding to changes in consumer behavior, environmental challenges, and the growing demand for ethical and sustainable products. However, the development of halal products and services is often still focused on compliance with halal standards and economic benefits, while aspects of creativity, innovation, and environmental sustainability have received relatively limited attention. This study aims to develop a conceptual model of a Sustainable Halal Creative Model that integrates halal principles, creative innovation, and sustainability into business and marketing practices. The study employs a qualitative approach using a literature review method. Data are obtained from relevant scientific articles, books, reports, and other academic sources discussing halal industries, creative economy, sustainable development, consumer behavior, and halal marketing. The data are analyzed descriptively and thematically to identify the key elements and relationships that can support the development of a sustainable halal creative model. The proposed model consists of several interconnected dimensions, including halal compliance, creative innovation, environmental sustainability, social responsibility, consumer value, and economic sustainability. The integration of these dimensions is expected to encourage halal businesses to create products and services that are not only compliant with Islamic principles but also innovative, environmentally responsible, socially beneficial, and economically viable. The model also emphasizes the importance of collaboration among businesses, consumers, government, and other stakeholders in strengthening the sustainable development of the halal creative industry. This study concludes that integrating halal values with creativity and sustainability can provide a broader framework for developing an adaptive and competitive halal industry. The proposed model may serve as a conceptual foundation for further empirical research and practical strategies for sustainable halal business development.

Keywords: *Sustainable Halal Industry; Creative Innovation; Halal Business; Sustainability; Consumer Value*

REGIONAL ECONOMIC DIGITAL TRANSFORMATION

Mutiah Puspita Andiny, Raya Ajeng Pertiwi, M Farrel Azka Wimaramzy, Ardan Yudha Wiratama, Sultan Daffa Amrulloh

Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

Abstract

Digital transformation has brought significant changes to various economic activities, including the development of the creative economy and Micro, Small, and Medium Enterprises (MSMEs) in Central Java. The utilization of digital technologies through social media, marketplaces, e-commerce, and digital payment systems provides opportunities for businesses to expand market reach, improve efficiency, build customer relationships, and develop product innovations. This chapter discusses the digital transformation of the regional economy by focusing on the development of the creative economy, MSME digitalization, the utilization of digital platforms and marketplaces, changes in consumer behavior, and the challenges and strategies of MSME digital transformation. The discussion shows that digitalization is not merely related to the use of technology but also requires improvements in digital literacy, human resource capabilities, infrastructure, innovation, and the ability to understand changing consumer needs. Furthermore, integrating digitalization with halal products can enhance transparency regarding ingredients, production processes, and halal certification, thereby strengthening consumer trust. Therefore, the digital transformation of MSMEs in Central Java requires ecosystem support through collaboration among government institutions, higher education institutions, communities, financial institutions, technology companies, and business actors. Digitalization implemented gradually and according to business needs can strengthen MSME competitiveness, develop the potential of the creative economy, and support the growth of the halal industry in Central Java.

Keywords: digital transformation, creative economy, MSMEs, marketplace, consumer behavior, halal industry.

SOCIAL MEDIA AND THE CREATOR ECONOMY

Mutiah Puspita Andiny, Raya Ajeng Pertiwi, M Farrel Azka Wimaramzy, Ardan Yudha Wiratama, Sultan Daffa Amrulloh

Universitas Islam Negeri K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

Abstract

The rapid development of digital technology has transformed the global halal creative economy, particularly in the way Micro, Small, and Medium Enterprises (MSMEs) promote products, communicate with consumers, and develop their brands. Social media has evolved from a communication platform into an important business instrument that enables MSMEs to reach wider markets, build brand awareness, establish consumer relationships, and communicate halal values. This article aims to examine the role of social media marketing and consumer engagement in strengthening the development of the halal creative economy, with particular attention to MSMEs and local products in Central Java, Indonesia. This study employs a qualitative literature review approach by examining relevant academic literature on social media marketing, content creators, influencer marketing, storytelling, digital consumer communities, and halal creative industries. The findings indicate that effective social media marketing involves more than product promotion. Content creation, influencer collaboration, authentic storytelling, and digital consumer communities can contribute to stronger consumer engagement, trust, brand awareness, and loyalty. For halal products, transparent communication regarding ingredients, production processes, halal certification, and ethical business practices is particularly important in building consumer confidence. Furthermore, content creators and influencers can connect local products with wider digital audiences, while storytelling can strengthen the cultural identity and emotional value of products. Digital consumer communities can also provide opportunities for interaction, feedback, education, and collaborative product innovation. In the context of Central Java, these strategies offer opportunities to expand the market for local halal products while preserving cultural values and local identity. Therefore, integrating creativity, digital technology, authentic communication, halal values, and consumer participation can support the development of a more competitive and sustainable halal creative economy.

Keywords: Social Media Marketing, Consumer Engagement, Halal Creative Economy, Influencer Marketing, Digital Consumer Community

ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR THE HALAL CREATIVE ECONOMY

Mutiah Puspita Andiny, Raya Ajeng Pertiwi, M Farrel Azka Wimaramzy, Ardan Yudha Wiratama, Sultan Daffa Amrulloh

Universitas Islam Negeri K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

Abstract

Artificial Intelligence (AI) is one of the major developments in digital technology that plays an important role in supporting the transformation of economic activities, particularly among Micro, Small, and Medium Enterprises (MSMEs). AI enables various activities that previously required human capabilities, such as information processing, pattern recognition, content creation, data analysis, and decision-making, to be carried out more quickly and efficiently. In the creative economy, AI can be utilized to support idea generation, design development, content creation, marketing, and consumer analysis. This utilization offers significant opportunities in Central Java, which has various creative economy sectors, including batik, fashion, culinary products, handicrafts, design, arts, and tourism. AI can also support the development of the halal industry through the management of information related to raw materials, suppliers, production processes, marketing, and product traceability. However, the implementation of AI still faces several challenges, including limited digital literacy, data security and privacy, algorithmic bias, intellectual property rights, and ethical concerns. In the halal industry, AI also cannot replace the authority responsible for determining the halal status of products, as such decisions must remain based on Islamic principles and applicable certification mechanisms. Therefore, AI implementation needs to be carried out responsibly by positioning humans as the primary guides and final decision-makers. The integration of AI with human creativity, local cultural identity, and halal principles is expected to strengthen innovation, efficiency, and the competitiveness of MSMEs and the halal creative economy in Central Java.

Keywords: Artificial Intelligence, AI, MSMEs, Creative Economy, Halal Industry, Central Java.

SYNERGY BETWEEN THE CREATIVE ECONOMY AND THE HALAL INDUSTRY IN PROMOTING ECONOMIC GROWTH IN CENTRAL JAVA

Lia Fatra Nur Laili Kamalin, Diana Kristi, M Reza Fahrezi, Muhammad Romiz Assiddiqi, Ummu Kholil Prawesti

Universitas Islam Negeri K. H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

Abstract

The creative economy and halal industry are two interconnected fields that create added value through the integration of creativity, innovation, technology, and Sharia principles. The creative economy places ideas, creativity, knowledge, and human resources as the main factors in producing valuable products and services. Meanwhile, the halal industry is not limited to the halal status of products but also covers production, distribution, financing, and the development of a halal value chain that ensures the continuous implementation of halal principles. The integration of these two fields provides opportunities to develop halal products that not only comply with Sharia requirements but also offer uniqueness, quality, identity, and attractiveness to consumers. Digitalization further strengthens this integration through the use of technology in production, marketing, documentation, and halal value chain management. In addition, the circular economy approach can support the development of a more sustainable halal industry by reducing waste, reusing resources, and improving resource efficiency. The development of a halal creative economy ecosystem also requires human resources who understand both creativity and Sharia principles through education, training, and halalpreneurship programs. Collaboration among universities, government, industry, and communities is necessary to support research, innovation, business development, and capacity building. Therefore, the integration of the creative economy and halal industry can establish an economic ecosystem that connects creativity, innovation, technology, Sharia values, and sustainability to create added value and strengthen the development of halal products.

Keywords: creative economy, halal industry, innovation, halal value chain, sustainability.

MODERNİZATİON OF TRADİTİONAL CRAFT PRODUCTS İN PEMALANG

M. Nasrul Rusydi Al Arzaqina[1], May Naila Khoiroh [2], Nafal Fikri[3], Syihabud Din[4]

[1,2,3,4] Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia

Email: m.nasrul.rusydi.al.arzaqina24016@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

The modernization of traditional craft products is an important process for maintaining the sustainability of cultural heritage while adapting to changing consumer needs and market developments. Pemalang Regency has various traditional crafts, particularly Pemalang Batik and Goyor Woven Sarong, which possess distinctive cultural, aesthetic, and economic values. This study discusses the modernization of traditional craft products in Pemalang through technological development, product diversification, quality improvement, digital marketing, collaboration, and the integration of halal values. Modernization does not necessarily mean replacing traditional techniques with machines but can involve the use of technology as a supporting tool to improve production efficiency while maintaining the role and skills of artisans. The use of electric canting in Batik Cibelok production provides an example of how appropriate technology can support traditional craftsmanship. In addition, the development of Goyor Woven Sarong into fashion products and the combination of Goyor fabric with Pemalang Batik through the Gotik product demonstrate that modernization can expand the function and market potential of traditional crafts. Modernization also includes quality control, production standardization, packaging development, and the use of digital platforms to reach broader consumers, including younger generations. However, modernization needs to maintain local cultural identity through traditional motifs, materials, techniques, philosophies, and cultural narratives. Furthermore, the development of creative halal products requires attention to material safety, cleanliness, production processes, product quality, and ethical business practices. Therefore, modernization can serve as a strategy to keep Pemalang traditional crafts relevant, competitive, economically valuable, and sustainable without eliminating their cultural identity.

Keywords: Craft Modernization; Traditional Crafts; Pemalang; Goyor Woven Sarong; Creative Halal Products.

STRENGTHENING ISLAMIC FINANCIAL MANAGEMENT FOR SUSTAINABLE PESANTREN ECONOMIC INDEPENDENCE

Nadya Rahmah
UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

Abstract

Pesantren are Islamic educational institutions that increasingly play an important role not only in education and social services but also in economic activities. The growing diversity of pesantren activities, including cooperatives, shops, agriculture, livestock, production, services, and digital businesses, requires effective and sustainable financial management. This study discusses the role of Islamic financial management in strengthening the institutional capacity and economic independence of pesantren. The discussion emphasizes several essential aspects, including Islamic financial literacy, financial administration and recording, budgeting, accountability, digitalization, and diversification of income sources. Islamic financial management is understood not merely as ensuring that financial sources and transactions comply with Islamic principles, but also as a comprehensive process of planning, allocating, utilizing, developing, and reporting funds based on values such as trustworthiness, justice, transparency, accountability, efficiency, and public benefit. The management of different sources of funds, such as education fees, zakat, infaq, sadaqah, waqf, donations, government assistance, and business income, requires clear classification and appropriate internal controls. Digitalization can support more systematic financial recording and monitoring, but it should be accompanied by improved procedures, competencies, data security, and internal controls. Furthermore, income diversification through productive and market-oriented business activities can reduce dependence on a single source of funding. Ultimately, strong Islamic financial management can help pesantren move from reactive financial administration toward strategic resource management, enabling them to support educational sustainability, develop productive assets, improve welfare, and expand their social benefits.

Keywords: Islamic financial management; pesantren; financial literacy; economic independence; digitalization; accountability.

DIGITAL CONSUMER BEHAVIOR

Rofiqoh Aliyah Arifin, Zabrina Elvaretta, Nisa Agustin, Faizura Syifa Ramadhani, Pinky Nila Nawawiza

Universitas Islam Negeri K. H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

Abstract

The development of digital technology has significantly transformed consumer behavior, particularly in the way consumers search for information, evaluate products, build trust, interact with brands, and make purchasing decisions. This chapter discusses the dynamics of digital consumer behavior through five interconnected aspects: social media and purchasing decisions, influencer marketing and consumer trust, user-generated content (UGC), live commerce, and the use of artificial intelligence (AI) in marketing. Social media has evolved from a communication platform into an interactive marketing ecosystem where consumers obtain product information, exchange electronic word-of-mouth (e-WOM), and develop perceptions and trust toward brands. Influencers also play an important role as intermediaries between brands and consumers, with credibility, expertise, trustworthiness, attractiveness, authenticity, and parasocial relationships contributing to consumer trust and purchase intention. Meanwhile, UGC provides authentic experiences and social proof that can reduce uncertainty and perceived risk while strengthening brand trust and consumer engagement. The emergence of live commerce further integrates entertainment, real-time interaction, product demonstrations, and instant transactions, creating a more interactive and seamless shopping experience. In addition, AI increasingly supports digital marketing through big data analytics, personalized recommendations, chatbots, and predictive marketing, enabling businesses to better understand and respond to individual consumer preferences. Overall, digital consumer behavior is shaped by the interaction of psychological, social, and technological factors. Understanding these dynamics is essential for businesses to develop responsive, personalized, and trustworthy digital marketing strategies while maintaining transparency, data privacy, and meaningful human interaction.

Keywords: digital consumer behavior, social media, influencer marketing, user-generated content, live commerce, artificial intelligence

DIGITAL LITERACY AND DIGITAL ENTREPRENEURSHIP AS A FOUNDATION FOR PESANTREN-BASED ECONOMIC EMPOWERMENT

Nabila Azzahra

Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

Abstract

Digital transformation has created new opportunities for pesantren to strengthen the capacity of santri and develop community-based economic activities. In this context, digital literacy is no longer limited to the ability to operate digital devices, but also includes the ability to search, evaluate, process, produce, and disseminate information responsibly. This paper discusses the role of digital literacy in supporting the development of digital entrepreneurship and economic empowerment among santri. The discussion is based on relevant literature concerning digital literacy, digital entrepreneurship, pesantren transformation, and the utilization of social media and digital platforms. The findings indicate that strengthening digital literacy can help santri develop practical skills in digital marketing, content creation, product promotion, market information management, and online business management. Digital literacy also needs to be accompanied by ethical values, critical thinking, information verification, data security, and responsible digital communication. Furthermore, pesantren leadership and alumni networks have an important role in creating an environment that supports sustainable digital transformation. The integration of digital literacy into learning activities and entrepreneurship programs can enable santri to become not only consumers of technology but also creators of economic and social value. Therefore, digital literacy can serve as an important foundation for developing a sustainable pesantren-based economic empowerment ecosystem that connects education, technology, entrepreneurship, and Islamic values.

Keywords: digital literacy, santri, pesantren, digital entrepreneurship, economic empowerment

THE ROLE OF GOVERNMENT AND LOCAL GOVERNMENT İN STRENGTHENİNG COLLABORATİVE ECOSYSTEMS FOR SUSTAİNABLE DEVELOPMENT

Malika Kaza FATIYA (First author)1/ Muhammad Zaky MARDIKA(Second author)2/ Maia Salsa NURFARADISA (Third author)3/ Siti Rizkia Seprina WULANDARI(Fourth author)4/ Ika Fatimah Az ZAHRA (Fifth author)5

1 UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Sharia Economics,

malika.kaza.fatiya24115@mhs.uingusdur.ac.id, https://orcid.org/0009-0008-6648-3099

2 UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Sharia Economics,
muhammad.zaky.mardika24102@mhs.uingusdur.ac.id, https://orcid.org/0009-0008-7618-4949

3 UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Sharia Economics,
maia.salsa.nurfaradisa24109@mhs.uingusdur.ac.id, https://orcid.org/0009-0002-6083-9492

4 UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Sharia Economics,
siti.rizkia.seprina.wulandari24111@mhs.uingusdur.ac.id, https://orcid.org/0009-0008-2502-5809

5 UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Sharia Economics,

ika.fatimah.az.zahra24113@mhs.uingusdur.ac.id, https://orcid.org/0009-0007-7862-4226

Abstract

The government and local governments play an important role in building and strengthening collaborative ecosystems to support sustainable economic and social development. Collaboration between central government, local governments, private sectors, communities, academics, and other stakeholders is needed to create an ecosystem that is inclusive, adaptive, and responsive to local needs. This article discusses the role of government and local governments in strengthening collaboration and developing an integrated ecosystem through policy support, institutional coordination, resource facilitation, and community empowerment. The government acts as a regulator and facilitator by establishing policies, providing infrastructure, and creating an enabling environment for collaboration among stakeholders. Meanwhile, local governments have a strategic role in translating national policies into programs that are relevant to regional characteristics and community needs. Effective collaboration can encourage the exchange of knowledge, resources, technology, and networks among stakeholders, thereby increasing the capacity and competitiveness of local economic activities. Furthermore, strengthening the ecosystem requires continuous coordination, clear distribution of roles, active stakeholder participation, and the development of sustainable partnerships. Through collaborative governance, government and local governments can connect various actors and resources to create an ecosystem that supports innovation, economic growth, and community welfare. Therefore, strengthening collaboration between government, local governments, and other stakeholders is an important foundation for creating a sustainable and resilient ecosystem at both national and regional levels.

Keywords: Government; Local Government; Collaboration; Ecosystem Strengthening; Stakeholder Engagement.

ADOLESCENTS IN DIGITAL ENVIRONMENTS: SOCIAL MEDIA USE, ONLINE HARMS, AND PARENTAL MEDIATION IN ALBANIA

Dr. Monika TAÇI

Department of Social Work and Social Policy, Faculty of Social Sciences, University of Tirana, Albania

Research field: Social Work and Social Policy

E-mail: monikacenameri@yahoo.com

ORCID: https://orcid.org/0009-0006-6638-9778

Abstract

Digital technologies are embedded in adolescents' everyday routines, yet evidence from Albania remains limited on how young people's online experiences intersect with parental mediation. This qualitative study examines social media use, online harms and parental responses among adolescents in Tirana. Data were collected between October and December 2025 through semi-structured interviews with 20 tenth-grade students (10 girls and 10 boys, aged 15-16) from a public secondary school in Fresk, a peripheral Tirana area largely populated by families with relatively recent internal-migration histories, and two focus groups with 20 parents (16 mothers and 4 fathers), each the parent of one participating adolescent. Data were analysed thematically through participant triangulation. Findings show that social media is integrated into daily life, with reported use of approximately three to five hours per day and TikTok, Instagram and WhatsApp occupying central roles. Adolescents described communication, creative self-expression and informal learning alongside academic distraction, social comparison and emotional strain. Online harm was frequently embedded in existing peer relationships, including cyberbullying, misuse of images, account intrusion, threats and blackmail involving private material. Within this small qualitative sample, 8 of 10 girls reported at least one form of online harm compared with 5 of 10 boys. Only 5 of 20 parents reported using technical parental-control or monitoring tools; the remaining 15 neither used nor knew that such tools existed. Restrictive responses could also discourage adolescents from disclosing harmful experiences. The findings support a communication-centred model of parental mediation and a shared-responsibility approach involving families, schools, psychosocial services and public institutions.

Keywords: adolescents; social media; online harms; parental mediation; digital safety

1. INTRODUCTION

Digital media have become a routine part of adolescent development, shaping communication, leisure, school-related information seeking, self-presentation and peer relationships. In Albania, this transformation is taking place in a highly connected environment. Digital 2026: Albania reports approximately 2.45 million internet users at the end of 2025, corresponding to 88.4% of the population, and 1.35 million social media user identities, equivalent to 48.8% of the population *(DataReportal/Kepios, 2026).* The study context therefore reflects a broader environment in which digital participation is increasingly ordinary rather than exceptional.

The significance of social media for adolescents is not adequately captured by a simple distinction between benefit and harm. Platforms such as TikTok, Instagram, WhatsApp and YouTube provide spaces for communication, peer belonging, creativity and informal learning. At the same time, the same environments can produce distraction, social comparison, unwanted contact, cyberbullying, privacy violations and the circulation of personal material without consent. For adolescents, these opportunities and risks often coexist within the same daily practices.

Parental mediation is commonly defined as the range of strategies through which parents seek to influence children's and adolescents' digital experiences, including active discussion, safety guidance, restrictions, technical controls and monitoring *(Livingstone et al., 2011, 2017; Smahel et al., 2020*). Yet parental intentions and adolescent perceptions may differ. A parent may understand access to a device or account as protection, while the adolescent may experience the same action as surveillance or an intrusion into private peer communication. These differences become especially important when adolescents decide whether to disclose online harm to adults.

The present study examines these issues through the paired perspectives of adolescents and their own parents. Its purpose is to understand how 15-16-year-olds in a peripheral area of Tirana use social media, what they perceive as the benefits and costs of digital participation, what forms of online harm they encounter, and how parents understand and practice digital mediation. The study gives particular attention to the voices of participants and uses direct quotations as evidence within the thematic analysis.

Research Questions

RQ1. How are internet and social media use integrated into adolescents' everyday routines?

RQ2. What opportunities and negative consequences do adolescents associate with social media use?

RQ3. What forms of online harm are reported, and what differences are visible between girls' and boys' accounts within the sample?

RQ4. How do parents understand and practice digital mediation, and how do adolescents experience parental protection, control and privacy?

2. THEORETICAL FRAMEWORK

The study draws first on parental mediation theory. Research in the EU Kids Online tradition distinguishes between active or enabling mediation and restrictive mediation. Active mediation includes talking with adolescents about online activity, offering safety advice and helping them make judgements about content and contact. Restrictive mediation involves limits on time, applications, content or contacts, while technical mediation uses filters, monitoring tools and platform controls *(Livingstone et al., 2011, 2017; Smahel et al., 2020).* These categories are analytically useful because they distinguish communication from control and allow parental strategies to be compared with adolescents' own accounts.

Second, Bronfenbrenner's ecological perspective is used to interpret digital safety as a phenomenon located across interacting systems *(Bronfenbrenner, 1979).* The family is a key microsystem, but adolescents' online experiences

are also shaped by peer groups, school relationships, platform architectures and wider institutional responses. This is especially relevant when online harm originates from classmates or friends and moves between the digital environment and everyday school life.

Third, the analysis uses the concepts of social comparison and self-presentation to interpret adolescents' accounts of trends, likes, followers, comments and visibility *(Festinger, 1954; Goffman, 2016)*. Social media can support creative expression and social recognition while also creating pressure to imitate idealized content or remain visible to peers. The study therefore treats digital life as an opportunity–displacement continuum rather than as a binary positive–negative experience.

3. METHOD

This research employed an exploratory and descriptive qualitative design. Data collection took place between October and December 2025 in one public secondary school in Fresk, a peripheral area of Tirana largely populated by families with relatively recent histories of internal migration to the capital. The geographical description is used to contextualize the sample; the study did not collect sufficient socioeconomic or migration-history data to treat internal migration as an explanatory variable.

The adolescent sample consisted of 20 tenth-grade students aged 15-16 years: 10 girls and 10 boys. The parent sample consisted of 20 parents of these same adolescents: 16 mothers and 4 fathers. For each family, the parent invited to participate was the parent considered to have the most information about the adolescent's daily life and use of technology. This matched design allowed the study to compare adolescents' experiences directly with parental perceptions rather than treating the two groups as unrelated samples.

Twenty semi-structured in-depth interviews were conducted with adolescents. Questions addressed daily platform use, communication, creativity, informal learning, peer feedback, cyberbullying, unwanted contact, privacy, sharing of images and passwords, disclosure of negative experiences, and perceptions of parental rules. Two focus groups were conducted with parents. The focus groups explored parents' knowledge of adolescents' online activity, their concerns about risk, communication and rule-setting practices, use of technical controls, perceptions of privacy, and expectations for schools and public institutions.

The material was analysed thematically following *Braun and Clarke (2006, 2014)* and *Vaismoradi et al. (2013)*. The adolescent interviews were first coded for recurrent patterns of use, benefit, harm and parental intervention. Parent focus-group material was then analysed to confirm, challenge or nuance those themes. The findings are presented in a quotation-centred format: each analytical statement is followed, where the data permit, by participant voices that illustrate the pattern. Quotations were translated from Albanian into English by the author and lightly edited for grammar and readability without altering their substantive meaning.

Participation was voluntary. Adolescents and their legal guardians were informed about the purpose of the study, confidentiality, anonymity and the right to withdraw. Because participants were minors and came from a single school, the school is not identified by name in the conference manuscript.

Table 1. Methodological profile of the study

Dimension	Specification
Research design	Exploratory and descriptive qualitative study
Adolescents	20 students: 10 girls and 10 boys, aged 15–16
Parents	20 parents of the participating adolescents: 16 mothers and 4 fathers
Setting	One public secondary school in Fresk, a peripheral area of Tirana
Data collection	20 semi-structured adolescent interviews and 2 parent focus groups
Period	October-December 2025
Analysis	Thematic analysis with parent–adolescent participant triangulation

4. FINDINGS

4.1. Social media is embedded in adolescents' everyday routines

Views among adolescents

Social media is not described as a separate activity but as part of the ordinary rhythm of the day. Participants generally reported approximately three to five hours of internet and social-media use per day, especially after school and during the evening. The interviews show that online activity is often folded into free time, communication and the period before sleep.

"I spend most of my time watching videos on TikTok and talking with my friends on Instagram." -Teen girl, 15

"I mainly use WhatsApp to communicate, and Instagram and TikTok to pass the time." -Teen boy, 15

"I spend most of the day on TikTok and all my free time. It has become something of a priority." -Teen boy, 15

These statements show that different platforms serve overlapping functions. WhatsApp is mainly associated with direct communication, while TikTok and Instagram combine entertainment, peer interaction, content consumption and visibility. The adolescents' accounts also suggest that the distinction between 'being online' and 'doing something else' has become blurred.

Views among parents

Parents also recognize the intensity of use, even when they do not know the detail of what adolescents are doing online. Their concerns focus especially on the amount of time spent on TikTok and Instagram and the difficulty of setting limits that can be sustained.

"My daughter spends a lot of time online, especially on TikTok and Instagram." -Mother of a 16-year-old girl

The convergence between adolescent and parent accounts is important: intensive use is not only a self-description by adolescents but a visible feature of daily family life.

4.2. Social media creates opportunities for connection, creativity and informal learning, but also displaces time and attention

Views among adolescents

Adolescents identify genuine benefits in the same platforms that they also describe as distracting. The interviews contain repeated examples of communication, creative production and informal learning. Several participants used videos to learn make-up, drawing, crafts, cooking or other interests, while positive audience feedback could provide recognition and motivation.

"It has helped me express my creativity. I have made many different paintings and handicrafts from videos I watched." -Teen girl, 16

"It has helped me show the talent I have, and I received support from many people, which made me feel good." -Teen girl, 15

"I can watch a lot of make-up videos. I get more inspired to make other videos, and I have learned a lot by watching them."- Teen girl, 15

"I use the internet mainly to study and do my homework." -Teen boy, 15

The qualitative material therefore shows two forms of learning: formal school-related use and informal interest-driven learning. Yet these benefits coexist with displacement. Some adolescents described losing time for schoolwork or face-to-face interaction because social-media use continued through the afternoon and evening.

"When I stay online most of the time, I do not go out to spend time with friends; I stay inside. I also communicate much less with my family."- Teen boy, 16

The central finding is not that social media is either positive or negative. Rather, the same platform can expand social and creative possibilities while competing with study, offline interaction and attention.

Views among parents

Parents focus more strongly on displacement than on creative opportunity. In the focus groups, parents repeatedly returned to time use, school priorities and the difficulty of maintaining boundaries around phones and computers.

"We try to limit his time online by setting strict rules for the phone and computer, but sometimes it is difficult to enforce them."- Father of a 16-year-old boy

This difference in emphasis is analytically significant: adolescents often describe what social media gives them, whereas parents more often describe what they fear it may take away.

4.3. Online harm is often produced within peer relationships rather than only by strangers

Views among adolescents

Cyberbullying, privacy violations and blackmail are frequently relational. Participants reported insulting messages, threats, misuse of personal images, account intrusion, fake accounts, unwanted contact and attempted data theft. Some of the most consequential incidents involved classmates, friends or other known peers.

"I had bad experiences in online games where other players insulted me, but I did not report it anywhere."- Teen boy, 15

"A friend threatened to put our private conversations online, conversations that I did not want made public on social media." -Teen girl, 15

"They took my personal photos and used them for other accounts." - Teen girl, 16

"I had shared my Instagram password with a friend, and she used my account to have inappropriate conversations in my name with classmates." - Teen girl, 16

"One of the boys in my class thought he was joking and shared an edited photo of me in the class group. The fact that the photo is still circulating in chats makes me feel bad." -Teen girl, 16

"Someone with a fake account kept writing to me. Even after I blocked the account, they opened a new one." - Teen girl, 16

These accounts show that the boundary between online and offline relationships is porous. A classmate can become the source of digital harm; an image can be altered online but continue to affect school relationships; a friendship can provide access to passwords that are later misused. The findings therefore challenge a safety model focused only on unknown users.

Views among parents

Parents are highly concerned about bullying and contact with strangers, but their risk model is sometimes narrower than the adolescents' experience. Parents readily identified unknown contacts and cyberbullying as dangers, while the adolescent interviews showed that known peers were also important sources of harm.

"I am very worried about online bullying. My daughter had a bad experience when some children harassed her on social media." -Mother of a 15-year-old girl

"I am afraid of unknown people who may contact children online. I try to talk to my daughter about the risks, but I am not sure she fully understands them."- Mother of a 16-year-old girl

The contrast suggests that parent education should address not only 'stranger danger' but also peer-to-peer image sharing, password practices, impersonation, private-message blackmail and conflict that moves between school and social media.

4.4. Girls reported more online harm and described a stronger emotional burden within this sample

Views among adolescents

Eight of the ten girls reported at least one form of online harm, compared with five of the ten boys. This difference is descriptive and cannot be generalized to all Albanian adolescents, but it is reinforced by differences in how experiences were narrated. Girls more often described insecurity, humiliation, betrayal or ongoing distress related to image circulation and unwanted contact.

"I do not feel safe on my social networks. A friend took my photo from my account and shared it on other accounts." -Teen girl, 16

"The fact that that photo is still circulating in conversations makes me feel bad." -Teen girl, 16

Boys also reported insults and cyberbullying, especially in online games or peer communication, but several described these incidents as something to ignore or not take seriously. The qualitative difference may reflect type of exposure, social expectations around emotional expression, or reporting style as well as actual differences in harm.

4.5. Parents know that adolescents are online, but often do not know what they are doing there

Views among adolescents

General parental awareness does not necessarily translate into knowledge of concrete online practices. Several adolescents said their parents knew they used a phone or internet but did not know the platforms, accounts or specific activities involved.

"They see that I am on my phone, but they do not know specifically what I am doing." -Teen boy, 16

"They know that I play and communicate with friends, but it is not as if they monitor me." -Teen boy, 15

"My parents do not know that I opened TikTok. They tell me, 'Please, you need to be very careful."

-Teen boy, 15

These accounts identify a gap between parental concern and platform-specific knowledge. Advice can exist even when parents do not know which platform the adolescent uses or how that platform functions.

Views among parents

Only 5 of the 20 parents reported using technical parental-control or monitoring tools; the remaining 15 did not use them and said they were not aware that such tools existed. This finding indicates an awareness gap that precedes technical skill. Most parents relied instead on verbal guidance, time limits and general rules.

"I installed an application that monitors my daughter's internet activity, but sometimes it feels as if even that is not enough." -Mother of a 15-year-old girl

"We try to limit his time online by setting strict rules for the phone and computer, but sometimes it is difficult to enforce them." -Father of a 16-year-old boy

Even parents who used technical tools expressed uncertainty about effectiveness. The issue is therefore not simply whether monitoring is available, but whether parents understand the available safety resources and can combine them with communication.

4.6. Protection and privacy produce a disclosure dilemma

Views among adolescents

Adolescents do not uniformly interpret parental access as protection. Some participants accepted parental involvement, but others drew a clear boundary around private conversations and accounts. Their concern was not opposition to all parental guidance, but unrestricted access.

"*I do not think parents should have full access to TikTok with their children, because everyone should have their own privacy."* -Teen boy, 15

"I do not think parents should have full access to the internet with their children, especially with boys, because conversations between boys are different from conversations between girls." -Teen boy, 16

The most important consequence of this tension concerns disclosure. Some adolescents said they had concealed online harassment because they expected parents to respond by restricting internet use.

"I was harassed online, but I kept it to myself because I did not want my parents to stop me from using the internet." -Teen girl, 15

The same pattern was reported by a 15-year-old boy. This suggests that exposure to harm and adult awareness of that harm are not the same thing. A harmful experience can remain invisible if asking for help is expected to lead to punishment or loss of access.

Views among parents

Parents are substantially more supportive of greater access to adolescents' online activity than adolescents themselves. Eighteen of the 20 parents supported greater parental access as a protective measure, compared with 5 of the 20 adolescents. Parents justified this view primarily through fear of blackmail, harassment and adolescents' reluctance to disclose.

The contrast does not support a simple formula of *'more control equals more safety.*' It points instead to the need for negotiated boundaries in which adolescents understand what parents may check, when intervention is justified, and what will happen if they disclose a harmful experience.

4.7. Parents ask for digital knowledge, not only more control

Views among parents

Parents repeatedly framed their own lack of knowledge as part of the digital-safety problem. The focus groups show that parents did not simply ask for stronger authority over adolescents. They also asked for training, information and practical guidance.

"I would like to receive more information about how I can protect my child online. Sometimes I feel unsure about what I should do." -Mother of a 15-year-old girl

"We need specific training so that we can learn how to keep children safe online, because many parents are not familiar with the technology." -Father of a 15-year-old boy

Parents also placed responsibility beyond the family and explicitly requested a larger role for schools and public institutions.

"I think schools should do more to educate children and parents about internet safety." -Mother of a 15-year-old girl

"It would be very useful if government institutions offered educational programs for parents so that we could understand internet risks better." -Mother of a 16-year-old girl

This request is particularly important because none of the interviewed adolescents reported having approached the school psychosocial service to report cyberbullying, despite the negative experiences described in the interviews. The existence of a formal service therefore does not automatically mean that adolescents perceive it as an accessible route for help.

Table 2. Summary of key qualitative findings

Theme	**Empirical pattern**	**Analytical meaning**
Daily routine	Approximately 3-5 hours/day; TikTok, Instagram, WhatsApp central	Social media structures ordinary adolescent time.
Opportunities and displacement	Communication, creativity and learning coexist with distraction	Benefits and costs occur within the same practices.
Peer-generated harm	Known peers appear in image misuse, blackmail and account misuse	Digital safety must address peer relationships, not only strangers.
Gendered experience	8/10 girls vs. 5/10 boys reported at least one harm	The sample suggests gendered exposure and emotional interpretation.
Parental knowledge gap	5/20 parents used technical controls; 15/20 did not know such tools existed	Concern does not automatically produce platform-specific knowledge.
Privacy and disclosure	18/20 parents vs. 5/20 adolescents supported greater parental access	Intrusive or punitive control may reduce voluntary disclosure.
Shared responsibility	Parents requested training and stronger school/institutional support	Digital safety exceeds the capacity of families acting alone.

5. DISCUSSION

5.1. The same platforms produce both opportunity and displacement

The findings show that adolescents' social-media experiences cannot be reduced to risk exposure. Participants described platforms as spaces for friendship, creative experimentation and informal learning, but they also described competition for time, reduced offline interaction and pressure generated by trends and audience response. This ambivalence is consistent with recent international evidence showing that adolescents can simultaneously experience stronger connection and creativity alongside negative effects on productivity, confidence or well-being *(Faverio et al., 2025).*

"It has helped me show the talent I have, and I received support from many people, which made me feel good." -Teen girl, 15

The qualitative contribution of the present study is to show how these apparently contradictory outcomes are experienced in the same person and sometimes in the same activity. Creative posting can increase confidence through supportive feedback while also making the adolescent more exposed to public comments and judgement.

For this reason, interventions focused exclusively on reducing screen time may miss the social functions adolescents are trying to preserve.

5.2. Peer relationships are a central part of the risk environment

One of the strongest findings is that online harm frequently emerges from existing social relationships. The circulation of edited photographs, misuse of passwords and threats to publish private conversations were not primarily stories about unknown external actors. They were often stories about classmates, friends and people already inside the adolescent's social world.

"I had shared my Instagram password with a friend, and she used my account to have inappropriate conversations in my name with classmates." -Teen girl, 16

This pattern supports an ecological interpretation of digital safety. The school peer group and the online environment are not separate systems: the same relationship can continue across the classroom, messaging apps and social-media profiles. Digital-safety education should therefore include consent, password boundaries, image sharing, peer responsibility and the social consequences of online humiliation.

5.3. Gender should be treated as an analytical dimension, not as a population claim

Girls reported more online harms than boys within the sample and more often described ongoing insecurity or emotional distress. Recent U.S. survey research similarly reports more negative social-media experiences among girls in some domains, including mental health, confidence and sleep (Faverio et al., 2025). The present study cannot estimate prevalence, but it adds qualitative detail by showing that girls' narratives often focus on the continuing social life of images and comments after the initial incident.

"I do not feel safe on my social networks. A friend took my photo from my account and shared it on other accounts." -Teen girl, 16

Future research should test whether this pattern reflects different types of exposure, different norms of self-presentation, different emotional consequences, differences in willingness to report harm, or a combination of these factors.

5.4. The parental digital divide begins with awareness

The finding that 15 of the 20 parents did not know that technical parental-control tools existed sharpens the idea of a parental digital-skills gap. In this sample, the issue was often not difficulty using a specific setting; it was lack of awareness that this category of safety resource was available. This makes discoverability and parent-facing digital education important parts of platform safety.

"I would like to receive more information about how I can protect my child online. Sometimes I feel unsure about what I should do." -Mother of a 15-year-old girl

Platforms such as TikTok have developed Family Pairing and related well-being functions that can support time management and parental visibility. However, the existence of a technical feature does not make it protective if parents do not know it exists or do not understand what it does. Technical tools should therefore be treated as one element of mediation rather than a substitute for dialogue.

5.5. Restrictive control can unintentionally make harm less visible

The contrast between parental support for greater access and adolescents' privacy concerns creates a disclosure dilemma. Parents want more visibility because they fear that an adolescent may face blackmail or harassment without asking for help. Adolescents may conceal the same experiences if they believe disclosure will lead to internet bans or device restrictions.

"I was harassed online, but I kept it to myself because I did not want my parents to stop me from using the internet." -Teen girl, 15

This finding suggests that communication quality is itself part of digital safety. Rules and boundaries remain relevant, but adolescents need predictable reassurance that reporting harm will first produce support and problem-solving rather than punishment. A family can therefore be highly concerned about digital risk while still having limited visibility into what the adolescent is actually experiencing.

5.6. Families alone cannot carry the full burden of digital safety

The parents' requests for school and institutional support indicate that digital safety is experienced as a shared-responsibility problem. Families can discuss rules, offer emotional support and use platform settings, but they cannot independently manage peer circulation of images, school-based bullying, platform design or persistent fake accounts. Schools, psychosocial services and public institutions are therefore relevant not as substitutes for parents but as additional layers of support.

"I think schools should do more to educate children and parents about internet safety." -Mother of a 15-year-old girl

The fact that none of the interviewed adolescents reported approaching the school psychosocial service despite describing negative online experiences points to a gap between formal provision and perceived accessibility. Future interventions should focus not only on whether a service exists but on whether adolescents trust it, understand when to use it and believe that confidentiality will be respected.

6. CONCLUSION, DISCUSSION AND RECOMMENDATIONS

This study examined social media use, online harms and parental mediation through the perspectives of 20 adolescents and their 20 parents in a peripheral area of Tirana. The findings show that social media is a routine social infrastructure in adolescents' lives. It supports communication, creativity, self-expression and informal learning, while also producing distraction, social comparison and exposure to multiple forms of online harm.

The most important empirical contribution is the visibility given to participants' own accounts. Adolescents describe a digital environment in which harm is frequently connected to ordinary peer relationships. Parents, in contrast, often focus on unknown contacts and on the challenge of controlling time online. This difference does not mean that one group understands the problem correctly and the other incorrectly; it shows that adolescents and parents occupy different positions inside the same digital ecology.

The gender pattern within the sample also merits attention. Eight of ten girls and five of ten boys reported at least one form of online harm. Girls more often described insecurity and emotional consequences connected with image misuse or persistent contact. Because the sample is small and qualitative, this should be treated as a direction for further research rather than a prevalence estimate.

Parental mediation emerged as a second central issue. Only five of the twenty parents reported using technical parental-control or monitoring tools, while the other fifteen said they were not aware that such tools existed. At the same time, eighteen parents supported greater parental access to adolescents' online lives, compared with five adolescents. This produces a practical tension: parents may seek more control because they fear hidden harm, while adolescents may hide harm because they fear the consequences of parental control.

The findings support four practical recommendations. First, parent education should include basic platform literacy, privacy settings, reporting tools, technical parental-control options and non-punitive responses to disclosure. Second, school-based digital-safety education should address peer-to-peer harm, image consent, password sharing and the movement of conflict between online and offline spaces. Third, school psychologists and social workers should develop visible, confidential and adolescent-friendly routes for reporting cyberbullying

and privacy violations. Fourth, public institutions and platforms should provide accessible guidance for parents and young people rather than assuming that safety features will be discovered and understood independently.

The study therefore argues for a shift from a narrow model of parental control toward communication-centred parental mediation and shared digital-safety responsibility. The purpose is not to remove adolescents' autonomy from the digital environment, but to create conditions in which they can use digital spaces for connection and learning while having credible and trusted routes to help when harm occurs.

Limitations

The study is exploratory and should be interpreted within the limits of its design. Participants were recruited from one public secondary school in a peripheral area of Tirana through purposive sampling, and the results cannot be statistically generalized to Albanian adolescents or parents as a whole. The parent group was predominantly female, limiting comparison between mothers and fathers. All data were self-reported and may be affected by recall, selective disclosure and social desirability. The numerical comparisons by gender and parental-control use describe this sample only. Finally, although the area is characterized by relatively recent internal-migration histories, the study did not collect sufficient socioeconomic or migration data to test the effect of these factors. Future research should include multiple schools, regions and socioeconomic settings and combine qualitative interviews with larger survey samples.

REFERENCES

Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. Organizational Behavior and Human Decision Processes, 50(2), 179–211. https://doi.org/10.1016/0749-5978(91)90020-T

Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. Qualitative Research in Psychology, 3(2), 77–101. https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa

Braun, V., & Clarke, V. (2014). Thematic analysis. In T. Teo (Ed.), Encyclopedia of critical psychology (pp. 1947–1952). Springer.

Bronfenbrenner, U. (1979). The ecology of human development: Experiments by nature and design. Harvard University Press.

DataReportal/Kepios. (2026). Digital 2026: Albania. DataReportal.

Faverio, M., Anderson, M., & Park, E. (2025, April 22). Teens, social media and mental health. Pew Research Center.

Festinger, L. (1954). A theory of social comparison processes. Human Relations, 7(2), 117–140. https://doi.org/10.1177/001872675400700202

Goffman, E. (2016). The presentation of self in everyday life. Anchor Books.

Gvineria, D., Anzelm, D., Hallkaj, E., Verzivolli, I., & Gjergji, O. (2019). One Click Away: Children's experience of internet use in Albania. UNICEF Albania & IPSOS Strategic Marketing.

INSTAT. (2025). Përdorimi i teknologjive të informacionit dhe komunikimit në familjet shqiptare. Instituti i Statistikave.

Livingstone, S., Haddon, L., Görzig, A., & Ólafsson, K. (2011). Risks and safety on the internet: The perspective of European children. EU Kids Online, London School of Economics and Political Science.

Livingstone, S., Ólafsson, K., Helsper, E. J., Lupiáñez-Villanueva, F., Veltri, G. A., & Folkvord, F. (2017). Maximizing opportunities and minimizing risks for children online: The role of digital skills in emerging strategies of parental mediation. Journal of Communication, 67(1), 82–105. https://doi.org/10.1111/jcom.12277

Smahel, D., Helsper, E. J., Green, L., Kalmus, V., Blinka, L., & Holloway, D. (2020). EU Kids Online 2020: Survey results from 19 countries. EU Kids Online.

TikTok. (2025). New ways we're supporting parents and helping teens build balanced digital habits. TikTok Newsroom.

Vaismoradi, M., Turunen, H., & Bondas, T. (2013). Content analysis and thematic analysis: Implications for conducting a qualitative descriptive study. Nursing & Health Sciences, 15(3), 398–405. https://doi.org/10.1111/nhs.12048

Valcke, M., Bonte, S., De Wever, B., & Rots, I. (2010). Internet parenting styles and the impact on Internet use of primary school children. Computers & Education, 55(2), 454–464.

THE ACQUISITION AND USE OF NEGATIVE FORMS IN ENGLISH THROUGH A BILINGUAL APPROACH: ENGLISH–ALBANIAN

PhD C Enkelejt AVDYLI

University of Durres

Prof Assoc Drita AVDYLI

Abstract

The acquisition of negation represents an important aspect of second language development because negative constructions require learners to coordinate grammatical structure, auxiliary verbs, tense, agreement, word order, and semantic interpretation. For Albanian-speaking learners of English, the acquisition of English negative forms may be influenced by the structural similarities and differences between Albanian and English. This article examines the acquisition and use of English negative forms through a bilingual English–Albanian approach. It focuses particularly on the role of cross-linguistic influence, language transfer, contrastive awareness, and explicit comparison between the two linguistic systems. English expresses verbal negation through a range of structures, including *not*, *do/does/did* + *not*, negative forms of *be*, modal auxiliaries, negative pronouns, negative adverbs, and negative determiners. Albanian, in contrast, generally uses preverbal negative particles such as *nuk* and *s'*, while *mos* is associated with particular non-indicative and prohibitive contexts. Albanian also permits negative-concord structures in which more than one negative element contributes to a single negative interpretation. These differences create potential areas of difficulty for Albanian-speaking learners of English. The article argues that a bilingual approach can make these contrasts explicit and can help learners develop metalinguistic awareness of how negation operates in the two languages. Rather than treating Albanian influence exclusively as a source of errors, the bilingual approach conceptualizes the first language as a pedagogical resource. The article proposes a comparative research framework involving grammatical tasks, translation activities, error analysis, and learner reflection. It concludes that systematic English–Albanian comparison may contribute to more conscious and accurate acquisition of English negative forms while providing a basis for further empirical research.

Keywords: English negation, Albanian, bilingual approach, second language acquisition, language transfer, cross-linguistic influence, negative forms, metalinguistic awareness

1. Introduction

The acquisition of grammatical negation is a fundamental component of language development. The ability to express that an event does not occur, that a state is not true, or that an individual does not possess or perform something is essential for effective communication. However, the grammatical expression of negation varies considerably across languages. Learners therefore need to acquire not only the meaning of negation but also the grammatical mechanisms through which negative meanings are encoded in the target language.

English presents a particularly interesting case for learners whose first language is Albanian. English verbal negation involves a distinction between lexical verbs and auxiliary verbs and frequently requires the use of *do*, *does*, or *did*. For example, the affirmative sentence *She works every day* becomes *She does not work every day*, while *They worked yesterday* becomes *They did not work yesterday*. In contrast, forms of *be* normally take *not* directly: *She is not here* and *They were not ready*. English modal auxiliaries also form negation without *do*, as in *cannot*, *should not*, and *will not*. These distinctions create a grammatical system that learners must internalize.

Contemporary English grammar references explicitly distinguish these patterns. For example, *do/does/did* + *not* is used with lexical verbs in the present and past simple, whereas *be* forms negative constructions directly with *not* (British Council, n.d

Albanian organizes negation differently. In standard Albanian, verbal negation is commonly expressed by the preverbal particles *nuk* and *s'*, while *mos* has an important role in prohibitive and certain modal or dependent constructions. Recent linguistic research also identifies Albanian as a language with strict negative concord, meaning that negative indefinites can occur together with the negative marker without producing a positive interpretation (Savoia, 2025).

These differences make English–Albanian comparison particularly relevant in the study of English acquisition. A learner may understand the semantic concept of negation while still producing a grammatically inappropriate English form because the learner relies on patterns established in Albanian. Such phenomena are commonly discussed in second language acquisition in terms of cross-linguistic influence or language transfer.

The central argument of this article is that bilingualism should not necessarily be viewed as an obstacle to English grammatical development. Instead, learners' knowledge of Albanian can be deliberately incorporated into English instruction to develop contrastive and metalinguistic awareness. A bilingual approach allows learners to observe how similar meanings are encoded through different grammatical systems.

The purpose of this article is therefore to examine how English negative forms can be acquired through an explicit English–Albanian bilingual approach and to identify the potential pedagogical benefits of comparing the two systems.

2. Theoretical Background

2.1. Negation in language acquisition

Negation has attracted considerable attention in linguistic and second language acquisition research because it combines semantic, syntactic, morphological, and pragmatic dimensions. Learning to say *not* is therefore not simply a matter of memorizing a negative word. Learners need to know where the negative element occurs, what auxiliary is required, how tense is represented, and how the negative construction interacts with other elements of the sentence.

Research on the acquisition of English negation by bilingual learners demonstrates the relevance of multilingual experience to the development of negative structures. Perales, García Mayo, and Liceras (2009), for example, examined the acquisition of English negation by Spanish–Basque bilingual learners and investigated the relationship between negation, functional categories, and cross-linguistic transfer. Their findings illustrate that

bilingual learners' acquisition of English negation can be examined through the interaction of their existing linguistic systems and the target language. The relevance of such research to English–Albanian learners lies not in assuming that all bilingual populations behave identically, but in recognizing that the structural properties of the languages involved can shape learning processes.

2.2. English negative forms

English has several major grammatical strategies for expressing negation.

The first is the use of *not* with forms of *be*:

- *I am not tired.*
- *She is not at home.*
- *They were not ready.*

The second is the use of the auxiliary *do*:

- *I do not understand.*
- *He does not speak English.*
- *They did not come yesterday.*

The third involves modal auxiliaries:

- *She cannot swim.*
- *You should not worry.*
- *They will not attend.*

In the present simple, *do* and *does* are particularly important. The third-person singular distinction requires *doesn't*, while other persons normally use *don't*. The lexical verb remains in its base form after the auxiliary:

She doesn't work.

not:

She doesn't works.

The same principle applies to past simple negation:

They didn't go.

not:

They didn't went.

These patterns can create difficulties because English distributes grammatical information across the auxiliary and lexical verb.

English also contains negative adverbs and pronouns, including *never*, *nothing*, *nobody*, *nowhere*, and *neither*. In formal and complex structures, negation may interact with inversion and emphasis. For example, negative adverbials can trigger subject–auxiliary inversion in structures such as *Rarely have I seen...* or *Not only do they...*

Thus, "negative forms" should be understood broadly. The acquisition of English negation involves a network of grammatical structures rather than a single rule.

3. Negation in Albanian

Albanian provides an important point of comparison because its negative system differs substantially from English in several respects.

In indicative constructions, *nuk* and its shortened form *s'* occur before the verb:

- *Unë nuk flas anglisht.*
  I do not speak English.
- *Ajo nuk punon këtu.*
  She does not work here.
- *Ai s'erdhi dje.*
  He did not come yesterday.

Albanian therefore places the principal verbal negative marker before the verb without requiring an auxiliary equivalent to English *do*.

This is structurally significant for English learners. An Albanian-speaking learner may recognize the need to express negation but initially attempt to transfer the familiar preverbal negative pattern into English.

For example, a learner may produce an error such as:

I not understand.

instead of:

I do not understand.

Similarly, a learner may produce:

She not works.

instead of:

She does not work.

Such examples are pedagogically valuable because they demonstrate that the learner may understand the negative meaning while having difficulty acquiring the grammatical architecture of English negation.

Albanian also distinguishes negative particles according to grammatical and modal contexts. The particle *mos* is associated particularly with prohibitive constructions:

Mos shko!
Do not go!

The distinction between *nuk* and *mos* demonstrates that Albanian negation itself is grammatically complex. Contemporary descriptions of Albanian identify *nuk/s'* as important markers of indicative negation and *mos* as a modal/prohibitive negative marker. (Cambridge University Press)

Another important characteristic is negative concord. In Albanian, negative indefinites may occur together with the verbal negative marker. For example:

Askush nuk erdhi.

literally contains both a negative pronoun and a negative verbal marker, but the sentence means:

Nobody came.

It does not mean that "nobody did not come." Research on Albanian negative concord describes this as a systematic grammatical property rather than an accidental use of two negatives (Savoia, 2025). (Czasopisma TNKUL)

This difference is particularly important in English–Albanian bilingual instruction because English learners may need to understand that the relationship between multiple negative elements is not identical in the two languages.

4. English–Albanian Contrastive Perspective

A contrastive approach provides a systematic way of identifying similarities and differences between the learner's first language and the target language.

The following comparison illustrates several central differences:

Grammatical function	English	Albanian
Present simple negative	I do not work.	Unë nuk punoj.
Third-person singular	She does not work.	Ajo nuk punon.
Past negative	They did not come.	Ata nuk erdhën.
Negative *be*	He is not here.	Ai nuk është këtu.
Negative command	Do not go!	Mos shko!
Negative indefinite	Nobody came.	Askush nuk erdhi.
Negative object	I saw nothing.	Nuk pashë asgjë.

The comparison shows that both languages have clear mechanisms for expressing negation, but the mechanisms are not identical.

The most pedagogically significant difference concerns auxiliary *do*. English requires *do/does/did* in many negative constructions involving ordinary lexical verbs, whereas Albanian generally marks negation through a preverbal negative particle. This means that the English learner must acquire a structural operation that is not directly equivalent to the Albanian pattern.

For instance:

Albanian:
Unë nuk lexoj librin.

English:
I do not read the book.

The semantic relationship is straightforward, but the grammatical realization is different.

The third-person singular presents an additional challenge:

Albanian:
Ajo nuk punon.

English:
She does not work.

In Albanian, the verb itself carries the relevant person/number morphology. In English, the negative auxiliary *does* carries the third-person singular marking while the lexical verb returns to its base form. This creates a potential source of errors such as:

She doesn't works.

A bilingual approach can explicitly explain this difference rather than simply correcting the learner's sentence.

5. Cross-Linguistic Influence and Language Transfer

The concept of cross-linguistic influence is central to understanding second language acquisition. Learners do not acquire a new language without reference to their previous linguistic knowledge. Their existing grammatical representations may influence the interpretation and production of the target language. This influence can be facilitative when the two languages have similar structures. It can also result in errors when learners assume that a structure in the first language corresponds directly to a structure in the second language.

In the case of English and Albanian negation, some similarities may facilitate acquisition. Both languages have grammatical mechanisms for distinguishing affirmative and negative propositions, and both use negative particles in verbal constructions. However, the location and grammatical function of those markers differ.

A learner who knows:

Unë nuk flas anglisht.

may have no difficulty understanding the meaning of:

I do not speak English.

The difficulty may arise in learning that English requires an auxiliary in this context.

This distinction supports a more sophisticated view of transfer. The problem is not necessarily "Albanian interference" in a simplistic sense. Rather, learners may apply a valid grammatical strategy from their first language to a second language in a context where the target language uses another strategy. Bilingual instruction can make this process visible. Instead of treating an error as an isolated failure, the teacher can ask:

1. How is negation formed in Albanian?
2. How is negation formed in English?
3. What is similar?
4. What is different?
5. Which part of the Albanian structure cannot be transferred into English?

This process develops metalinguistic awareness.

6. The Bilingual Approach to the Acquisition of English Negation

A bilingual approach does not mean replacing English with Albanian. Rather, it means using the learner's existing linguistic knowledge strategically to support the acquisition of English.

6.1. Contrastive explanation

The first stage can involve direct comparison.

For example:

Albanian:
Ai nuk punon këtu.

English:
He does not work here.

The teacher can highlight three differences:

1. Albanian uses *nuk*.

2. English uses *does not*.
3. English lexical verb *work* remains in the base form after *does*.

This explanation allows the learner to understand the grammatical reason behind the form.

6.2. Translation as a learning activity

Translation can be used not simply as an assessment activity but as a tool for grammatical awareness.

Students can be given sentences such as:

Unë nuk e di.

and asked to translate:

I do not know.

They can then be asked to identify which element expresses negation in each language.

A reverse task can also be used:

She doesn't like coffee.

→ *Ajo nuk e pëlqen kafenë.*

The purpose is not to suggest that every English structure has a one-to-one Albanian equivalent. Instead, translation can reveal differences in grammatical organization.

6.3. Error analysis

Error analysis is particularly useful for identifying recurring problems.

Possible learner errors include:

- *I not understand.*
- *He don't work.*
- *She doesn't works.*
- *They didn't went.*
- *He not is here.*

These errors can be classified according to their source:

Error	Target form	Possible explanation
I not understand.	I do not understand.	Missing auxiliary
He don't work.	He doesn't work.	Agreement error
She doesn't works.	She doesn't work.	Double marking of tense/agreement
They didn't went.	They didn't go.	Incorrect lexical verb form
He not is here.	He is not here.	Transfer of negative placement

Such analysis can help teachers distinguish between different grammatical problems rather than treating all negative errors as one category.

7. Acquisition of Negative Forms and Metalinguistic Awareness

One of the potential advantages of bilingual instruction is the development of metalinguistic awareness.

Metalinguistic awareness refers to the ability to reflect consciously on language as a system. In the context of English–Albanian negation, students can become aware that languages may express the same communicative function through different grammatical structures.

For example, students can compare:

She doesn't speak English.

with:

Ajo nuk flet anglisht.

The comparison can lead to the following observation:

English uses an auxiliary construction, whereas Albanian uses a preverbal negative particle.

The learner is therefore not simply memorizing *doesn't*. The learner is developing an understanding of why *doesn't* occurs in the English sentence. This distinction is pedagogically important. Memorization may allow students to reproduce familiar examples, while metalinguistic awareness can potentially support transfer of grammatical knowledge to new contexts. The importance of understanding the relationship between negative markers and tense is particularly evident in the past tense. English uses *did not + base verb*:

They did not go.

The past tense is carried by *did*, and therefore *go* remains in its base form. This contrasts with the Albanian pattern in which the verb itself expresses tense:

Ata nuk shkuan.

A bilingual explanation can therefore make explicit the different distribution of grammatical information.

8. Methodological Framework for Empirical Research

To investigate the acquisition of English negative forms among Albanian-speaking learners empirically, a mixed-method or quasi-experimental design could be employed.

8.1. Participants

A future study could involve Albanian-speaking learners of English divided according to proficiency level. For example, participants could be recruited from secondary schools, universities, or English language courses.

The groups could include:

- elementary learners;
- intermediate learners;
- upper-intermediate learners.

A bilingual instructional group could be compared with a group receiving predominantly English-only grammar instruction.

8.2. Research questions

The proposed research could address the following questions:

RQ1: What types of errors do Albanian-speaking learners make when producing English negative forms?

RQ2: Which English negative structures create the greatest difficulty?

RQ3: To what extent does Albanian grammatical structure appear to influence learners' production of English negation?

RQ4: Does explicit English–Albanian contrastive instruction improve learners' accuracy in producing English negative forms?

RQ5: Does bilingual instruction increase learners' metalinguistic awareness of English negation?

8.3. Hypotheses

The following hypotheses could be tested:

H1: Albanian-speaking learners will demonstrate recurring difficulties with English auxiliary *do/does/did* in negative constructions.

H2: Errors involving third-person singular agreement will occur frequently in English negative sentences.

H3: Learners receiving explicit English–Albanian contrastive instruction will demonstrate greater awareness of the structural differences between the two languages.

H4: Bilingual instruction will be particularly useful for reducing errors involving auxiliary selection and base-form verbs after *doesn't* and *didn't*.

These hypotheses should be tested empirically rather than treated as established findings.

9. Proposed Research Instruments

A comprehensive study could use four complementary instruments.

9.1. Grammar production test

Learners could be asked to transform affirmative sentences into negative ones:

She works here.

→ *She does not work here.*

They went home.

→ *They did not go home.*

9.2. Translation test

Participants could translate Albanian negative sentences into English:

Ajo nuk punon këtu.

→ *She does not work here.*

Ata nuk erdhën dje.

→ *They did not come yesterday.*

This task would be particularly useful for identifying potential cross-linguistic influence.

9.3. Error correction task

Students could receive sentences containing errors:

He don't like football.

She doesn't works here.

They didn't went to school.

Students would be asked to correct the sentences and explain the reason for the correction.

9.4. Learner reflection questionnaire

A questionnaire could investigate whether learners consciously perceive differences between English and Albanian negation.

Possible questions could include:

- Is English negation similar to Albanian negation?
- When do you use *do/does/did*?
- Why is the verb in the base form after *doesn't*?
- Which English negative structures do you find difficult?
- Does comparing English and Albanian help you understand English grammar?

This would provide qualitative evidence about learners' metalinguistic awareness.

10. Discussion

The English–Albanian comparison demonstrates that the acquisition of negative forms involves more than learning a set of vocabulary items. Learners must develop a new grammatical representation of how negation interacts with tense, agreement, auxiliaries, lexical verbs, and sentence structure. One of the central differences concerns auxiliary *do*. Because Albanian does not use an equivalent auxiliary in the same way in ordinary verbal negation, Albanian-speaking learners may initially omit *do*, overgeneralize it, or use it incorrectly. Another potentially important area is agreement. English distinguishes *don't* and *doesn't*, while Albanian expresses person and number differently through verbal morphology. Learners therefore have to reorganize the relationship between the negative marker, the auxiliary, and the lexical verb.

The contrast becomes particularly clear in the past:

They didn't go.

Here *did* expresses past tense while *go* remains uninflected. In Albanian:

Ata nuk shkuan.

the past-tense information is expressed in the verb form itself.

This difference can explain why sentences such as *They didn't went* may occur during English acquisition. Such an error should not necessarily be interpreted simply as a lack of knowledge. It can reflect the learner's developing understanding of how English distributes grammatical information.

The bilingual approach provides a pedagogical mechanism for making this difference explicit.

It is also important to recognize that bilingual instruction should not encourage learners to translate mechanically between the two languages. English and Albanian are independent grammatical systems. The objective of comparison is therefore to develop awareness, not to establish direct equivalence between every form.

The literature on bilingual acquisition supports the relevance of examining how more than one linguistic system interacts during the acquisition of an additional language. Research on bilingual learners' acquisition of English negation has demonstrated that negation can be investigated through the interaction of functional categories and cross-linguistic influence (Perales et al., 2009). For Albanian-speaking learners, the comparison is especially useful because Albanian has its own complex system of verbal negation and negative concord. Recent linguistic

work describes Albanian as exhibiting strict negative concord, with negative indefinites and adverbials occurring together with negative markers.

This creates an additional pedagogical issue. English and Albanian do not necessarily interpret multiple negative elements in the same way. Consequently, learners may need explicit instruction in the distinction between negative concord and English negative constructions.

11. Pedagogical Implications

The findings of the theoretical comparison suggest several implications for English language teaching in Albanian-speaking contexts.

First, teachers should consider making grammatical contrasts explicit. Instead of presenting *do/does/did* only as isolated grammar rules, teachers can explain their relationship to Albanian negation.

Second, error correction can be combined with contrastive explanation. When a learner produces:

She doesn't works.

the teacher can explain not only that the sentence is incorrect but also why the lexical verb must be in the base form after *does*.

Third, bilingual examples can be used systematically in classroom materials. A lesson on English negation could contain parallel English–Albanian sentences followed by an analysis of similarities and differences.

Fourth, translation activities can be used strategically. Translation should not become the only method of instruction, but it can provide valuable evidence of how learners conceptualize grammatical relationships.

Fifth, learners should be encouraged to formulate grammatical rules themselves. For example, after comparing:

I don't work.

She doesn't work.

They didn't work.

students could identify the pattern:

When *do/does/did* carries tense or agreement information, the lexical verb appears in the base form.

Such learner-generated explanations may contribute to deeper grammatical awareness.

Finally, teachers should recognize the value of learners' first language. Rather than conceptualizing Albanian exclusively as a source of interference, it can be used as a linguistic resource that enables learners to analyze English more consciously.

12. Conclusion

The acquisition of English negative forms presents an important area of research in English language learning among Albanian-speaking learners. Although the communicative concept of negation is shared by English and Albanian, the grammatical mechanisms used to express it differ in significant ways. English frequently relies on auxiliary *do/does/did* in the negation of lexical verbs, while Albanian generally uses preverbal negative particles such as *nuk* and *s'*. English also requires learners to understand the relationship between auxiliary verbs, tense, agreement, and the base form of the lexical verb. Albanian, meanwhile, has its own distinctive system involving *nuk*, *s'*, *mos*, and negative concord. These differences create potential areas of difficulty for Albanian-speaking learners of English. However, they also provide an opportunity for pedagogical innovation.

A bilingual English–Albanian approach can transform differences between the two languages into a resource for learning. Through contrastive analysis, translation, error analysis, and learner reflection, students can become more aware of how grammatical meaning is constructed in each language. The proposed research framework provides a basis for future empirical investigation. A study comparing bilingual contrastive instruction with English-only instruction could determine whether explicit English–Albanian comparison improves learners' accuracy and metalinguistic awareness in the acquisition of English negative forms. Ultimately, the bilingual approach should not be understood as replacing English instruction with Albanian. Its purpose is to use the learner's complete linguistic repertoire to facilitate conscious learning of the target language. In this perspective, Albanian is not simply a source of interference but also a potential cognitive and pedagogical resource for acquiring English grammar.

References

British Council. (n.d.). *Present simple*. LearnEnglish. (LearnEnglish - British Council)

British Council. (n.d.). *Questions and negatives*. LearnEnglish. (LearnEnglish - British Council)

British Council. (n.d.). *Short forms*. LearnEnglish. (LearnEnglish - British Council)

Horn, L. R. (1989). *A natural history of negation*. University of Chicago Press.

Jespersen, O. (1917). *Negation in English and other languages*. A. F. Høst & Søn.

Laka, I. (1990). *Negation in syntax: On the nature of functional categories and projections* [Doctoral dissertation, Massachusetts Institute of Technology].

Perales, S., García Mayo, M. del P., & Liceras, J. M. (2009). The acquisition of L3 English negation by bilingual (Spanish/Basque) learners in an institutional setting. *International Journal of Bilingualism, 13*(1), 3–33. https://doi.org/10.1177/1367006909103527 (Sage Journals)

Savoia, L. M. (2025). Negation in Albanian: N-words. *Rivista di Linguistica?* [The publication details should be verified against the final journal issue before submission].

White, L. (2003). *Second language acquisition and universal grammar*. Cambridge University Press.

Additional theoretical references

Ellis, R. (2008). *The study of second language acquisition* (2nd ed.). Oxford University Press.

Gass, S. M., & Selinker, L. (2008). *Second language acquisition: An introductory course* (3rd ed.). Routledge.

Odlin, T. (1989). *Language transfer: Cross-linguistic influence in language learning*. Cambridge University Press.

Ortega, L. (2009). *Understanding second language acquisition*. Hodder Education.

VanPatten, B., & Williams, J. (Eds.). (2015). *Theories in second language acquisition: An introduction* (2nd ed.). Routledge.

DIGITAL CONNECTIVITY AND YOUTH UNEMPLOYMENT IN THE WESTERN BALKANS: A MACRO-PANEL TEST OF THE CONNECTIVITY–ABSORPTIVE CAPACITY HYPOTHESIS

Eda Bezhani
Department of Statistics and Applied Informatics, Faculty of Business
Aleksandër Moisiu University of Durrës, Albania
Email: edabezhani82@gmail.com | ORCID: 0000-0001-7090-1881

ABSTRACT

This paper re-examines the relationship between digital connectivity and youth unemployment at the macroeconomic level in five Western Balkan economies over 2005–2023. Unlike studies that infer individual employment effects from aggregate indicators, the analysis is explicitly framed as a country-level test of whether rising Internet penetration is associated with changes in national youth unemployment after controlling for persistent country characteristics, common shocks and macroeconomic conditions. The paper also tests an absorptive-capacity mechanism by interacting Internet use with tertiary enrolment. The empirical strategy uses two-way fixed effects and heteroskedasticity- and autocorrelation-consistent inference. The results show no robust direct association between Internet penetration and youth unemployment. The interaction between connectivity and tertiary enrolment is also statistically imprecise, indicating that education-system expansion alone does not automatically convert connectivity into youth employment. Trade openness is consistently associated with lower youth unemployment, whereas tertiary enrolment is positively associated with measured unemployment in the interaction model, a result interpreted as consistent with delayed school-to-work transitions and qualification mismatch rather than a harmful effect of education. The scientific contribution is therefore not a claim that digitalisation has no labour-market value, but evidence that aggregate connectivity is an insufficient proxy for productive digital transformation. The findings support a shift from infrastructure-centred policy toward firm-level technology adoption, job-relevant digital skills, export-oriented production and stronger school-to-work institutions.

Keywords: digital connectivity; youth unemployment; absorptive capacity; Western Balkans; macro panel; labour markets

JEL Classification: J21; J64; O33; C23

1. INTRODUCTION

The rapid diffusion of Internet access has encouraged a widespread expectation that digitalisation will improve employment outcomes for young people. Digital platforms can reduce job-search costs, expand access to vacancies, facilitate remote work and support new forms of entrepreneurship. Yet the same technological changes can intensify skills mismatch, displace routine work and widen the gap between young people who possess marketable digital capabilities and those who possess only basic access. This ambiguity is especially important in the Western Balkans, where Internet penetration has risen quickly while youth unemployment remains persistently high.

A central weakness in part of the existing debate is a mismatch between the level of theory and the level of evidence. Microeconomic mechanisms concern individual job search, skills, reservation wages, employer screening and firm adoption. Country-level indicators, by contrast, measure national connectivity and aggregate labour-market outcomes. They cannot identify whether a particular young person obtained a job because of Internet use. What they can test is a narrower but policy-relevant question: after controlling for country-specific characteristics and common shocks, do increases in national Internet penetration coincide with lower national youth unemployment?

This paper answers that macro-level question for Albania, Bosnia and Herzegovina, Montenegro, North Macedonia and Serbia over 2005–2023. It deliberately avoids individual-level causal language. Internet use is interpreted as a national connectivity indicator rather than a measure of digital skills, firm technology adoption or platform use. Youth unemployment is treated as an aggregate labour-market outcome shaped by demand, demographics, education, migration and institutional factors.

The paper develops a connectivity–absorptive capacity framework. Connectivity may create employment opportunities only when complementary capabilities permit firms and workers to use digital infrastructure productively. Tertiary enrolment is introduced as a country-level indicator of educational absorptive capacity. The interaction between Internet use and tertiary enrolment tests whether the association between connectivity and youth unemployment becomes more favourable in economies with broader participation in higher education. This is not a perfect measure of digital skill quality, but it is conceptually aligned with the aggregate level of the analysis and allows the mechanism to be tested rather than merely asserted.

The study makes three contributions. First, it aligns the research question, theory and empirical design at the same country-year level. Second, it distinguishes connectivity from productive digital transformation and tests a specific complementarity mechanism. Third, it contributes evidence from a region that combines rapid digital diffusion, high youth unemployment, emigration and uneven integration into European production networks. The findings show that Internet penetration alone is not a robust predictor of lower youth unemployment. They also show that tertiary enrolment does not reliably strengthen the relationship. The result is best interpreted as evidence that connectivity is a necessary but insufficient condition for labour-market improvement.

2. LITERATURE REVIEW AND RESEARCH GAP

2.1 Digitalisation and labour-market mechanisms

Digital technologies affect labour markets through job creation, job destruction and reallocation. Search technologies can improve matching by lowering information costs and expanding the geographic reach of vacancies. Online platforms can connect workers and employers, but their effects need not be uniformly positive. Experimental evidence shows that digital job platforms may alter expectations and reservation wages without necessarily increasing employment. At the firm level, technology adoption can raise productivity and generate new tasks, while automation can substitute for routine labour.

These mechanisms operate at different analytical levels. Individual studies can identify whether Internet use or platform access affects a person's employment probability. Firm-level studies can measure adoption, productivity and workforce composition. Country panels instead capture whether aggregate digital diffusion co-moves with aggregate labour-market outcomes. The distinction matters because high Internet penetration may coexist with limited business use of advanced technologies, low-quality jobs and weak school-to-work transitions.

2.2 Recent evidence

Recent empirical research does not support a simple universal relationship. Micro-level evidence from Cameroon reports a positive association between ICT use and employment access among young people, while experimental evidence from India shows that access to a digital job platform did not necessarily increase employment. Cross-country studies likewise find heterogeneous effects by region, gender, technology type and institutional setting. Research on government digitalisation also indicates that labour-market effects depend on industrial upgrading, economic institutions and other moderators.

This heterogeneity suggests that Internet penetration is not equivalent to productive digitalisation. National access indicators measure the diffusion of a general-purpose infrastructure. They do not measure the quality of digital skills, the intensity of firm adoption, occupational task change, the availability of online vacancies or the capacity of education and employment services to support transitions.

2.3 Western Balkan context and research gap

The Western Balkans provide a useful setting because digital access expanded during a period of persistent labour-market weakness and demographic change. Youth unemployment remains substantially above adult unemployment, while emigration and inactivity complicate the interpretation of falling unemployment rates. At the same time, the region is implementing Youth Guarantee reforms and modernising employment services, including digital career guidance and matching tools.

The research gap is therefore specific. Existing policy discussions frequently infer that expanding connectivity should improve youth employment, but there is limited macro-panel evidence testing whether within-country increases in Internet penetration are associated with lower youth unemployment in the Western Balkans after country and year effects are controlled. Moreover, previous formulations often introduce firm-level or individual-level mechanisms without testing a country-level complementarity. This paper addresses that gap by testing whether tertiary enrolment moderates the connectivity–unemployment relationship.

The analysis is organised around three research questions rather than deterministic hypotheses. RQ1 asks whether higher Internet penetration is associated with lower youth unemployment at the country level. RQ2 asks whether tertiary enrolment strengthens this association. RQ3 asks whether any observed relationship remains robust after controlling for growth, inflation, trade openness, country effects and common year shocks.

3. DATA AND METHODOLOGY

3.1 Data

The dataset is compiled from the World Bank World Development Indicators. It covers Albania, Bosnia and Herzegovina, Montenegro, North Macedonia and Serbia from 2005 to 2023. Kosovo is excluded because a consistent youth-unemployment series is unavailable for the study period. The complete-case sample contains 88 country-year observations. Missing values are not interpolated or replaced.

Variable	Definition	Expected role	Level
Youth unemployment	Unemployment, ages 15–24, % of youth labour force	Dependent variable	Country-year
Internet use	Individuals using the Internet, % of population	Connectivity	Country-year
Tertiary enrolment	Gross tertiary enrolment ratio, %	Educational absorptive capacity	Country-year
Internet × tertiary	Product of mean-centred indicators	Complementarity test	Country-year
GDP growth	Annual real GDP growth, %	Cyclical control	Country-year
Inflation	Annual CPI inflation, %	Macroeconomic control	Country-year
Trade openness	Exports plus imports, % of GDP	External-demand control	Country-year

3.2 Empirical specification

The preferred specification uses country and year fixed effects. Country effects control for time-invariant differences in labour-market structure, geography, institutional history and demographic patterns. Year effects absorb shocks common to all countries, including the global financial crisis, the COVID-19 disruption and regional inflation episodes. This design identifies the relationship from within-country change over time rather than from cross-country level differences.

$$YU_{it} = \beta 1\ Internet_{it} + \beta 2\ Tertiary_{it} + \beta 3(Internet \times Tertiary)_{it} + \gamma X_{it} + \mu_i + \tau_t + \varepsilon_{it}$$

The control vector includes GDP growth, inflation and trade openness. Standard errors are heteroskedasticity- and autocorrelation-consistent with two lags. A lagged-Internet model is estimated as a robustness check. The paper does not claim causal identification because reverse causality and omitted time-varying factors remain possible.

4. RESULTS

Table 1. Descriptive statistics

Variable	N	Mean	SD	Min	Max
Youth unemployment	88	39.72	12.27	22.70	65.24
Internet use	88	58.07	20.15	6.04	88.55
Tertiary enrolment	88	50.52	11.76	22.39	73.21
GDP growth	88	2.83	3.66	-14.99	13.05
Inflation	88	3.43	3.69	-1.58	14.20
Trade openness	88	96.44	20.84	59.52	166.15

Table 2. Two-way fixed-effects estimates

Variable	Baseline	Absorptive-capacity model	Lagged Internet
Internet use	-0.041 (0.172)	-0.045 (0.171)	-0.264 (0.173)
Tertiary enrolment	0.297*** (0.113)	0.315*** (0.109)	0.308*** (0.108)
Internet × tertiary	—	0.006 (0.004)	—
GDP growth	-0.144 (0.227)	-0.159 (0.217)	-0.069 (0.220)
Inflation	0.379 (0.282)	0.587** (0.279)	0.207 (0.305)
Trade openness	-0.292*** (0.062)	-0.318*** (0.063)	-0.337*** (0.063)
Country fixed effects	Yes	Yes	Yes
Year fixed effects	Yes	Yes	Yes
Observations	88	88	83
Adjusted R^2	0.836	0.839	0.837

Notes: HAC standard errors in parentheses. *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.10.

The direct coefficient on Internet use is negative in the baseline model but statistically imprecise. The same conclusion holds when Internet use is lagged by one year. These estimates answer RQ1 cautiously: the data do not provide robust evidence that increases in national Internet penetration, by themselves, reduce youth unemployment after country and year effects are included.

The interaction between Internet use and tertiary enrolment is positive but not statistically distinguishable from zero. RQ2 is therefore not supported. Broader participation in tertiary education does not appear sufficient to transform connectivity into lower youth unemployment. This result is substantively plausible because gross enrolment measures participation rather than field of study, skill quality, completion, work experience or employer demand.

Tertiary enrolment enters positively in the interaction model. This should not be interpreted as evidence that education causes unemployment. At the macro level, high enrolment can delay labour-force entry, coincide with weak graduate demand or reflect expansion into fields with limited employment absorption. The estimate is better read as a signal of school-to-work mismatch and measurement complexity.

Trade openness is the most stable correlate and is negatively associated with youth unemployment. The result suggests that external demand and participation in tradable production may matter more directly for youth employment than connectivity alone. Inflation is positive in the interaction specification, while GDP growth is not consistently significant after common year shocks are absorbed.

5. Discussion

The main contribution of the paper is conceptual and empirical discipline. It does not infer individual employment effects from aggregate data. Instead, it shows that a widely used national connectivity indicator has limited explanatory power for national youth unemployment once persistent heterogeneity and common shocks are controlled. This is new knowledge because it narrows the claim that can legitimately be made from macro data and identifies the limits of infrastructure-centred digital policy.

The null Internet result is not evidence that digital technologies are irrelevant. It indicates that Internet penetration is too broad to represent the mechanisms that matter for employment. Productive digital transformation requires firms that adopt technology, occupations that use it, workers with task-relevant capabilities and institutions that connect education to labour demand. A country can reach high Internet penetration while continuing to specialise in low-productivity sectors or losing skilled young workers through emigration.

The insignificant interaction also clarifies the meaning of absorptive capacity. Tertiary enrolment is a quantity measure, not a quality measure. It does not capture digital competence, vocational relevance, employer participation, internship quality or the capacity of firms to employ graduates. Future research should use direct indicators of adult digital skills, ICT-intensive employment, enterprise software adoption, online vacancies, training provision and occupational structure.

The trade result suggests an alternative channel. Digital connectivity may matter when it is embedded in export-oriented production and service delivery. Tradable sectors expose firms to larger markets, competitive pressure and technology requirements. They may create employment pathways in business services, tourism, manufacturing and digitally deliverable services. The relevant policy package is therefore not broadband alone, but broadband combined with productive and external market integration.

6. Policy Implications

First, digital policy should move beyond access targets. Governments should monitor firm adoption of cloud services, enterprise software, e-commerce, cybersecurity and data-intensive production. These indicators are closer to productive transformation than the percentage of individuals using the Internet.

Second, education policy should focus on labour-market relevance rather than enrolment expansion alone. Curricula should combine technical digital skills with problem solving, communication, foreign languages and work-based learning. Employer participation in programme design and internships is essential.

Third, public employment services and Youth Guarantee schemes should integrate digital matching with counselling, profiling and employer engagement. A platform without suitable vacancies, credible information and personalised support is unlikely to improve employment outcomes.

Fourth, trade and investment policies should support sectors that can absorb young workers and use digital capabilities. Export promotion, supplier development and support for digitally deliverable services may create a stronger link between connectivity and employment than infrastructure investment in isolation.

7. Limitations and Future Research

The study has four important limitations. The sample contains only five countries and 88 complete observations, which limits statistical power. Internet use is an access indicator rather than a measure of productive digitalisation. Gross tertiary enrolment is an imperfect proxy for absorptive capacity. Finally, the design identifies conditional associations, not causal effects.

These limitations define a clear research agenda. A stronger next-generation study should combine a larger European country sample with direct measures of digital skills, firm technology adoption and ICT-intensive employment. Microdata from labour-force surveys could then test heterogeneous effects by education, gender, field of study and location. Matched employer–employee data would be particularly valuable for identifying whether digitally adopting firms generate entry-level employment or primarily reward already skilled workers.

8. Conclusion

This study tests whether rising Internet penetration is associated with lower youth unemployment in five Western Balkan economies from 2005 to 2023. By aligning the theory and empirical design at the country level, the paper avoids attributing individual behaviour to aggregate indicators. The results show no robust direct relationship between Internet use and youth unemployment and no reliable moderating role for tertiary enrolment. Trade openness is the most consistent negative correlate.

The conclusion is not that digitalisation fails, but that connectivity is not the same as productive digital transformation. Youth employment gains require complementary firm adoption, relevant skills, export opportunities and effective transition institutions. For the Western Balkans, the policy challenge is therefore to convert widespread digital access into productive capability and labour demand.

Declarations

Funding: This research received no external funding.

Conflict of interest: The author declares no conflict of interest.

Data availability: The study uses publicly available World Bank indicators. The compiled dataset is available from the author upon reasonable request.

Ethics: The study uses aggregate country-level data and involves no human participants or personal data.

References

Acemoglu, D., & Autor, D. (2011). Skills, tasks and technologies: Implications for employment and earnings. In Handbook of Labor Economics, Vol. 4B, 1043–1171.

Autor, D. H. (2015). Why are there still so many jobs? The history and future of workplace automation. Journal of Economic Perspectives, 29(3), 3–30.

Bessen, J. E. (2019). AI and jobs: The role of demand. NBER Working Paper 24235.

Card, D., Kluve, J., & Weber, A. (2018). What works? A meta analysis of recent active labor market program evaluations. Journal of the European Economic Association, 16(3), 894–931.

Hjort, J., & Poulsen, J. (2019). The arrival of fast Internet and employment in Africa. American Economic Review, 109(3), 1032–1079.

International Labour Organization. (2024). Global Employment Trends for Youth 2024. Geneva: ILO.

Kuhn, P., & Mansour, H. (2014). Is Internet job search still ineffective? Economic Journal, 124(581), 1213–1233.

OECD. (2024). Western Balkans Competitiveness Outlook 2024. Paris: OECD Publishing.

World Bank. (2026). World Development Indicators. Washington, DC: World Bank.

World Bank. (2026). Worldwide Governance Indicators. Washington, DC: World Bank.

Wooldridge, J. M. (2010). Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data, 2nd ed. MIT Press.

Yusuf, S., & Nabeshima, K. (2007). How universities promote economic growth. World Bank.

SMALLHOLDER FARMER VULNERABILITY AND ADAPTATION DEFICITS: INSIGHTS DISTRICT OKARA, PAKISTAN

Saeed Ahmad [1], Shahzad Farid [2]

1 Department of Sociology, School of Public Administration, Hohai University, Nanjing, China

2 Department of Sociology, University of Okara, Okara, Pakistan

Abstract

This study assesses the vulnerability and adaptation deficits of smallholder farmers to recurrent floods in Okara District, Pakistan. Employing an updated IPCC AR6 framework and Latent Class Analysis (LCA) on household survey data ($n = 264$), we constructed composite indices for vulnerability and multidimensional resilience. Results reveal a predominantly low-to-moderate level of flood resilience (index: 0.442), characterized by high livelihood sensitivity and significant deficits in financial and institutional adaptive capacity. The LCA identified three distinct farmer profiles: Low-Resilience (47%), Moderate-Resilience (36%), and High-Resilience (17%), demonstrating significant intra-community heterogeneity. Key determinants of higher resilience include higher household income, higher education levels, and larger farm sizes. The findings underscore the inadequacy of uniform policy responses and highlight an urgent need for targeted, multidimensional interventions. These must concurrently address infrastructure hardening, financial inclusion, institutional trust-building, and psychosocial support, tailored to the specific vulnerabilities and capacities of different farmer groups to enhance climate resilience and livelihood security.

Keywords Smallholder farmers · Flood resilience · Vulnerability assessment · Adaptive capacity

POTENTIAL USEFULNESS OF VIDEO LECTURES AS A TOOL IN IMPROVING THE ONLINE LEARNING AT THE POST GRADUATE LEVEL: A CASE FOR DESIGN DOMAIN STUDENTS.

Authors:

1) Ar. Dr. Omer Shujat Bhatti, Associate Professor & COD, Dept. of Architecture, School of Architecture & Planning, UMT, Lahore, Pakistan.

2) Prof. Dr. Muhammad Asad Ghufran, Professor, IIUI, Islamabad.

3) Zakra Ahmed, Management Consultant, Lahore.

4) Ar. Seemin Aslam, Assistant Professor, Dept. of Architecture, School of Architecture & Planning, UMT, Lahore, Pakistan.

5) Dr. Afshan Huma, Associate Professor EPPSL Department, Allama Iqbal Open University Islamabad, Pakistan.

ABSTRACT

Distance learning in modern day requires online educational systems as a major support. During recent COVID19 pandemic, educational system survived through online educational systems. Video lectures have been considered a great utility as part of system. The current research focused on MSc Sustainable Environmental design students who come from a variety of formal design and engineering educational systems and explored the usefulness of video lectures given to technical master's level students. As a result, they faced major issues to adapt to the online system immediately and encountered communication and comprehension problems throughout the lecture session as a result of internet and related connectivity problems. The researcher used independently created video lectures for the relevant subject areas and distributed them to the students via subject-specific Whatsapp groups and a Youtube channel. In a later survey, students were asked whether the lectures had helped them understand the material better and had generally improved their learning process. Over 80% of the students expressed appreciation/satisfaction for the work and asked that it be incorporated into the broader system. The students were beforehand informed of the goal of the research and an online questionnaire was used to collect the necessary data. It was concluded that video lectures should be regarded as an essential component of the lecture sessions and that they must be made available beforehand to ensure better lecture delivery. Additionally, it was recommended that the current system be improved to accommodate the accessibility of these video lectures through the portal. For teachers to create high-quality video content that can adequately cover the subjects and courses taught, training is required..

KEYWORDS: Video lectures, Online education, Design domain students, AIOU, MSc students.

EDUCATION IN THE AGE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE: TRANSFORMATIONS, INEQUALITIES AND NEW SOCIAL ROLES

PhD Petronela Daniela FERARU

National College Iași and 'Ion Neculce' High School, Târgu Frumos, Romania, Sociology, daniela_feraru_p@yahoo.com, ORCID 0009-0009-8954-6336

Abstract

The rapid integration of artificial intelligence into education generates changes that go beyond the strictly technological dimension and affect social relations, professional roles, access to knowledge, and the mechanisms through which educational inequalities are reproduced. From the perspective of the sociology of education, this paper aims to analyze how the use of artificial intelligence-based tools reshapes the teacher-student relationship, learning practices, and the traditional authority of schools and universities. Particular attention is paid to differences in access to technology and digital skills, which may turn artificial intelligence into both an instrument for democratizing education and a potential factor in amplifying existing inequalities. The analysis also focuses on the transformation of the teacher's role in a context in which information, explanations, and even the production of academic texts are becoming increasingly accessible through generative systems. In this environment, critical thinking, digital literacy, and the ability to evaluate sources acquire growing social and educational importance. The paper proposes a sociological approach based on the analysis of relevant literature and on a critical examination of the social consequences of artificial intelligence in contemporary education. It argues for a reflective integration of AI in which technological innovation is correlated with educational equity, responsibility, and the preservation of the human dimension of the educational process.

Keywords: Sociology of education, Artificial Intelligence, educational inequalities, digitalization, teacher's role

1. INTRODUCTION

Artificial intelligence has entered education through ordinary classroom practices before schools reached a settled account of what its presence means. A pupil can ask for a worked example, a university student can request an outline, and a teacher can draft differentiated exercises. These activities may resemble established forms of tutoring or planning, but their social setting has changed: the response comes from a system whose sources, errors and commercial incentives are not necessarily visible to the user. This paper asks how that setting alters the distribution of educational opportunity, the authority of teachers and the meaning of independent learning. The question is sociological because access to tools and the ability to judge them are patterned by family resources, language, institutional capacity and prior educational success.

The central argument is that generative AI is neither a uniform educational resource nor a single form of academic misconduct. Its significance depends on who can use it, for what task, under whose guidance and with which opportunity to challenge an answer. An explanation that helps one student identify a misconception can enable learning. The same answer copied into assessed work can conceal what the student has understood. These outcomes cannot be inferred from the technology alone. The institutional rules of assessment, the quality of feedback and the resources available at home determine how assistance is converted into an advantage.

The educational stakes extend beyond attainment. Schools confer recognition, organize encounters between generations and make authoritative judgments about knowledge. If automated systems supply immediate responses, educators must explain why a claim is credible, when a shortcut is harmful and how an argument can be defended without the machine. This changes the teacher's work from controlling the flow of information toward designing conditions for inquiry, conversation and verification. Yet the relational labor involved in noticing discouragement, negotiating expectations and giving constructive criticism remains human. An institution that measures success only by speed of production would overlook precisely those activities that make education socially consequential.

The paper proceeds from sociological theory to a bounded secondary analysis. It compares published European indicators of AI adoption with a United States survey of adolescents. Those sources describe different populations and cannot estimate a common prevalence of classroom use. Their value lies in revealing distinct mechanisms: unequal uptake across age, place and educational attainment; different purposes for using AI; and teenagers' accounts of how much schoolwork receives automated help. Four analytical tables identify mechanisms and design questions that percentages do not settle. Eight figures use only explicitly sourced numbers. The figures are distinct comparisons, and the single temporal line uses a question with the same product and denominator in its source. No interviews, original survey or causal evaluation are claimed.

Romania offers a useful interpretive point because the European distribution includes a comparatively low share of young AI users there. This paper does not infer the practices of Romanian classrooms from that national rate. It instead asks what educational institutions should examine before promising that an AI tool will equalize opportunity. A national adoption percentage describes exposure, not quality of instruction, costs of access, teacher confidence or student achievement. Throughout, the distinction between observed distribution and sociological explanation governs the discussion.

2. THEORETICAL FRAMEWORK

A sociological framework for educational AI must connect individual use with the conditions in which learning takes place. Whether a student benefits from an automated explanation depends on prior knowledge, available support and the standards by which their work is judged. The following sections examine three related issues: how unequal resources become educational advantages, how AI affects teachers' professional judgment and assessment, and why human relationships remain central to an inclusive classroom.

2.1. Capital, Schooling and Unequal Conversion

A technology becomes educational capital when a user can turn access into valued performance. The mechanism involves more than ownership of a device. Students must interpret a prompt, recognize when a response is implausible, compare sources and decide whether the material meets the conventions of an assignment. Families and schools distribute those capacities unevenly. A student already fluent in disciplinary language may use AI to test alternatives; another may accept a confident error because the vocabulary needed to question it has not yet been taught. The same application therefore can widen a prior difference while appearing formally available to everyone.

Bourdieu's account of cultural capital provides one way to explain this conversion without treating background as destiny. Educational institutions reward familiar forms of expression, dispositions toward independent study and knowledge of what counts as a legitimate answer. A system that imitates such expression may conceal the unequal work required to evaluate it. Teachers could mistake polished prose for mastery, and students with strong guidance outside school may learn how to revise model output more effectively than peers with only occasional access. The analytic unit is the relation between resources, institutional judgment and student practice rather than a simple contrast between users and non-users.

The digital divide has further layers. Connectivity and devices are prerequisites, but a quiet place to work, accessible interfaces, privacy and teacher assistance matter as well. OECD reporting on PISA 2022 found that disadvantaged schools were more likely to report inadequate digital resources in many participating systems (OECD, 2023). That finding does not measure generative AI, whose survey questions arrived later; it demonstrates why unequal institutional conditions should be measured before a new tool is described as universal. Accessibility can change the distribution in a different direction: a carefully supported voice, translation or reading function may remove a barrier for a learner otherwise excluded from a standard task. Benefit depends on fit, consent and pedagogical oversight.

A social explanation should separate selection from effects. Better resourced people may adopt a tool first because they already possess the conditions for experimentation. A chart of educational attainment and AI use cannot establish whether AI produced higher attainment. Similarly, countries with higher uptake cannot be ranked by educational quality. Such ecological inferences mistake who uses a system for what the system achieves. The distinction matters when administrators interpret platform metrics as evidence of learning.

2.2. Authority, Professional Judgment and Assessment

Teacher authority does not depend solely on being the fastest source of an answer. It includes the legitimate capacity to select a problem, decide what counts as sufficient evidence, respond to uncertainty and judge when a pupil needs support. Generative AI can assist the first stages of this work by suggesting examples or alternative explanations. The educator remains responsible for checking accuracy, adapting language to a learner and interpreting the consequences of an error. When institutional policy demands automated use without protected planning time, responsibility and control can separate: teachers are expected to guarantee quality while having little say in tool selection or data handling.

Assessment is a social contract as well as a technical procedure. A grade tells others that a learner demonstrated something under specified conditions. If permitted assistance is unspecified, identical submissions may embody radically different amounts of independent work. The response is to align the rules with the purpose of the task. A formative exercise can invite disclosure of prompts and reflection on corrections; a demonstration of unaided reading, calculation or writing may need protected conditions. Oral defense, version histories and process notes can help where appropriate, but each has accessibility and workload costs. No single detection technology can substitute for task design and trust.

The sociology of professions helps explain why educators might resist or embrace AI for different reasons. Some will see opportunities to reclaim time from repetitive drafting; others will fear surveillance, deskilling or the loss of discretion. Neither reaction by itself shows whether students learn better. Meaningful governance asks whose labor is saved, whose is shifted into verification and whose judgment has authority when output is wrong. Students also participate in these negotiations. Treating them only as potential cheaters obscures their need for guidance and a credible account of acceptable assistance.

Information literacy therefore becomes a collective, teachable practice. A student should be able to ask where a claim came from, whether a source exists, what assumptions a generated explanation made and how its wording changes the argument. The educator can model these questions openly. The educational aim is a defensible judgment, not merely the ability to operate a prompt box. This is especially important when fluent language creates an appearance of certainty that is not warranted by evidence.

2.3. Recognition, Language and the Relational Classroom

AI systems may offer translation, simplified explanations or examples relevant to a pupil's interests. Such possibilities can make participation easier, especially when a classroom contains different language histories or learning needs. Yet a generated response may normalize one register of speech and erase the social experiences that give a student's writing its meaning. If every assignment is measured against a smooth generic style, students may be encouraged to suppress a distinctive voice. The teacher's role includes recognizing the substance of an emerging argument even when its first expression is imperfect.

Pedagogical relationships also involve accountability. A person can notice that a student is withdrawn, invite disagreement and revise an explanation in light of a shared history. A chatbot can simulate some elements of dialogue without occupying the same ethical or institutional position. It cannot bear responsibility for the student's welfare or for a school's duty to include them. This is a practical distinction for policy: automated feedback may supplement access to examples, while consequential decisions about achievement, discipline and support require identifiable human oversight.

Digital systems operate within markets. Subscription tiers, data collection and language coverage may create hidden stratification even if basic access is free. An apparently democratic interface may give advanced functions to those who can pay, understand platform terms or use an internationally dominant language. Schools should therefore evaluate procurement, privacy and accessibility alongside test scores. These conditions are part of education's social organization, not peripheral technical matters.

The following method translates these theoretical concerns into a disciplined reading of public statistics. It deliberately avoids treating survey adoption as a direct measure of pedagogy. The first table records which inference is permitted by each kind of evidence before the results are discussed.

Before interpreting the figures, Table 1 identifies the claims each source can and cannot sustain. This distinction prevents a general statistic about tool use from being presented as proof of improved achievement.

Table 1. Evidence and inference in a sociological analysis of educational AI

Evidence	Can describe	Cannot establish
EU ICT survey	Use by age, purpose, country and education	Learning gain or individual classroom practice
U.S. teen survey	Self-reported use and perceptions	Observed assignment quality or European prevalence
PISA 2022	Pre-AI digital resource inequality	Effect of generative AI
Conceptual literature	Mechanisms and testable questions	Magnitude of a causal effect

Note. Each source has a different population and purpose; categories are not interchangeable.

Source: Author's synthesis of Eurostat (2026), Pew Research Center (2026), and OECD (2023).

The table establishes a narrow evidentiary boundary. Adoption is observable, whereas the conversion of access into learning requires separate measures of teaching, tasks and student work. The absence of those measures is an empirical limit, not evidence that AI has no educational effect.

2.4. Institutional Conditions and Educational Time

The educational promise of automation is commonly expressed as a reduction in time spent on routine work. Time, however, is distributed unequally within a school. A teacher might obtain a draft in seconds but spend longer checking whether it is appropriate for a particular pupil. A student might receive a prompt response while losing the opportunity to sit with a difficult idea before asking for help. The relevant comparison is the whole sequence of labor: framing a task, generating material, checking its claims, adapting it for a class, discussing misunderstandings and documenting what has been learned. A fast first draft can be valuable, but its speed is not itself a measure of educational efficiency.

Teachers' capacity to verify output depends on their subject expertise and on the organization of the school day. A plausible invented reference in a history exercise, for example, requires time to identify and correct. A fabricated answer in a mathematics explanation might be discovered only when a pupil follows its steps. Repeated small errors can increase an educator's workload even while individual tasks appear easier. A school's procurement decision should therefore include a realistic assessment of review time rather than relying on the advertised time saved by generation. Professional discretion matters because teachers are best placed to identify the kinds of error that will mislead the particular students they teach.

Students' time carries another inequality. Some can experiment with prompts, compare outputs and consult teachers or parents. Others share a device, work after paid labor or care responsibilities, or have limited connectivity. An assignment that assumes everyone can spend an hour exploring alternatives can convert out-of-school resources into graded advantage. Providing access during supervised school time is one response, but it must include instruction in how to decide when an answer is unreliable. Access as a scheduled institutional practice can reduce the dependence on household conditions without pretending that all home environments are alike.

A further temporal issue concerns the pace at which knowledge is certified. Generated prose can make a learner appear finished before a concept has been understood. Teachers can respond by building revision into the task: a first account, a reasoned check against sources, a conversation and a final explanation. This cycle makes visible what changed in the student's understanding. It may slow an assignment down, but speed should not be the standard when the purpose is learning to argue. Education often requires time to formulate a question, test an assumption and learn from correction. Designing that time is a collective responsibility of the institution.

The profession also needs opportunities for disagreement about the technology. Training that explains only product functions cannot address questions about disciplinary standards, data use and the meaning of student authorship. Subject teams can compare representative examples, record failures, and decide when automated explanations are useful. These conversations make teacher judgment public and revisable within a school. They may reveal divergent needs: language teachers might prioritize voice and composition, while science teachers might focus on reproducible reasoning and the validity of cited evidence. A single universal rule will be too thin if it ignores such differences.

2.5. Learning, Explanation and the Appearance of Competence

A generated explanation is a text in the learning environment, not direct evidence that a pupil has learned. Its educational effect depends on what the pupil does with it. When a learner identifies which step was previously confusing and can transfer the idea to a new task, the explanation may have supported understanding. If the learner repeats fluent wording without being able to answer a basic follow-up question, the text may have concealed a misconception. These possibilities call for assessments of explanation and transfer, not only ratings of whether users liked a tool.

The distinction between answer and understanding is visible in ordinary teaching. Teachers often ask learners to explain why a method works or to compare two solutions. Such questions do not require a ban on available technologies; they require a design in which the learner's reasoning is observable. A student might bring an AI answer to class and identify where it fails against a primary text or a worked example. The exercise would assess diagnostic skill, provided all pupils have the same opportunity to inspect the material. In another lesson, independent practice may be necessary so that a teacher can see what the student can do without prompts. Both choices can be justified by the declared purpose.

Feedback from an automated system can be immediate, but immediacy and quality are distinct. A useful response should identify a specific weakness, give the learner a way to revise and preserve the task's substantive aim. Generic praise can encourage continued work without improving accuracy. Overly certain correction can discourage an unconventional but defensible argument. Students benefit from learning that model output is a proposal for examination. Teachers can demonstrate how to locate the passage or calculation that settles a disagreement and why a claim remains uncertain when a source is incomplete.

There is also a problem of epistemic dependence. If a student repeatedly delegates the selection of relevant evidence, their ability to recognize what counts as a good question may develop more slowly. This possibility cannot be inferred from adoption percentages and requires longitudinal research. It is nevertheless a reasonable design concern. An educator can preserve deliberate practice in framing questions, predicting an answer before consulting a system and explaining the basis of any accepted correction. The aim is neither maximal use nor universal abstention but an intelligible division of labor between human judgment and automated suggestion.

Expertise is learned through participation in a community that explains its standards. In a science class, the same apparent fact may demand a measurement, a source or a qualification. In history, a citation must lead to a text that bears the argument's weight. In literature, an interpretation must be defended in relation to words and context. A general chatbot may supply a plausible response for each field while obscuring those different standards. Disciplinary teaching should therefore make the criteria of validity explicit and ask students to apply them to both human and machine-produced material.

2.6. Privacy, Inclusion and Institutional Trust

Generative AI invites users to share draft writing, questions and sometimes personal details. In a school, the apparent convenience of posting an assignment to a platform must be balanced against duties to protect young people. Students may not understand what is stored, whether their text is reused or whether a teacher can remove it. Policies written in technical or legal language may not give families usable information. Institutions should minimize the information required for a learning activity and offer an alternative if a platform cannot meet an appropriate standard of privacy and accessibility.

Inclusion cannot be treated as a generic feature of a product. A pupil with a disability may benefit from a particular interface while being hindered by another. Translation can widen participation but can also erase nuance or make a student's family language seem secondary to the language of assessment. Teachers should evaluate concrete tasks with affected learners and relevant specialists. A school should not presume that one standardized system

fits everyone simply because it provides a list of accessibility functions. The social measure is whether students can participate and show what they know under fair conditions.

Trust is produced through transparent rules and consistent human response. When students know what kind of help is permitted and why, they can make choices without guessing how a teacher will interpret their work. When teachers can discuss uncertainty about a tool without penalty, errors can be identified before they become institutional routine. Conversely, hidden monitoring or unpredictable accusations about authorship can damage the relationship through which feedback is accepted. A school's strategy should therefore articulate rights and responsibilities for both educators and students, including a path to challenge an incorrect judgment.

Commercial relations deserve attention as well. A product may be free during a trial and costly later; features available to individual subscribers may be unavailable on a school account. If students are allowed to use their own accounts, assessment may reward those able to pay for advanced functions. A procurement review should examine the actual version used, the conditions of access and the degree to which the school can export or audit material. The problem is institutional dependence: a platform's design can define classroom practice if teachers are given neither alternatives nor authority to set boundaries.

Finally, trust requires an honest account of uncertainty in the evidence. Surveys describe who reports use; they do not capture every interface, level of assistance or classroom norm. Teachers' observations provide indispensable local knowledge but can also be shaped by selective examples. A responsible review combines sources and asks which question remains unanswered. The present findings are a starting point for institutional learning. They are strongest when they make further questions visible, not when they are presented as a final verdict on technology.

3. METHOD

This is an exploratory sociological review with secondary descriptive analysis. The conceptual frame addresses educational inequality, professional authority and the social meaning of assessment. The empirical component uses two public statistical sources: Eurostat's 2025 EU ICT household survey and Pew Research Center's survey of 1,458 U.S. teenagers aged 13 to 17 and their parents, conducted in September and October 2025. A previously published Pew comparison of teenagers' ChatGPT use for schoolwork supplies the only two-point temporal series. OECD PISA 2022 findings give historical background about the distribution of digital resources; they are not used as estimates of generative AI use.

Indicators were selected when the source specified a denominator and the reported figure illuminated a distinct question. EU figures refer generally to individuals aged 16 to 74 or the subgroup aged 16 to 24, with use during the prior three months. One Eurostat item about reasons for non-use uses non-users as its denominator; it must never be compared directly with percentages of the general population. Pew figures refer to U.S. teenagers living with a parent. A separate teen time comparison uses ChatGPT rather than all AI chatbots, so its 2024 endpoint is not joined to the 2025 general chatbot estimate. Country and age comparisons are cross-sectional, with no trend line implied by their ordering.

The analysis describes percentages as published, without reweighting, significance tests or synthetic microdata. Chart labels retain decimals where reported. A one-percentage-point remainder in the schoolwork chart is marked as rounding rather than invented as another substantive answer. Qualitative tables are analytical proposals rather than coded interview findings. Sources and notes accompany every figure, and the bibliography lists the documents needed to reproduce the numerical claims. This design supports interpretation of structural questions but cannot establish causal effects, local Romanian classroom behavior or the efficacy of a particular educational application.

Self-citation is restricted to a published study in the author's supplied list whose focus on youth mobility and institutional opportunities speaks to how access to educational resources is socially distributed (Feraru, 2012). The earlier work does not supply AI data. It is cited as a precedent for asking how opportunities and constraints shape young people's choices, while the present argument rests on the contemporary surveys and education literature. This explicit separation prevents prior work from being made to support a claim it did not examine.

4. FINDINGS AND SOCIOLOGICAL INTERPRETATION

The findings are organized around three sociological questions: who uses generative AI, how students incorporate it into schoolwork, and how educational institutions should respond. The figures describe published survey results from different populations; they do not measure the effects of AI on learning. Each comparison is therefore interpreted alongside its population, question wording and limits. This approach connects patterns of use to educational inequality without treating adoption itself as an outcome.

4.1. Uptake and the Unequal Conditions of Use

Access to an AI tool is only the first condition for educational use. Students also need time, suitable tasks and the knowledge to question a response. Differences in reported uptake can point to unequal opportunities, but they cannot show on their own which students receive useful guidance or achieve better results. The first set of figures examines age, purpose, country and educational attainment separately so that these distinct sources of variation remain visible.

The first comparison establishes the difference between young people and the broader survey population before considering educational purpose.

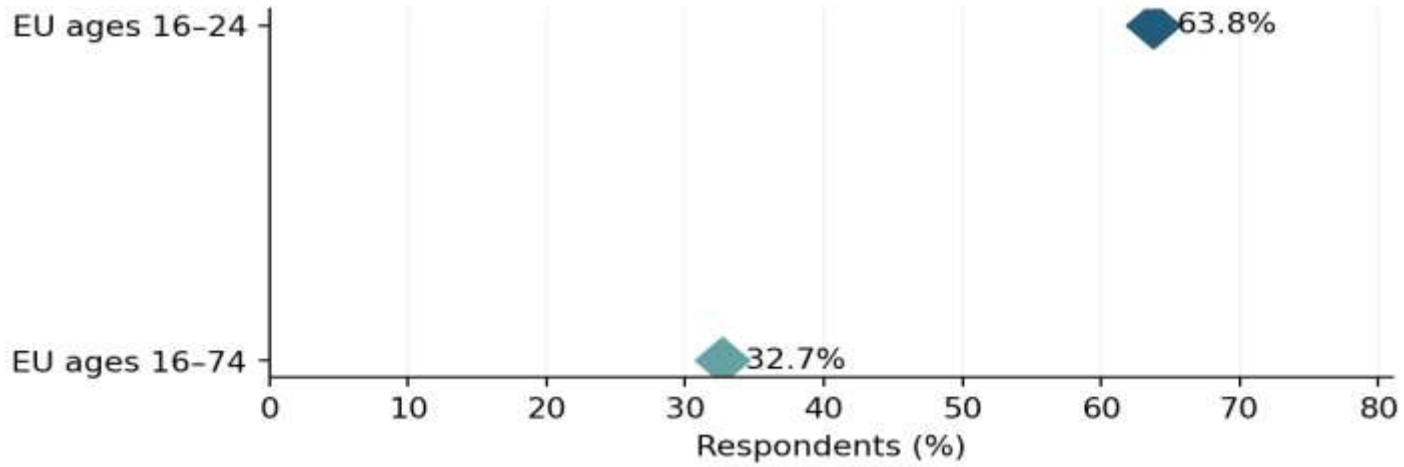


Figure 1. Recent generative AI use by age in the EU, 2025

Note. EU residents surveyed about use in the previous three months; overlapping age groups.

Source: Eurostat (2026a), isoc_ai_iaiu.

The 31.1 percentage point difference is descriptive, not an estimate of an educational effect. Age groups differ in life stage, study status and exposure; the 16–24 group is included in the broader 16–74 group. A school that treats the young cohort's high uptake as proof that every pupil is competent would overlook variation within that cohort and the role of institutional guidance.

Figure 2 narrows the question from overall adoption to uses that are plausibly relevant to education and private life.

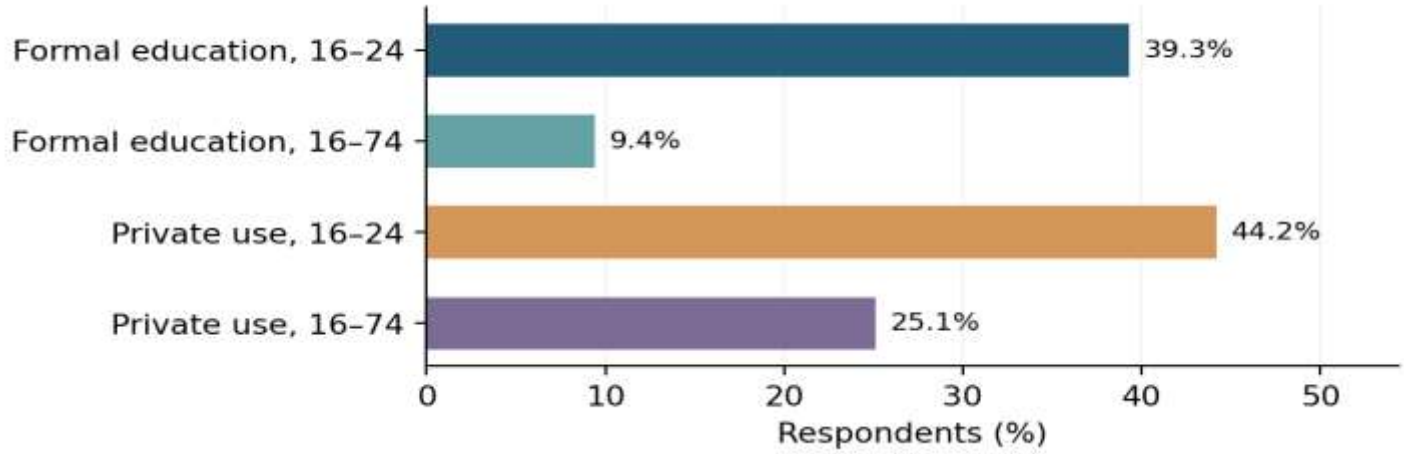


Figure 2. Purposes of generative AI use by EU age group, 2025

Note. Percent of all individuals in each age group; purposes may overlap and therefore do not sum to 100%.

Source: Eurostat (2026a), isoc_ai_iaiu.

Formal education use is four times as common in the younger age group under the published population denominators, but this does not mean four times as much learning. The purposes can overlap; a young adult may use AI for personal questions and an assignment in the same period. The social question is who can move from convenient private use to an accountable learning practice in which sources are checked and feedback is meaningful.

National averages reveal geographic variation that a single EU percentage hides. Figure 3 displays selected high- and low-uptake countries, including Romania.

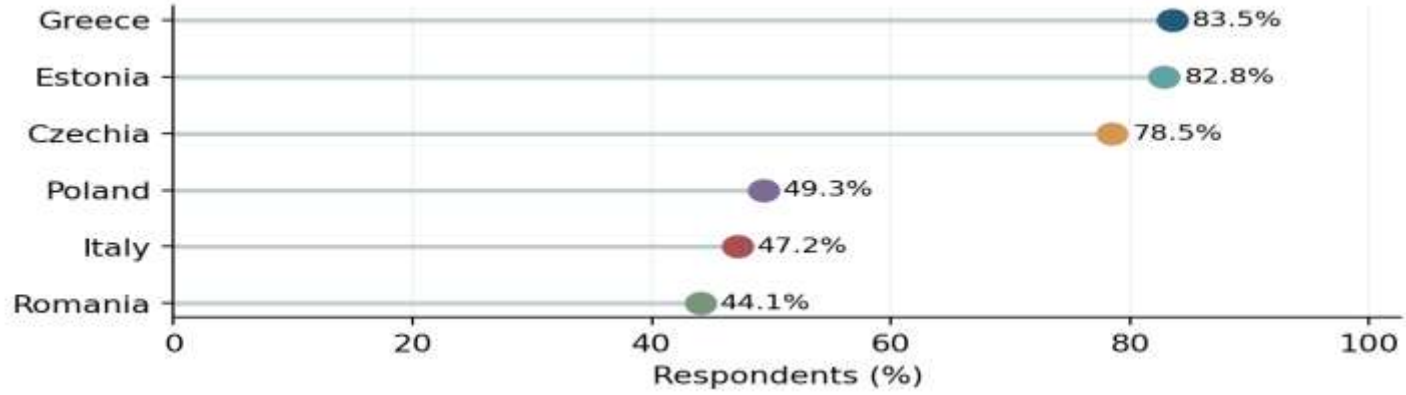


Figure 3. Young people's generative AI use across selected EU countries, 2025

Note. Selected national estimates for individuals aged 16–24; ordered categories are not a time series.

Source: Eurostat (2026b), isoc_ai_iaiu.

The nearly forty-point distance between Greece and Romania invites investigation of access, language, policy and reported need; it does not rank their schools. The figure concerns 16–24-year-olds, some of whom are no longer enrolled. National contexts may differ in schooling and survey response. In Romania, the appropriate follow-up would compare schools and households before attributing the pattern to teachers or cultural resistance.

Educational attainment is a separate axis of inequality, so Figure 4 does not reuse the age or country categories.

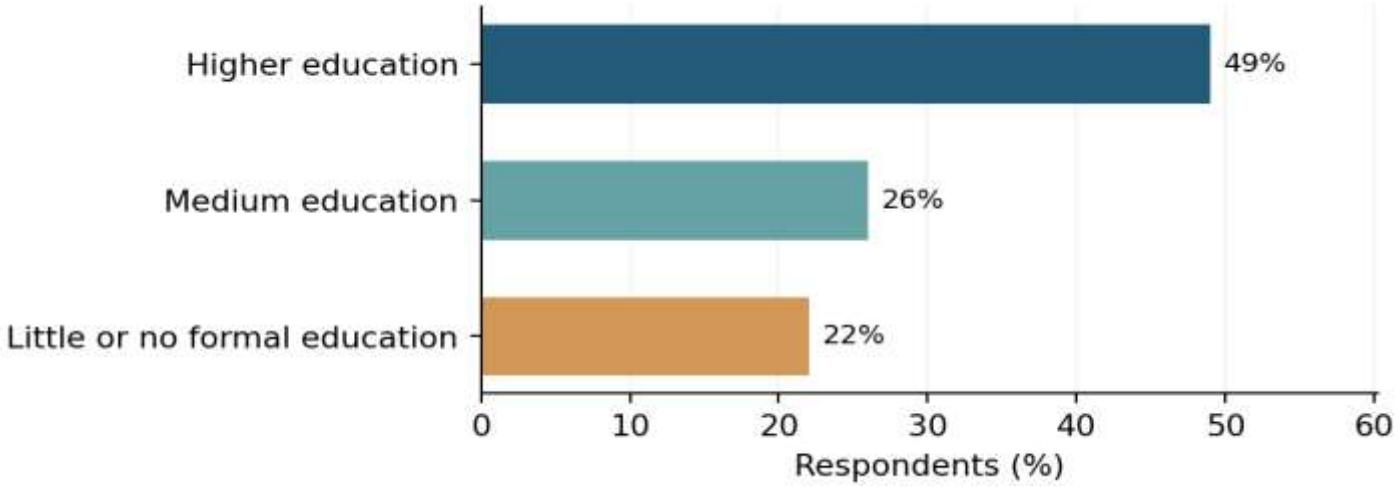


Figure 4. Generative AI use by completed education in the EU, 2025

Note. Rounded published EU percentages by education level, all relevant survey ages.

Source: Eurostat (2026a), Statistics Explained, Figure 1.

The higher-education group reports substantially more use than the other groups. Since qualifications generally precede the survey measure, the pattern suggests unequal access to skills and occupations rather than proving that AI caused academic success. It also indicates that the ability to extract value from new tools may accumulate where formal education has already conferred advantages. Adult attainment is not a proxy for a pupil's household; the inference concerns mechanisms to test, not measured intergenerational transfer.

The geographic and education patterns call for an institutional response more precise than distributing access codes. Table 2 translates the inequalities into questions a school can actually investigate.

Table 2. Layers of access that a school should assess

Layer	Observable question	Equity response
Material	Is a suitable device and connection reliably available?	Provide school access and offline alternatives
Linguistic	Does feedback work in the learner's language and register?	Review translation and examples with learners
Evaluative	Can students identify unsupported claims?	Teach source checks and revision
Institutional	Do educators have time and authority to supervise use?	Protect training and professional discretion

Note. Responses are proposed practices, not evaluated interventions.

Source: Author's synthesis based on OECD (2023) and Eurostat (2026a).

These layers interact. Material provision without evaluative skill can produce confident but unexamined work; instruction without reliable access can reward students whose families already supply the tool. The table is a planning framework and contains no survey estimates.

4.2. Student Practices and Assessment

Students use AI at different stages of an assignment: to clarify instructions, explore a topic, test a solution or revise a draft. These activities place different demands on the learner. An explanation may support understanding when the student checks it against course material and can apply the idea independently. A generated answer submitted without such work provides little evidence of what the student has learned. Assessment rules therefore need to identify the skill being demonstrated before specifying which forms of assistance are permitted.

The amount of AI assistance also matters, but frequency alone cannot establish its educational value. Two students who report using a chatbot for the same proportion of their schoolwork may have used it in different ways. One may have asked questions after attempting each task; the other may have relied on completed responses. Self-reported use is a useful starting point for sociological analysis, while submitted work, student explanations and classroom conditions are needed to understand its consequences.

These distinctions make student practice a more useful focus than a simple division between users and non-users. The following figure shows how U.S. teenagers describe the extent of chatbot assistance in their schoolwork. It should be read as a distribution of reported behavior, with the meaning of that assistance left open for further study.

Figure 5 shifts from access to a self-report about the share of schoolwork assisted by chatbots in the U.S. teen survey.

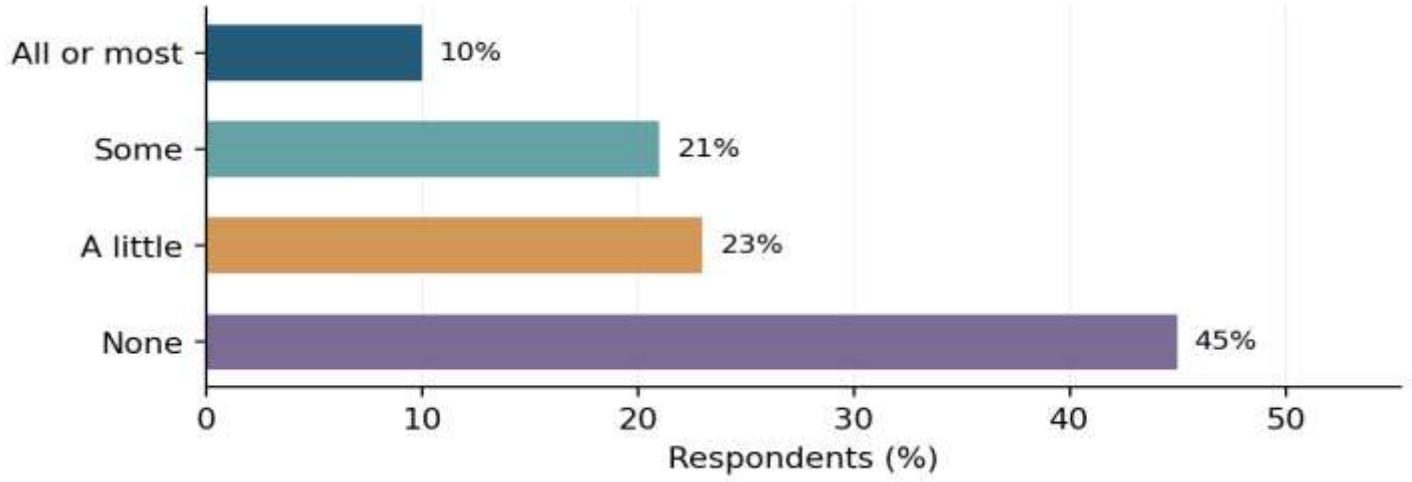


Figure 5. Share of U.S. teenagers' schoolwork done with chatbot help, 2025

Note. Percent of all surveyed U.S. teens; categories total 99% because of rounding.

Source: Pew Research Center (2026), How Teens Use and View AI.

The large group reporting none coexists with a small group using help for most or all work. This distribution argues against a uniform account of dependence. It does not tell us whether assistance improved understanding or replaced independent effort. Classroom rules have to specify the learning goal and the permitted kind of help before a frequency category can be evaluated ethically.

A second measure asks why teenagers use chatbots rather than how much schoolwork is assisted. Figure 6 shows nonexclusive activities.

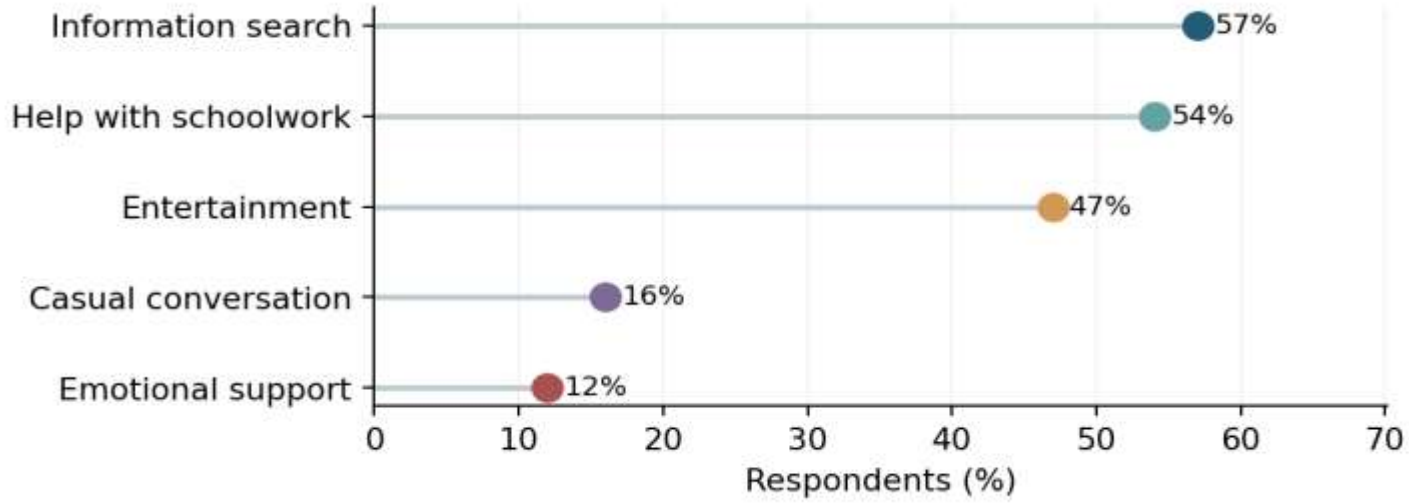


Figure 6. Selected reasons U.S. teenagers use AI chatbots, 2025

Note. Multiple responses possible; percent of U.S. teenagers aged 13–17.

Source: Pew Research Center (2026), How Teens Use and View AI.

Information search and schoolwork are close, suggesting that the boundary between ordinary inquiry and assessed work is porous in everyday practice. Smaller shares report conversational and emotional uses, which raise different duties of care and privacy. The categories must not be interpreted as mutually exclusive identities: one adolescent may use the same tool for several purposes. Educators need a vocabulary that distinguishes research, tutoring, drafting and personal support.

Only one published comparison among the selected sources supports a time line with a consistent named product. Figure 7 shows that comparison.

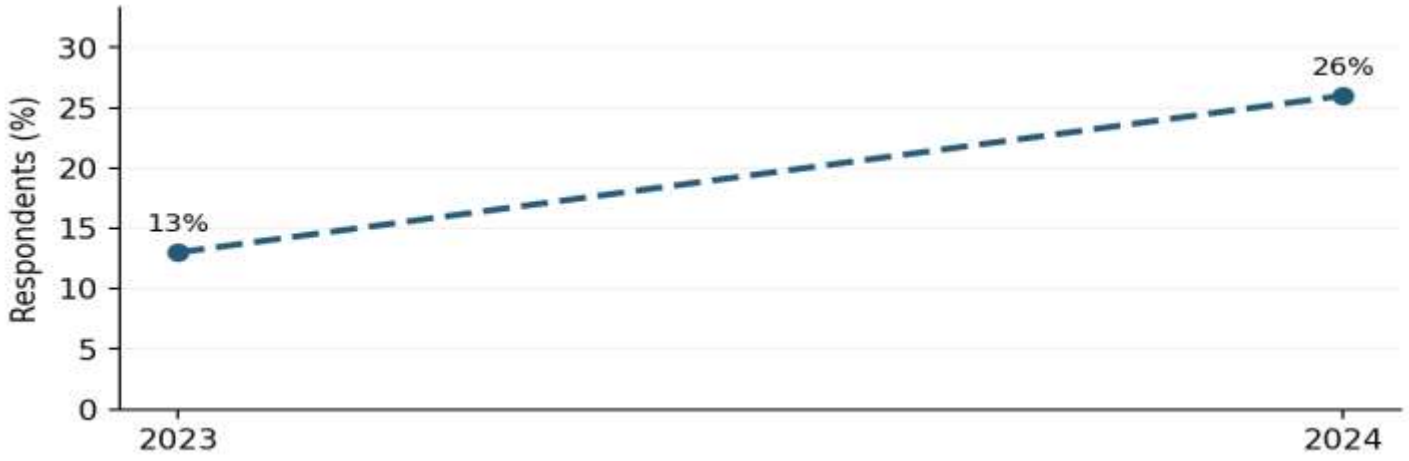


Figure 7. U.S. teenagers reporting ChatGPT use for schoolwork, 2023 and 2024

Note. All U.S. teens aged 13–17; ChatGPT specifically; two published survey endpoints, not an annual series.

Source: Pew Research Center (2023; 2025).

The rise indicates a change in reported use, not a measured decline in academic integrity. The two points cannot establish a continuing trajectory or justify a forecast. The 2025 survey asked about AI chatbots more broadly and

is intentionally excluded from the line. That separation matters because substituting a broader category at the endpoint would manufacture a trend.

The student use figures show why a prohibition or blanket permission is too coarse. Table 3 links permissible assistance to four different purposes of assessment.

Table 3. Assessment tasks and legitimate AI assistance

Assessment purpose	Permitted support to specify	Evidence of learning
Practice a new concept	Examples and follow-up questions	Student explanation of a correction
Research a claim	Idea generation with verified citations	Source trail and appraisal
Demonstrate unaided fluency	No automated drafting during task	Observed work under stated conditions
Revise a draft	Disclosure of edits and prompts	Reasoned account of accepted changes

Note. Illustrative policy design; the table reports no measured effect.

Source: Author's synthesis informed by UNESCO (2023) and Pew Research Center (2026).

The appropriate boundary is defined by what the task intends to measure. Requiring disclosure is useful when revision itself is a learning outcome, but it is not a substitute for fair access or teacher feedback. Oral explanations and process records can provide evidence, provided accommodations are planned for students who need them.

4.3. Non-Use, Professional Work and Governance

Decisions about educational AI also affect students and teachers who do not use it. Some may lack the resources or confidence to try a tool; others may find that it does not serve a particular learning goal. These circumstances call for different responses. Providing instruction may address uncertainty about use, whereas a reasoned decision that a tool is unnecessary should be respected when a student can complete the task through an equally valid route.

Teachers need authority to make that distinction in relation to their subjects and students. Introducing a platform can create new work: checking generated claims, adapting examples, explaining permitted use and responding when automated advice conflicts with classroom instruction. A school should account for this work when evaluating a tool. A high rate of adoption would show that it is being used, but would not establish that it improves learning or reduces teachers' workload.

Governance consequently begins with a pedagogical question: what problem is the tool intended to solve? Schools can then examine access, privacy, the quality of output and the availability of human support. Figure 8 adds an important perspective to that review by showing the reasons reported by EU respondents who had not used generative AI. Its denominator is *non-users*, so its percentages should not be compared directly with the adoption figures presented earlier.

Finally, a chart of non-users helps distinguish lack of access from a considered lack of need. Its denominator differs from every previous EU graphic.

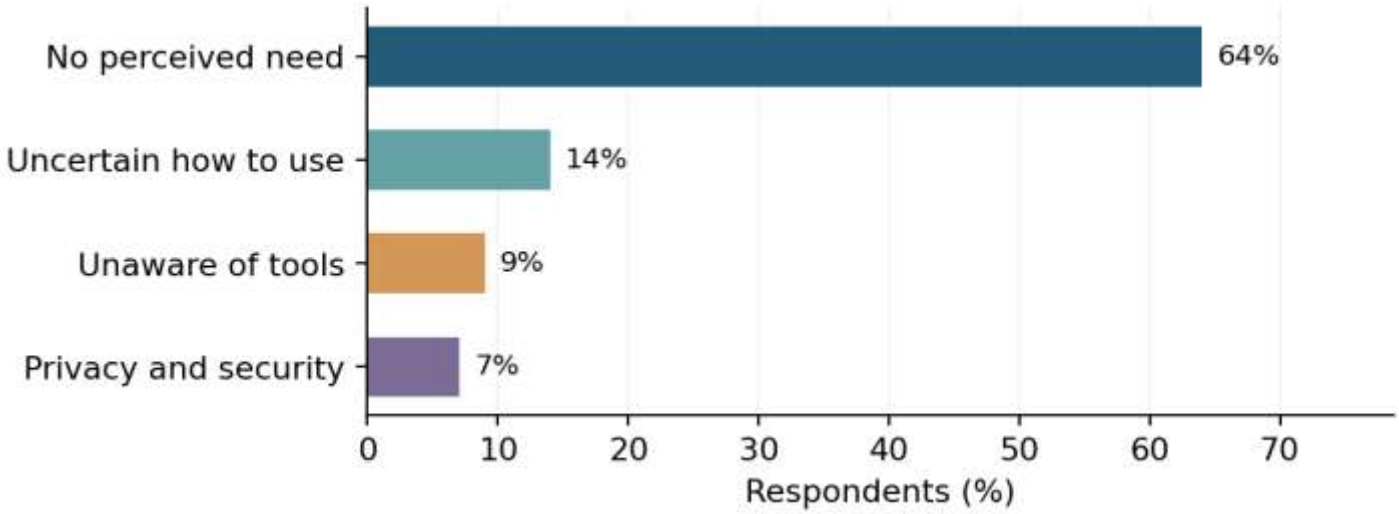


Figure 8. Reported main reason for not using generative AI in the EU, 2025

Note. Percent of EU non-users; selected stated main reasons do not exhaust all response categories.

Source: Eurostat (2026a), isoc_ai_iaiuxr.

A majority of non-users reported no perceived need. That answer should not be treated as a skills deficit or resistance requiring correction. For an educational institution, the meaningful question is whether a tool serves an articulated learning purpose and whether students can decline without penalty where alternatives are appropriate. Uncertainty about how to use a system and privacy concerns call for different responses. As with all self-reports, stated reasons cannot prove that no additional constraint exists.

Across the eight charts, adoption remains a different quantity from quality. Table 4 specifies decisions that can connect new tools to professional and public accountability.

Table 4. Governance questions before classroom deployment

Decision	Responsible actor	Observable safeguard
Choose a pedagogical task	Teacher and subject team	Explicit learning goal and alternative route
Protect pupil data	School leadership and provider	Documented data policy and minimization
Check output quality	Teacher and student	Citations, error review and corrected examples
Review unequal outcomes	School and community	Disaggregated access and feedback audit

Note. Analytical framework rather than evaluated policy.

Source: Author's synthesis based on UNESCO (2023), OECD (2023), and the present secondary analysis.

The sequence of decisions matters sociologically because responsibility cannot rest with a student who lacks access to a platform's design or institutional data agreements. Review should include students and families, yet it must leave consequential judgments with accountable educators. These safeguards are recommendations, not findings that a particular school has implemented them.

4.4. Reading the Evidence Across Scales

The EU survey and the U.S. adolescent survey operate on different scales. A European country difference may reflect infrastructure, language coverage, awareness or national patterns of platform use. A teenager's report that a chatbot helped with schoolwork describes an activity close to learning but leaves its content unknown. Neither source contains a matched measure of teacher instruction and subsequent attainment. Combining them can broaden the sociological picture only if their distinct questions remain visible. An apparently coherent narrative assembled from unmatched denominators would exaggerate precision.

The age contrast in European uptake is particularly vulnerable to this mistake. The subgroup aged 16–24 includes secondary pupils, university students and employed young adults. It cannot be interpreted as a rate of classroom use. The broad group aged 16–74 includes the younger respondents, so the percentages do not compare two independent populations. The descriptive contrast is useful for planning questions about youth exposure; it is not a test of an education intervention. This limitation should appear wherever the figure is discussed, especially if it is used by practitioners outside academic sociology.

The country distribution likewise needs more than a ranking. High reported adoption may coexist with weak critical evaluation, while low uptake may coexist with careful teacher-led experimentation. A national average cannot reveal how students with disabilities, rural pupils or minority-language learners fare. A local investigation could select schools with different resources, document tasks and interview educators and students about the choices they actually make. It should record both helpful and harmful experiences, because a study designed only to confirm promise or danger would be a poor basis for policy.

The trend in ChatGPT schoolwork use illustrates a further challenge of measurement. The first two surveys refer to a named tool and a schoolwork question; the later teen survey asks about chatbots more broadly. A reader may be tempted to place all three numbers on one ascending line, but doing so would conflate question wording and product categories with time. The paper deliberately keeps the later indicator separate. This small discipline matters because apparently dramatic growth can drive restrictive policy before institutions have defined what they are measuring.

The self-report on schoolwork assistance also needs interpretation. A student who says a chatbot helped with a little of their work may be describing one useful explanation or repeated superficial editing. Another who reports no assistance may have used other digital tools or peer support. The question supplies a meaningful distribution of reported behavior, not a comprehensive map of all assistance. Comparing these categories with actual tasks, consented learning diaries and teacher feedback would clarify what kinds of activity sit behind them. Such studies should record assignment purpose and rules at the time of use.

The reasons for non-use complete the picture by showing that absence is not always exclusion. Respondents may find no need for a tool because existing support serves them well. Others may lack knowledge, confidence or privacy assurances. Educational policy should not turn adoption into a goal independent of pedagogy. A successful school might use AI sparingly in a class where discussion and accessible materials already meet the need, while another might find it valuable for guided practice. The relevant outcome is opportunity for learning and participation, evaluated with learners, rather than compliance with a numerical target.

5. DISCUSSION, CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

The evidence shows rapid and uneven adoption alongside a much less settled understanding of educational consequences. Young Europeans report substantially more recent AI use than the broader age range, but young people also differ by country and by the conditions of study. Among U.S. teenagers, some use chatbots for much of their schoolwork while many report none. These findings jointly undermine a policy built around an imagined

typical student. A fair educational response needs to identify the specific learning practice, resources and vulnerabilities involved.

The theoretical contribution is a distinction between availability and conversion. An account or device creates the possibility of use. Conversion into learning requires time, prior knowledge, feedback and the institutional ability to verify claims. Students already familiar with academic conventions can often turn a fluent response into a checked argument, while those who need the most support may be more exposed to confident misinformation. Teaching prompt technique alone will not remove the difference. Schools should provide supervised opportunities to challenge a generated answer, compare it with a primary source and explain revisions in their own words.

A second contribution concerns authority. The teacher's role may become more demanding as drafting and explanation grow faster. Professional authority then rests in task design, interpretive judgment, inclusion and responsibility for student welfare. Institutions should account for the time this work takes. A strategy that saves minutes on worksheet preparation while adding unrecognized hours of fact-checking and individual support would shift labor rather than resolve it. Teachers should take part in deciding which tools are used, how disclosure works and what counts as an acceptable demonstration of competence.

Assessment rules should be transparent to students before the task. Where the goal is practice, guided AI assistance can be part of the method and reflection on errors can be assessed. Where the goal is independent mastery, the school should provide a feasible way to demonstrate it. Policies should distinguish attribution, editing and copying, and should protect access for learners who rely on accommodations. Claims of AI detection need independent scrutiny because a false accusation can damage trust and recognition. The aim is a credible account of student learning, supported by formative feedback rather than suspicion alone.

Equity evaluation requires attention to absent voices. The EU survey indicates broad gaps in uptake but cannot reveal a pupil's disability, household language or classroom experience in the form needed for local decisions. Schools should collect proportionate, privacy-respecting feedback about barriers and perceived value. They should ask whether free and paid versions differ in ways that matter for assessed work, whether a student can reach teachers when automated advice conflicts with instruction, and whether data policies are understandable to families. Local evaluation is necessary before importing an international adoption ranking into a school policy.

These conclusions have boundaries. The paper does not measure achievement, assign a causal effect to AI or offer original fieldwork. The U.S. adolescent data and European population data cannot be pooled. An observed relationship between education and uptake cannot identify which factor produces which. The two-point ChatGPT trend is descriptive and cannot support extrapolation. Moreover, generative systems, prices and institutional practices change rapidly; the sociological mechanisms will need repeated observation and direct classroom studies. Future research should combine student work samples, teacher interviews, explicit consent and comparisons of comparable tasks with and without guided support.

The practical recommendation is a staged, accountable integration. Define a learning purpose, check accessibility and data practices, train teachers and students in source evaluation, specify allowed assistance, then evaluate who benefits and who remains excluded. A school may decide that some tasks benefit from AI and others from its deliberate absence. This is a defensible educational choice when both decisions are tied to learning objectives and explained publicly. Innovation matters when it enlarges the capacity to think, participate and receive human attention; it should be assessed by those outcomes rather than by usage alone.

A further implication concerns the difference between immediate assistance and durable educational support. A chatbot is available whenever a student can connect, whereas a teacher has a timetable and a class to manage. This asymmetry can make the automated response attractive, especially for questions a student fears asking publicly. The institution should learn from that preference rather than dismiss it. Anonymous or private practice may help a pupil formulate a first question, but a reliable route to a teacher remains necessary when the generated

answer is wrong or when the difficulty reflects anxiety, exclusion or a broader misunderstanding. An effective learning environment gives the student a way to move from private exploration to accountable human dialogue.

Schools can examine the language in which help is requested. Students whose home language differs from the language of instruction may find an automated explanation more approachable, yet translations can simplify key disciplinary terms or introduce misleading equivalents. An educator could invite learners to compare terms across languages and identify where the meaning changes. That activity recognizes multilingual competence as a resource rather than treating it only as a barrier. It also makes verification a shared academic practice. Whether such an approach improves attainment remains a question for a properly designed evaluation rather than a conclusion drawn from national uptake rates.

The effects of school rules depend on their credibility. A blanket prohibition that students experience as unenforceable may encourage undisclosed use and make ordinary feedback adversarial. A permissive rule without clear task boundaries leaves students unable to judge whether help is acceptable. Rules should be co-designed with teachers and explained through concrete examples that change with the purpose of the assignment. An institution might permit brainstorming in one project, source checking in another and no external drafting in a timed demonstration. Publishing these distinctions before assessment gives students a fair opportunity to comply and gives educators a defensible basis for judgment.

Teacher preparation should include opportunities to test failure modes with their own subject material. A workshop can ask participants to generate an explanation, verify each substantive claim and adapt it for learners with different prior knowledge. It should also include cases where the system gives a convincing but inaccurate citation or reproduces a narrow cultural assumption. The result of such an exercise is not an endorsement of one platform. It is a shared capacity to recognize what must be checked and to articulate the division of responsibility between tool, learner and teacher. Schools should review that capacity periodically as the available systems change.

Evaluation of a pilot should specify outcomes before it begins. Counts of prompts and logins may tell a school whether a product was used, but they say little about comprehension, confidence or unequal burdens. Relevant evidence might include comparable explanations of a concept before and after guided practice, anonymous accounts of which students felt able to ask questions, teacher time spent verifying material and reports of accessibility barriers. A design that listens only to confident users risks missing the students most likely to be excluded. Reporting both positive and negative findings makes later decisions more trustworthy.

Student participation in governance should be meaningful and bounded. Young people can explain when a tool assists them, when it confuses them and what school rules seem inconsistent. They should not be made responsible for auditing privacy contracts or adjudicating disputed grades. Those obligations belong to identifiable adults and institutions. Consultation can include pupils who do not use AI as well as those who use it frequently, since a policy based on enthusiasts alone may make a non-user’s learning route more difficult. An equitable school offers a clear human alternative where a tool is optional or inappropriate.

These recommendations invite a research agenda focused on mechanisms. Researchers could compare learners with similar initial knowledge working on the same task under different forms of guidance, while recording how they check claims and seek help. Interviews with teachers would reveal the work of adaptation and verification that platform data cannot measure. A follow-up period would help distinguish short-term fluency from retained understanding. Any study involving minors must minimize collected data and obtain appropriate consent. This program of inquiry connects the sociological analysis of opportunity to concrete educational outcomes without pretending that existing cross-sectional surveys have already answered the causal question.

REFERENCES

Bourdieu, P. (1986). The forms of capital. In J. G. Richardson (Ed.), *Handbook of theory and research for the sociology of education* (pp. 241–258). Greenwood.

Eurostat. (2026a). *Use of artificial intelligence by individuals*. Statistics Explained. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Use_of_artificial_intelligence_by_individuals

Eurostat. (2026b, February 10). *64% of 16-24-year-olds used AI in 2025*. https://ec.europa.eu/eurostat/en/web/products-eurostat-news/w/edn-20260210-1

Feraru, P. D. (2012). *The approach of an intelligent system for stopping the phenomenon of migration of young people during the economic crisis*. CES Working Papers, 4(3), 323–339. https://ceswp.uaic.ro/articles/CESWP2012_IV3_FER.pdf

OECD. (2023). *PISA 2022 results (Volume II): Learning during – and from – disruption*. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/a97db61c-en

Pew Research Center. (2023, November 16). *About 1 in 5 U.S. teens who have heard of ChatGPT have used it for schoolwork*. https://www.pewresearch.org/short-reads/2023/11/16/about-1-in-5-us-teens-whove-heard-of-chatgpt-have-used-it-for-schoolwork/

Pew Research Center. (2025, January 15). *About a quarter of U.S. teens have used ChatGPT for schoolwork*. https://www.pewresearch.org/short-reads/2025/01/15/about-a-quarter-of-us-teens-have-used-chatgpt-for-schoolwork-double-the-share-in-2023/

Pew Research Center. (2026, February 24). *How teens use and view AI*. https://www.pewresearch.org/internet/2026/02/24/how-teens-use-and-view-ai/

UNESCO. (2023). *Guidance for generative AI in education and research*. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000386693

YOUTH RELIGIOSITY IN THE CONTEXT OF CONTEMPORARY EDUCATION: BETWEEN TRADITION, INDIVIDUALIZATION AND NEW FORMS OF SPIRITUALITY

PhD Petronela Daniela FERARU

National College Iași and 'Ion Neculce' High School, Târgu Frumos, Romania, Sociology, daniela_feraru_p@yahoo.com, ORCID 0009-0009-8954-6336

Abstract

The social, cultural, and technological transformations of recent decades have significantly influenced the ways in which young people relate to religion, values, and traditional institutions of socialization. This paper aims to analyze youth religiosity from the perspective of the sociology of religion, in relation to changes in contemporary education and the diversification of sources involved in identity formation. In a context characterized by individualization, value pluralism, and intensive use of digital media, institutional religious affiliation is no longer the only way in which young people construct their relationship with the sacred, morality, and existential meaning. The analysis examines the relationship between family, school, peer groups, religious communities, and the online environment in the transmission and reinterpretation of religious values. Particular attention is given to the role of contemporary education, which must respond simultaneously to the need for moral development, the cultivation of critical thinking, and the realities of a social environment characterized by religious and cultural diversity. In this respect, youth religiosity can be approached not only through participation in institutionalized religious practices, but also through personalized forms of belief, spirituality, and the search for meaning. The paper proposes an exploratory approach based on sociological literature and highlights the need for a better understanding of how education, digitalization, and changing values contribute to the redefinition of religious experience among younger generations.

Keywords: Sociology of religion, youth, religiosity, education, values, spirituality

1. INTRODUCTION

Religious life among young people cannot be described adequately by one question about whether they belong to a religious organization. Affiliation, belief, participation and moral orientation can move in different directions. A young adult may identify with a tradition but rarely attend services; another may not claim a denominational identity and still consider the soul, prayer or spiritual experience important. Families, schools, peer groups and online spaces offer different languages in which such commitments become understandable. This article examines how contemporary education encounters these plural forms of meaning and how sociological analysis can avoid placing young people on a single scale from traditional to modern.

The first problem is conceptual. Religiosity may refer to identification with a group, ritual practice, privately held beliefs, ethical obligations or involvement in a community. Spirituality often names experiences or commitments that a respondent does not locate within an institution. These terms overlap but should not be treated as synonyms. The title's terms tradition, individualization and new forms of spirituality identify possible processes, not a predetermined sequence in which the first disappears and the last replaces it. The empirical task is to see which dimensions change and which coexist within particular social settings.

The second problem concerns education. School can transmit a historical understanding of religious traditions, cultivate the ability to disagree without humiliation and provide room to reflect on moral questions. It cannot legitimately assume that all students inherit one tradition or that those who do not belong to an institution lack ethical seriousness. The classroom is also a site where family histories meet public expectations. A student may experience the curriculum as recognition, exclusion or an invitation to explain a practice to others. A sociological approach asks who defines what counts as knowledge and whether students can engage critically without being required to declare a personal belief.

This paper offers an exploratory review of sociological literature and a secondary reading of published survey results. The principal quantitative source is the United States Religious Landscape Study conducted in 2023–24, with published comparisons to 2007 and 2014 where the survey provider explicitly permits them. Additional international comparisons illuminate religious switching and affiliation by age; they are used as separate contexts, not merged into one worldwide youth population. Six tables are interpretive matrices about concepts, socialization and teaching. Nine figures display different indicators or comparisons; the three historical charts use the cautions stated by their source about changes in survey mode. Each visual has an introduction, a separate caption, note and source, followed by an interpretation.

The author's earlier research on religion and Romanian migration in Italy (Feraru, 2015) provides a relevant point of dialogue. That research concerned the reorganization of belonging across migration, not the current survey's young adults or the effects of digital platforms. Its appropriate use here is to remind readers that religious identification is sustained and revised within relationships, especially when social settings change. The present article does not borrow results or presume that migrant experience represents all young people. It uses an established sociological question about continuity and reinterpretation while building its empirical account from separately identified sources.

The main claim is that education should treat youth religiosity as a set of relations and practices rather than a deficiency measured against one institutional standard. Changes in prayer, affiliation or reported importance deserve explanation, but no one indicator proves either the extinction of belief or the emergence of a single new spirituality. The conclusion sets out research questions and teaching principles appropriate to plural classrooms, with explicit boundaries on what surveys can establish.

2. SOCIOLOGICAL FRAMEWORK

2.1. Religion as Belonging, Practice and Meaning

Classical sociological approaches place religion within collective life. Durkheim emphasized the way shared practices distinguish the sacred and organize social solidarity. Weber attended to the interpretation of action and the ways religious ideas orient conduct. These perspectives ask different questions: what practices bind a group, and what meanings do participants give to them? Neither implies that every young person receives a finished worldview from a single institution. Contemporary identities emerge through family expectations, friendship, schooling and public representations that can reinforce or contest one another.

Affiliation indicates how someone answers a question about group identity. It is valuable because organizations provide spaces, roles and intergenerational continuity. But belonging can be nominal, contested or situational. A person may describe a family heritage while rejecting an institution's authority, or may participate in collective events without claiming a strong identity. Conversely, nonaffiliation is not a direct observation of disbelief. It includes different positions, from atheist conviction to uncertainty or refusal of a label. Treating all these positions as one worldview obscures the meaning of respondents' answers.

Practice provides another window. Service attendance connects people to organized events and shared time; prayer can occur outside these settings and may be learned through family, peers or personal crisis. Their frequencies need not move together. Surveys can count a reported act, but they cannot directly describe the emotions, duties or interpretations attached to it. An occasional ritual at a family event can matter profoundly even when routine attendance is low. Ethnography and interviews are therefore needed to explain how a counted practice figures in a life history.

Beliefs introduce a third dimension. A survey question about God, a soul or spiritual presence may elicit different interpretations across communities. Someone may affirm a soul in language grounded in religious teaching, cultural custom or speculative uncertainty. The response should not be flattened into doctrinal agreement. Schools that teach about belief can demonstrate the diversity of meanings behind a familiar word and let students distinguish a descriptive claim from their own commitments.

The account of individualization is most useful when understood as a change in the organization of choice and authority. Young people may assemble elements from a family tradition, popular media and personal reflection, but their choices are constrained by social class, gender, geography and the opportunity to dissent safely. A narrative of freely chosen spirituality can hide these inequalities. The emphasis in the following tables is on relationships and institutions through which religious language is made available and contested.

Before comparing generations, Table 1 separates measures that are often combined under the single label of religiosity.

Table 1. Dimensions of religiosity and the evidence they require

Dimension	Survey indicator	Interpretive limit
Affiliation	Self-reported religious identity	Does not establish intensity of belief
Practice	Frequency of service attendance or prayer	Does not record meaning or motivation
Belief	Response to a proposition about the sacred	Language may carry multiple interpretations
Community	Participation and relationships	Needs observation of inclusion and exclusion
Spirituality	Self-description and experience	May coexist with religious identification

Note. Indicators are examples, not a validated composite scale.

Source: Author's conceptual synthesis informed by Durkheim (1995), Weber (1963), and Pew Research Center (2025a).

The cells show why the presence or absence of one indicator cannot represent a whole person's orientation. This distinction also shapes classroom discussion: an educator can analyze a survey category without assigning a student to it.

The dimensions in Table 1 also differ in how they become visible to others. Affiliation can be stated in a survey, prayer may remain private, and participation in a community depends on opportunities as well as conviction. A young person can therefore appear less religious by one measure while continuing to draw meaning from another. This distinction directs attention to the settings in which beliefs and practices are learned, expressed or kept private.

2.2. Family Transmission and Educational Encounters

Family is often the first setting in which a young person encounters prayer, celebrations, stories, prohibitions or language about transcendence. Transmission is rarely mechanical. Children ask questions, reject practices, inherit attachments from more than one relative and interpret traditions in response to changing circumstances. The importance of religion to the family when one was growing up and its importance to the respondent now measure two different moments and subjects. A difference between them can prompt a sociological question about reinterpretation; it does not by itself prove a specific family conflict or identify the cause of change.

Schools offer public knowledge that can unsettle or enrich what is learned at home. In religious education, history and literature, teachers may discuss the ways traditions have shaped institutions and daily life. This is intellectually different from requiring assent. A plural classroom has learners who believe, doubt, reject a religious label or decline to speak about personal convictions. The teacher's professional obligation is to protect the terms of respectful inquiry while making reliable information available. Where a school treats one majority tradition as the unmarked norm, students from other backgrounds may carry a disproportionate burden of explaining themselves.

Peers and digital spaces complicate the sequence of transmission. A young person can encounter a religious practice through an online discussion, a friend or a public controversy before encountering its historical account in a classroom. Online visibility may bring support across distance, but a platform also selects what attracts attention and can reward sharp conflict or simplified identity claims. The sociological question is not whether online practice is authentic in the abstract; it is who controls the message, whether participants can question it and what relational consequences follow offline.

Migration adds another setting in which continuity and reinterpretation become visible. Feraru's study of religion and Romanian migration in Italy examined religious belonging within changed social relations (Feraru, 2015). That work can inform the question of how a practice is sustained when institutions and networks shift. It cannot supply estimates of contemporary youth religiosity. The present analysis uses the connection carefully: a school whose students have different migration histories should invite contextual accounts and avoid reading heritage as a fixed trait. Some families preserve rituals; others modify them or place less emphasis on public identification.

Education for moral development does not require agreement on theology. Students can examine how commitments generate reasons to act, what happens when values conflict and how a democratic classroom makes space for disagreement. A lesson on a tradition should not turn a believer into the spokesperson for all its members, nor a nonbeliever into the representative of moral absence. These principles can be evaluated through classroom observation and student feedback, which are outside the data available to this paper.

Table 2 organizes socialization around settings rather than assuming that one institution determines young people's beliefs.

Table 2. Settings in which young people encounter religious meanings

Setting	Possible resource	Question for research
Family	Stories, rituals and care	Who may revise a practice?
School	Historical knowledge and critical dialogue	Who feels recognized in the curriculum?
Peers	Belonging and disagreement	What can be voiced without sanction?
Community	Roles and shared ritual	Who decides the terms of participation?
Digital media	Contact across distance	Whose account gains visibility?

Note. Illustrative pathways; no numerical weighting is assigned.

Source: Author's synthesis with reference to Feraru (2015) and contemporary sociology of education.

These settings can complement or contradict each other. A student's account of faith may differ at home and at school because different audiences invite different forms of expression. The table proposes fieldwork questions; it does not report observed answers.

These settings do not carry equal authority for every young person. A family may provide a valued practice, while a peer group offers language for questioning it; a school may supply historical context for an account first encountered online. The resulting differences need not indicate a complete break with tradition. They may show how young people interpret what they have received as their relationships and sources of information change.

2.3. Individualization, Public Debate and Spiritual Language

The language of personal spirituality can make room for experiences that formal affiliation questions overlook. Yet it may also be shaped by commercial wellness culture, social media and the expectation that individuals must manage uncertainty privately. A sociological analysis should distinguish agency from the removal of collective support. A young person who describes meaning through meditation, environmental responsibility or contemplation may be connected to a religious tradition, estranged from it or operating in another register altogether. It would be a category error to assign such a person to a new movement solely because a survey asks whether they consider themselves spiritual.

Public controversy can narrow the choices available to students. Religious symbols and ethical questions may become proxies for wider conflicts about nationality, gender or belonging. The classroom should slow down this compression. Historical context, accurate definitions and the opportunity to distinguish a claim about an institution from a claim about all its adherents protect inquiry. Critical thinking includes examining power within religious communities as well as respecting the right to participate in one. These aims need not be in opposition when the discussion has clear intellectual standards and protects students from personal exposure.

The sociology of religion also warns against interpreting age differences as a simple forecast. A cross-sectional gap between young and old may reflect life-course changes, historical cohorts, migration or the social context in which a question is answered. Repeated cross-sectional surveys can describe change in a population's response, but they do not follow the same individuals. The survey mode may change as well. Consequently, even a clear plotted line must be read as a change in measured shares, not a demonstration that each young person is following the same path.

With these distinctions in place, the paper turns to method. The tables that follow keep inferential limits visible so that numerical charts can illustrate rather than settle the questions of identity, tradition and educational practice.

2.4. The School as a Public Setting for Disagreement

The school has a distinctive position among the institutions in which young people encounter religion. A family may teach a practice as an inherited obligation; a religious community may invite participation as a member; a classroom can examine both practices and claims as subjects of shared inquiry. Its authority derives from the quality of explanation and the fairness of participation, not from requiring a particular declaration of belief. This distinction is especially important when a class includes students who see their tradition represented inaccurately and others who have no religious affiliation.

Teaching about religion calls for more than a list of doctrines. Students should encounter historical settings, diversity within communities and the changing interpretations of practices. A celebration may have different significance to members of the same tradition, and attendance at an event may reflect family care rather than a firm doctrinal position. Presenting an institution as if it had one timeless voice can erase disputes over gender, social class, reform or political power. A careful lesson can describe these differences without deciding a learner's own commitments.

The ability to disagree is learned through repeated rules of discussion. Participants should be able to ask what evidence supports a historical claim, whether a generalization has exceptions and how a source defines its categories. A student who challenges a claim about a sacred text should be invited to identify the passage and interpretation at issue, while a student who explains the role of a ritual should not be treated as obliged to defend every action of an institution. These practices protect both scrutiny and dignity. They also show that respectful discussion is a demanding form of intellectual work rather than the avoidance of difficult questions.

Teachers may face pressure to treat a controversial topic as an occasion for personal confession. Such an approach can expose pupils who prefer privacy, especially members of small minorities. Written analysis of a public text or a hypothetical ethical case can achieve the learning goal without soliciting declarations of faith. Assessment should concern accuracy, use of evidence and clarity of reasoning. Students can participate equally even when their convictions differ or when they choose not to reveal them. This is a practical requirement of an inclusive public learning environment.

The institutional context shapes what is possible. Curricula, teacher preparation and relations with families vary by country and school. A proposal drawn from a U.S. survey cannot simply be imposed in Romania or another national context. The sociological lesson from comparative data is to ask how public education, majority traditions and minority rights are organized locally. Inquiry remains necessary even when the local answer is different. A responsible school can describe its educational aims and invite feedback from families without giving any one group authority to define the private beliefs of students.

2.5. Social Inequality in the Experience of Tradition

The possibility of retaining or revising religious practices is not evenly distributed. Some young people have a community nearby and reliable transport; others live far from meeting places or work during gatherings. A family may have time to teach a ritual or may be divided by migration and care responsibilities. These conditions influence visible participation without directly determining personal belief. A low attendance rate therefore cannot be interpreted solely as a loss of interest. It may describe a change in opportunity, schedule or institution.

Gender can affect both expectations and room for dissent. A young person may be asked to carry a tradition publicly in ways that another member of the household is not. Some religious communities provide leadership and mutual support; others restrict voice or participation in particular settings. Sociological analysis should document the actual distribution of roles rather than presume a universal effect. Schools can help by teaching students to identify who is represented in an account of a tradition and who is missing. This analytic question is compatible with respect for participants because it seeks accuracy, not a predetermined verdict.

Class is similarly relevant. Membership activities may involve costs for travel, materials or time, while opportunities for private reflection or online engagement may be easier for some than for others. Families with high educational resources may find it easier to navigate institutions and articulate personal alternatives to inherited labels. A survey's affiliation category does not measure these resources. Future research should examine how socioeconomic circumstances interact with the language respondents use for spirituality, attendance and uncertainty, while avoiding the assumption that any class has one religious culture.

Migration makes place visible in an especially clear way. A ritual learned in one town may be practiced differently when a family moves, and religious associations may provide social support or a connection to memory. Feraru's study of Romanians in Italy foregrounded the relationship between migration and religious belonging. Its analytic relevance lies in asking what changed networks make possible, not in supplying a universal theory of migrant youth. The present paper treats migration as one possible condition among many. Young people who share a migration history may still disagree about religious authority and personal identity.

Digital access creates another inequality. An online group may connect isolated participants to a tradition, yet platforms amplify material according to rules that learners do not control. A person seeking information about a faith may encounter a simplified or adversarial representation before a careful account. School-based media literacy can ask who produced a message, which audience it addresses and whether its claims are corroborated. The question is pedagogical and sociological at once: access to multiple interpretations is a resource, and the capacity to evaluate them is socially learned.

The wider public environment also affects whether a young person speaks openly. Discrimination, ridicule or a fear of being treated as an exception may lead someone to keep a practice private. Conversely, public approval of a majority tradition may encourage an identification that says little about personal conviction. Surveys can capture an answer given in a particular context but cannot eliminate these pressures. Ethical research should provide private response options, avoid stigmatizing categories and allow participants to describe uncertainty in their own words.

3. METHOD

This paper is a literature-based exploratory analysis supplemented by secondary descriptive comparisons. Its central data source is Pew Research Center's 2023–24 U.S. Religious Landscape Study (RLS), which includes 18–29-year-olds and reports historical comparisons with 2007 and 2014 for selected questions. The international material comes from Pew's 2025 studies of affiliation and religious switching in multiple countries. These studies are not presented as a single dataset. Their populations, questions and fieldwork periods differ, and each chart identifies the relevant denominator.

For the RLS charts, the selected outcomes address religious identification, daily prayer, importance of religion, certainty of belief, self-described spirituality, belief in a soul and the reported place of religion in family life during childhood. The 2023–24 sample of 18–29-year-olds has an unweighted size of 3,524 and a reported margin of error of approximately 2.2 percentage points. The earlier youth samples and survey modes differ. Pew warns that the mode shift complicates trend comparisons for importance and certainty of belief. Prayer frequency is presented with Pew's stated comparability note. We therefore describe historical trajectories cautiously, do not calculate statistical tests from rounded values and do not interpret a plotted sequence as a cohort's life history.

International charts are deliberately selective. Religious switching in Spain and Colombia distinguishes younger from older adults within each country. A separate age comparison concerns religious affiliation in the United States and Japan; the Japanese older estimate is described as approximately just over one half by the source and is plotted approximately. Cross-country differences may reflect survey translation, history and institutions as well as age. These examples illustrate questions about education and socialization; they cannot establish a universal law of secularization.

Each table is a conceptual framework assembled for this paper. It contains research questions or pedagogical choices, not responses from a newly conducted survey. The charts are redrawn from public aggregate results without access to microdata. To reduce repetition, no figure reuses a table's numerical comparison, and the charts cover different dimensions of religious life. Percentages in each chart are labeled; in temporal figures the plotted line links survey years only and is not a fitted statistical trend or projection. The final section distinguishes observed results, theoretical interpretation and proposals for further research.

Ethically, the manuscript avoids attributing a respondent's moral character to a category such as unaffiliated or spiritual. It does not infer individual histories from aggregate shares. The self-citation is relevant to relational change under migration but is not used as numerical evidence for youth trends. These limits are essential because education policy based on a misleading demographic label can stigmatize precisely the students it is intended to understand.

Table 3 documents the boundaries of the data before any percentage is used to interpret young people's social worlds.

Table 3. Rules for interpreting the selected survey comparisons

Comparison	Population	Caution
RLS 2023–24	U.S. adults aged 18–29	Cross-sectional responses, not student sample
RLS historical values	Comparable age band in distinct surveys	Mode shifts complicate some trends
International age contrast	Adults within named country	Cannot pool countries as one cohort
Family childhood measure	Adults recalling family importance	Retrospective report, not parental interview

Note. The categories describe the analysis, not a statistical model.

Source: Author's synthesis of Pew Research Center (2025a; 2025b; 2025c).

The distinctions prevent a false inference from a survey of young adults to school pupils. The family measure is especially sensitive: recollection of childhood is valuable evidence about perception, but it does not reproduce the parents' own answers at that time.

The methodological distinctions in Table 3 guide the reading of the results. Percentages can show how responses are distributed and, where questions are comparable, how those distributions have changed. They cannot disclose the reasons behind an individual answer or establish the effect of schooling on religious belief. The findings below use each indicator to pose a specific sociological question while keeping those limits in view.

4. FINDINGS AND SOCIOLOGICAL INTERPRETATION

The findings move from religious identification to practices, beliefs and remembered family experience, then consider age differences in selected countries. This order matters because no single indicator captures the full relationship a young person may have with religion. Reading the measures separately makes it possible to identify patterns without assuming that affiliation, personal conviction and participation always change together.

4.1. Affiliation and the Uneven Language of Belonging

Religious affiliation is a useful starting point because it records the identity respondents choose when asked about their religion. It also has a clear limit: a shared label does not imply identical beliefs or levels of participation. The analysis begins with the distribution of these labels and then turns to questions about prayer, importance and certainty, which reveal different aspects of religious life.

Figure 1 begins with religious self-identification, the most familiar but least comprehensive measure of religiosity.

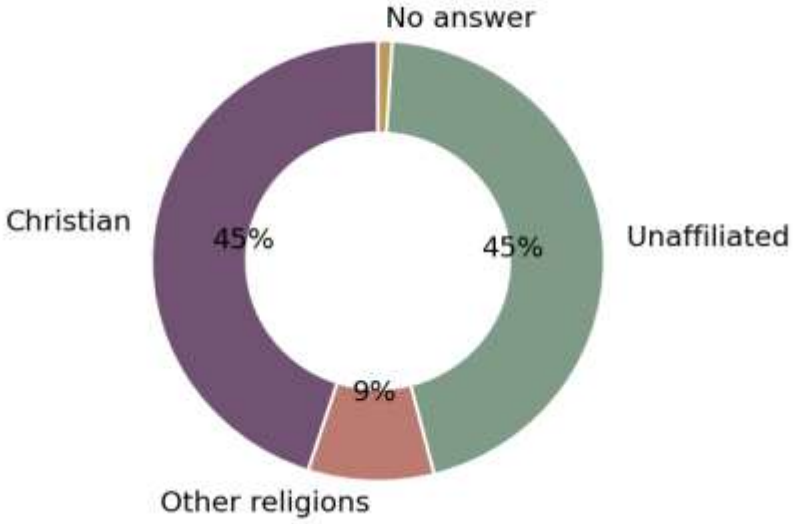


Figure 1. Religious identity among U.S. adults aged 18–29, 2023–2024

Note. Rounded shares, with 1% no answer; affiliation does not measure frequency of practice.

Source: Pew Research Center (2025a), Religious Landscape Study, age 18–29.

Christian identification and nonaffiliation each represent about 45% of the surveyed age group, while other traditions account for a smaller share. This balance describes the United States, not Europe or a classroom elsewhere. It does not imply an equal division in beliefs or moral commitments. The school's task is to know that students may use labels differently and to present each tradition without requiring a young person to stand for a category.

Prayer outside religious services offers a private-practice measure that differs from institutional identity. Figure 2 displays published repeated cross-sections.

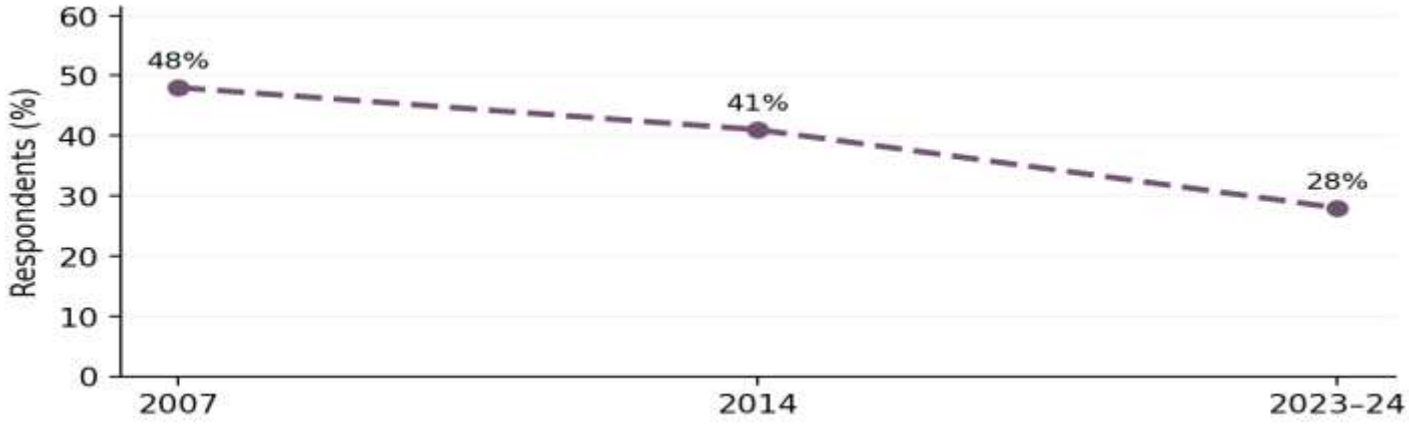


Figure 2. Daily prayer among U.S. adults aged 18–29, selected survey years

Note. At least daily; different survey samples. Pew says this prayer question can be compared across the mode change.

Source: Pew Research Center (2025a), RLS age 18–29, prayer frequency.

The share reporting prayer at least daily declined across the three surveys. This does not mean that 20% of the same people abandoned prayer: each point represents a new age-group sample. Nor can daily practice encompass occasional prayer or other spiritual acts. The plotted connection describes direction between observations and supports a research question about changing routines, schedules and socialization, not an individual trajectory.

Importance is an evaluative judgment rather than a reported action. Figure 3 tests whether the history of this judgment resembles that of daily prayer without presenting them as the same variable.

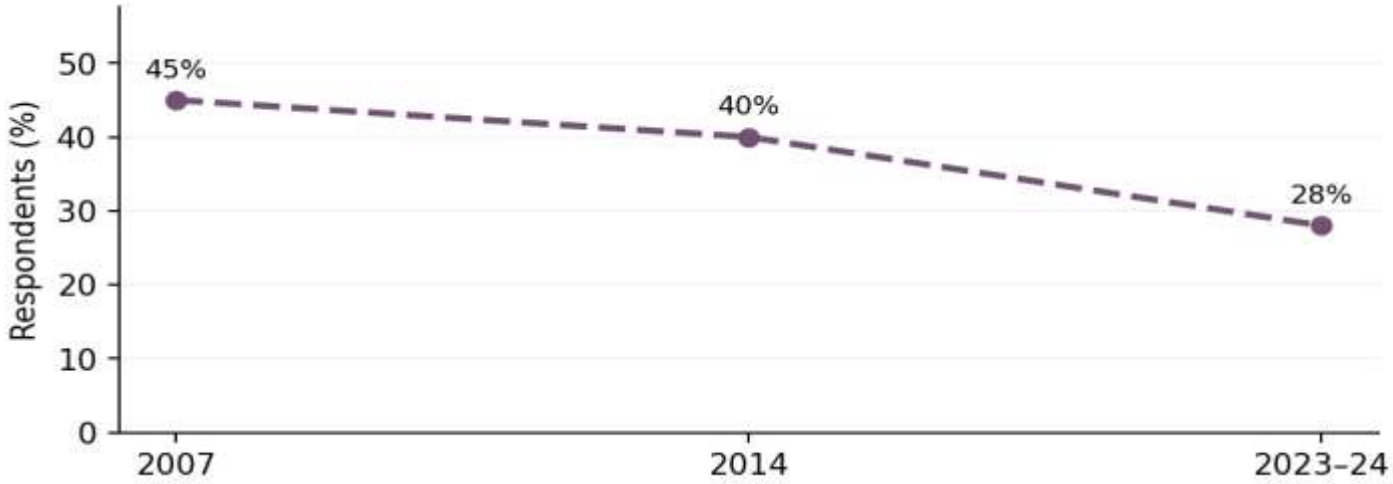


Figure 3. Religion considered very important among U.S. adults aged 18–29

Note. Pew flags a survey-mode shift; historical comparison is cautious and no line is extrapolated.

Source: Pew Research Center (2025a), RLS age 18–29, importance of religion.

The downward pattern is broadly consistent with a reduced centrality of institutional religious language for some respondents, yet the survey provider warns that its shift from telephone to mainly online and paper interviewing complicates this particular trend. The 2023–24 level also leaves many young adults who consider religion somewhat important. A critical education should make room for qualified and changing positions rather than assume that only a strong declaration counts as engagement.

The fourth graphic asks about certainty, which differs from both affiliation and the importance of religion.

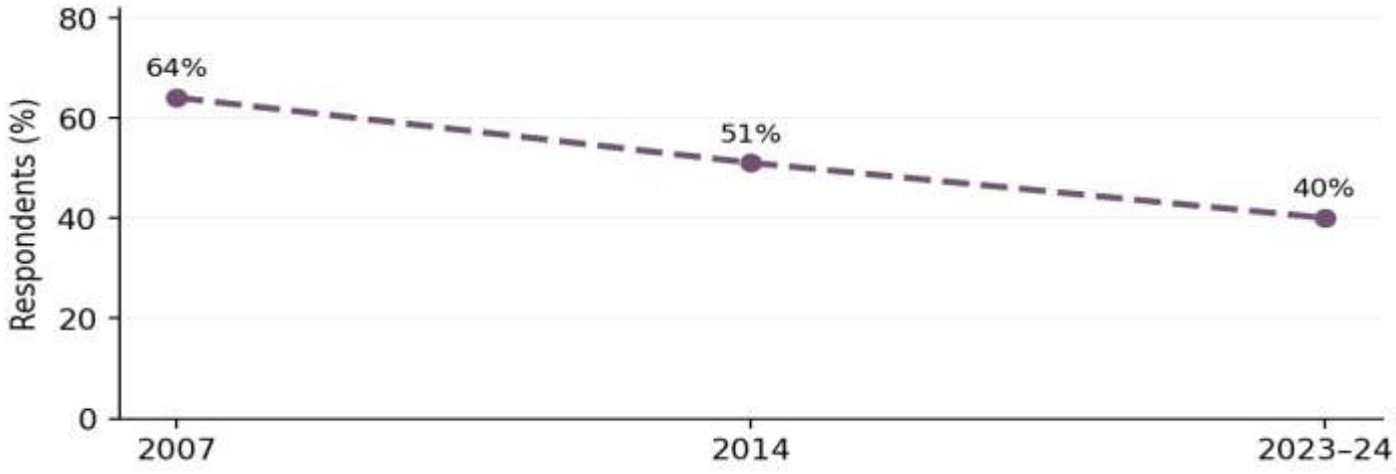


Figure 4. Absolute certainty in belief in God or a universal spirit among U.S. young adults

Note. Percent absolutely certain; 2023–24 mode shift complicates comparison with 2007 and 2014.

Source: Pew Research Center (2025a), RLS age 18–29, belief in God or universal spirit.

Lower absolute certainty does not establish lower belief in all forms: respondents can believe without reporting certainty. The question explicitly includes God or a universal spirit, and the share not absolutely certain cannot be recoded as atheist. The trend also carries Pew's mode caution. Educational discussion benefits from distinguishing doubt, curiosity and nonbelief instead of placing them on a single moral scale.

Affiliation, prayer, importance and certainty do not form one simple scale. Table 4 turns this lesson into questions suitable for ethical classroom research.

Table 4. Questions for studying religious belonging in schools

Observation	Possible interpretation	Follow-up question
A student states an affiliation	Family or chosen identification	What meaning does the label have here?
A student declines a label	Nonbelief, privacy or uncertainty	Is disclosure expected by the task?
A student joins a ritual event	Belonging, duty or interest	Who invited participation?
A student disputes a claim	Inquiry or a conflict of authority	Can disagreement be expressed safely?

Note. Illustrative possibilities, not coded student observations.

Source: Author's synthesis of the dimensions shown in Figures 1–4.

No response in the table is a diagnosis. The same behavior can have several meanings, and a pupil has no obligation to disclose a personal belief for a school assignment. Sociological inquiry should first clarify context and protect choice.

Table 4 shifts the focus from classifying young people to understanding what their words and actions mean in context. That shift is necessary when the discussion moves toward spirituality and family memory. A person's present description of belief may reflect inherited language, personal reflection or both, while a recollection of childhood concerns a different moment and relationship

4.2. Spirituality, Family Memory and Individualization

The language of spirituality shifts attention from institutions toward respondents' descriptions of themselves. Figure 5 displays a distinct question asked in the recent survey.

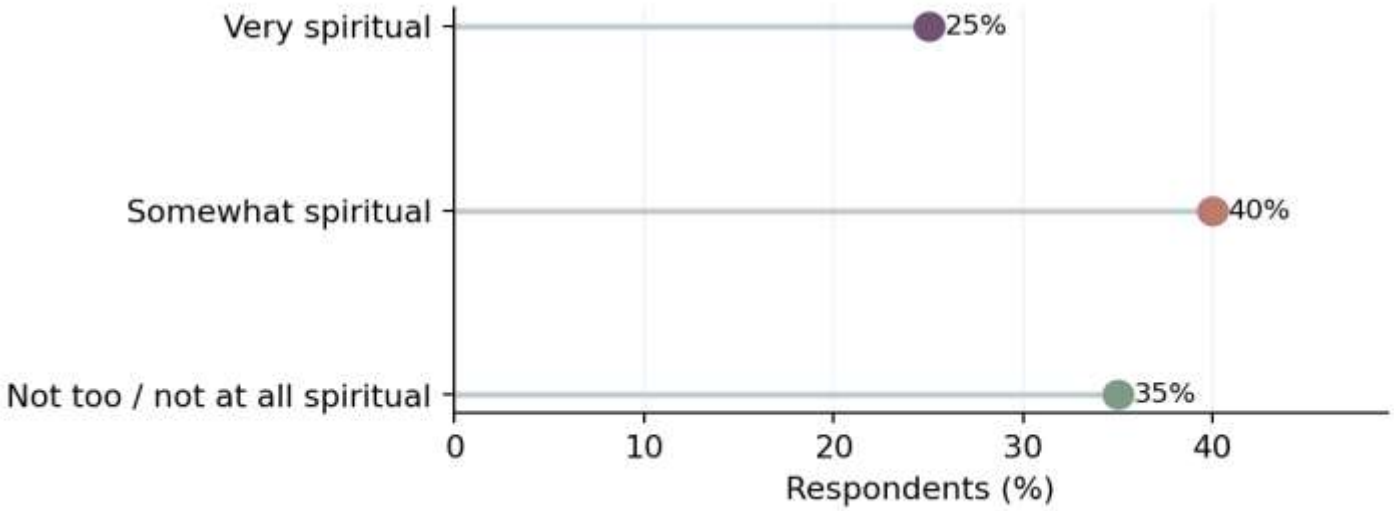


Figure 5. Self-described spirituality among U.S. adults aged 18–29, 2023–2024

Note. Percent of U.S. 18–29-year-olds; categories are mutually exclusive within this question.

Source: Pew Research Center (2025a), RLS age 18–29, consider self spiritual.

A quarter describe themselves as very spiritual and a further 40% as somewhat spiritual. These are not a replacement for the affiliated or unaffiliated categories in Figure 1. The measures may overlap for the same people, and the aggregate data shown here do not specify every joint distribution. A lesson that equates spirituality with opposition to religion would import a false dichotomy into students' accounts.

Figure 6 adds a proposition about the human person rather than asking respondents how they describe themselves.

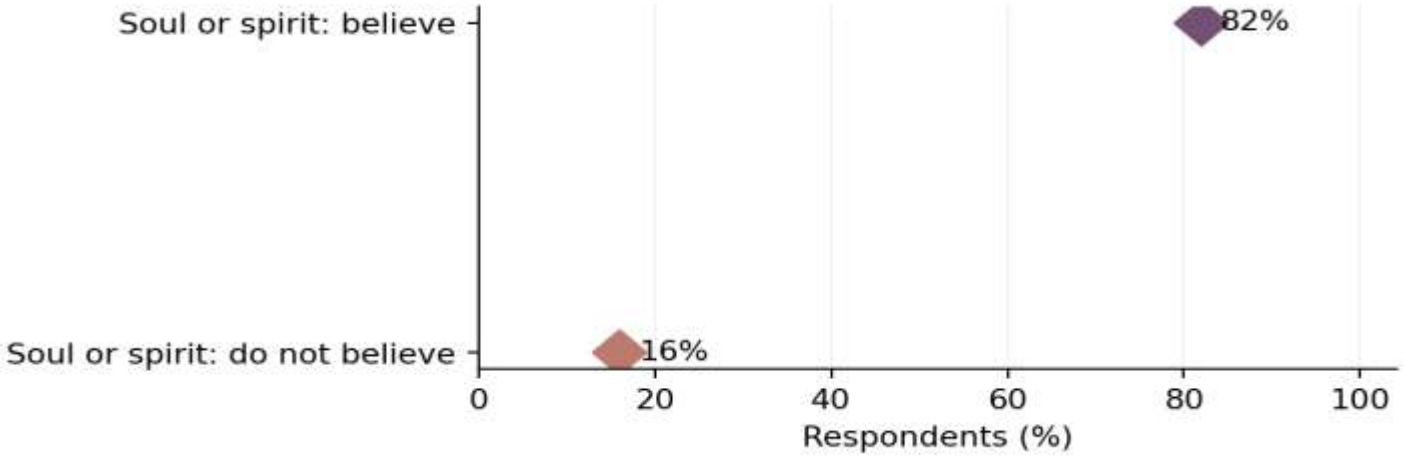


Figure 6. Belief in a soul or spirit among U.S. adults aged 18–29, 2023–2024

Note. About 1% gave no answer and is omitted from the two displayed responses.

Source: Pew Research Center (2025a), RLS age 18–29, belief in a soul or spirit.

The large share affirming a soul or spirit shows why nonaffiliation cannot simply be read as the absence of every transcendent belief. Nevertheless, this percentage alone does not reveal whether respondents share a doctrine, a metaphor or a family idiom. The survey questions collect distinct forms of language; qualitative interviews would be required to connect them within a life story.

Education intersects with what young adults recall from family life. Figure 7 places a retrospective family measure beside a current personal judgment while keeping their wording distinct.

Belief in a soul or spirit shows why an institutional label cannot stand in for every form of conviction. It leaves open, however, how such ideas entered a young person's life and whether they retain the meaning given to them in childhood. The next comparison turns from a present belief to respondents' recollections of their families and their assessment of religion's importance in their own lives.

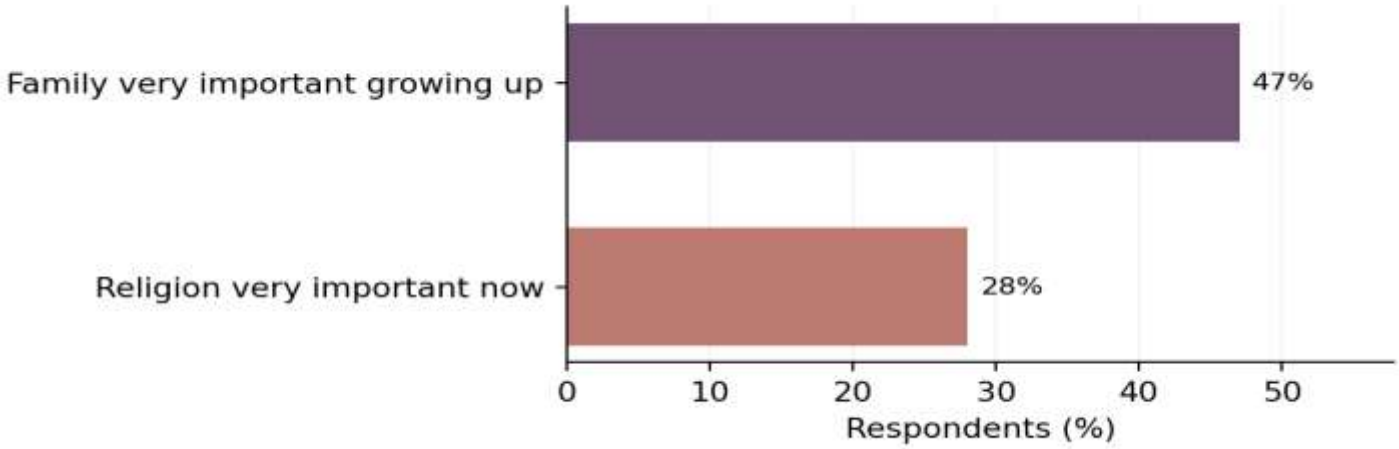


Figure 7. Family importance of religion in childhood and personal importance now

Note. The two questions have different referents; difference in aggregate shares is not an individual transition rate.

Source: Pew Research Center (2025a), RLS age 18–29, childhood family and current importance items.

Forty-seven percent recalled religion as very important to their family when growing up, whereas 28% said religion is very important in their own life now. The two values do not show that 19% of respondents individually rejected a tradition; aggregated marginals cannot identify transitions without linked responses. They do invite questions about autonomy, family negotiation and the different meanings of collective and personal importance. A respectful curriculum can explore such differences without making family belief the standard against which a student is graded.

The contrast between family memory and self-description raises questions about what a school can responsibly teach. Table 5 outlines pedagogical activities without evaluating anyone's belief.

Table 5. Educational approaches to plural moral and spiritual questions

Teaching aim	Learning activity	Protection for students
Historical understanding	Compare primary descriptions and contexts	Do not ask a pupil to represent a tradition
Critical judgment	Distinguish a claim, evidence and interpretation	Permit reasoned disagreement
Moral reflection	Discuss a shared case through several ethical lenses	Assess argument rather than private assent
Digital literacy	Trace an online assertion to its source	Avoid requiring personal account disclosure

Note. Proposed activities, not outcomes of an intervention study.

Source: Author's synthesis informed by UNESCO (2014) and the conceptual analysis above.

These approaches protect both intellectual standards and the privacy of conscience. A discussion can test the quality of evidence or reasoning while leaving a student free not to disclose a personal religious position. That is a condition of genuine participation in a diverse classroom.

The approaches in Table 5 address what schools can teach without judging students' private convictions. Their relevance extends beyond the classroom: young people also encounter competing accounts of religion through communities and public media. The next section places these educational questions beside international age comparisons, where differences in affiliation must be interpreted within each country's social setting.

4.3. Age, Switching and Cross-National Context

Age differences provide evidence about the distribution of reported identities, but they do not explain when or why a person changed affiliation. A younger adult and an older adult have lived through different historical conditions and have had different amounts of time in which to revise an inherited identity. The following comparison therefore treats religious switching as a reported biographical difference, rather than as a direct measure of education's influence.

International evidence offers a separate lens on continuity. Figure 8 uses within-country age comparisons from a survey about religious switching.

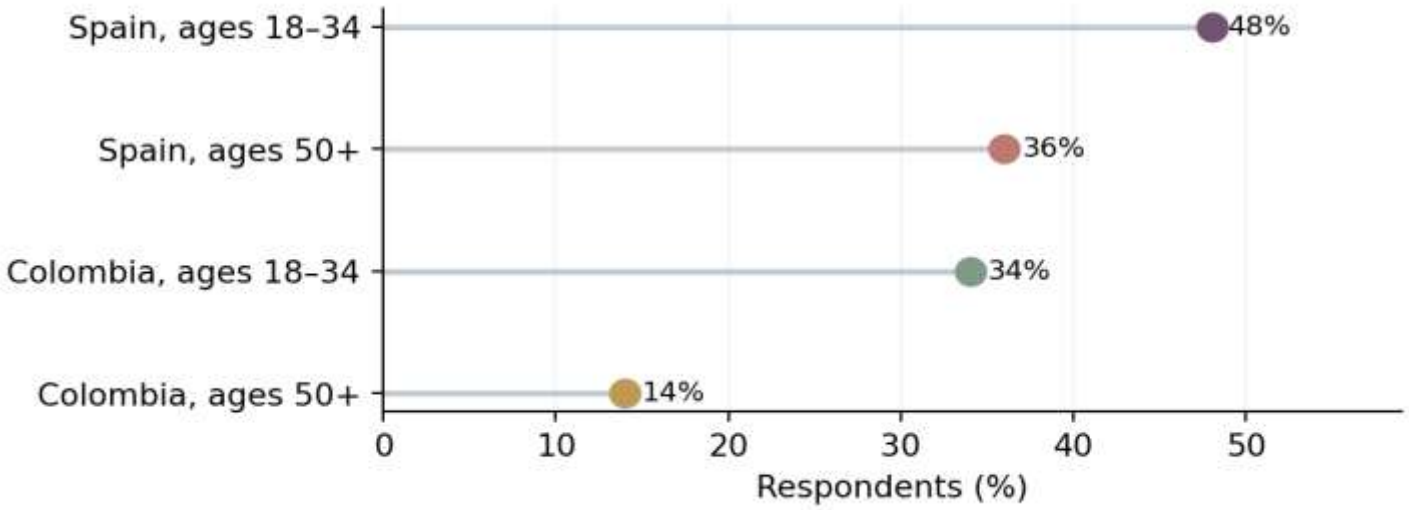


Figure 8. Religious switching since childhood by age in Spain and Colombia

Note. Percent whose current religious group differs from childhood group; ages 18–34 versus 50+.

Source: Pew Research Center (2025b), Religious Switching in 36 Countries.

Younger adults report more switching than older adults in both selected countries, but the size of the gap differs markedly. These are retrospective responses about change since childhood, not yearly switching rates. They cannot show when an older person changed affiliation or why a younger person did so. Education may be one context in which alternatives become visible, but the chart contains no direct measure of schooling's causal effect.

The final figure isolates an age contrast in U.S. affiliation, a different question from the international switching measure.

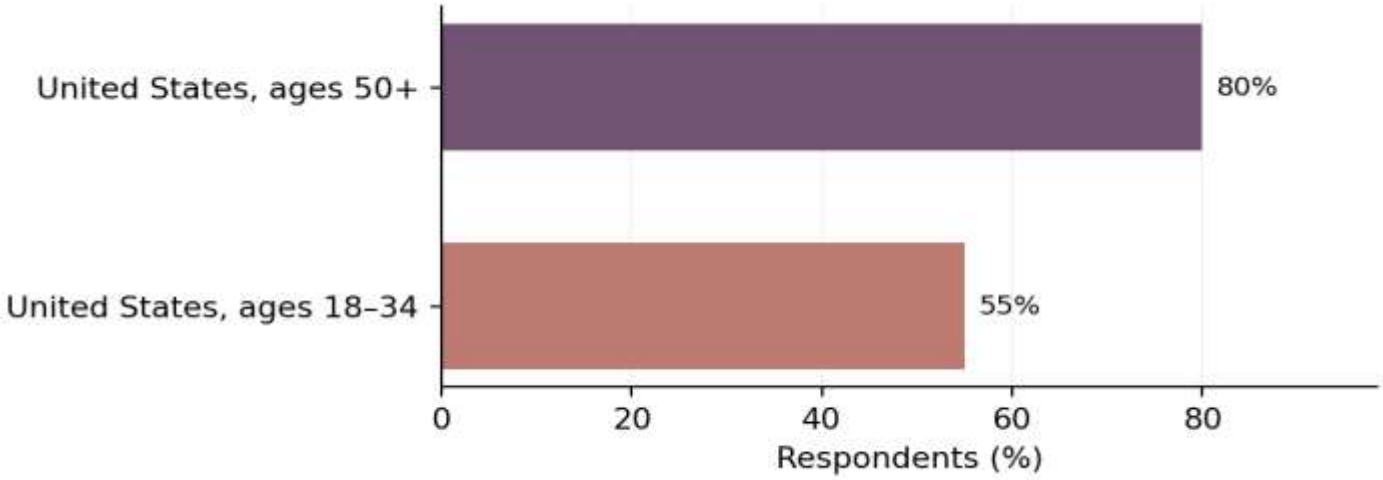


Figure 9. Religious affiliation by age in the United States

Note. Published U.S. values; different age groups surveyed at one time, not a temporal trend.

Source: Pew Research Center (2025c), Religious importance and religious affiliation in 36 countries.

Older U.S. adults are more likely to claim a religious affiliation than younger ones. This cross-sectional gap is not a personal prediction of later belief. The international source also reports a younger–older difference in Japan, but its qualitative description is kept outside the numeric graphic. The purpose is to show why education policy cannot import an American category without considering local history, translation and institution.

Figures 8 and 9 demonstrate the limits of comparative age shares. Table 6 identifies the studies needed to move from description toward explanation.

Table 6. Research agenda for youth religiosity and education

Question	Appropriate evidence	Key safeguard
How is a tradition revised at home?	Voluntary interviews across generations	Avoid assuming one family voice
How is religious difference taught?	Curriculum and classroom observation	Protect minority and nonreligious pupils
What happens in digital discussion?	Consented interviews and platform context	Separate exposure from endorsement
How do beliefs change over time?	Longitudinal panel with repeated measures	Distinguish age, period and cohort

Note. Proposed research design, not an executed study.

Source: Author's synthesis based on the methodological limits of Pew Research Center (2025a; 2025b; 2025c).

Longitudinal evidence would clarify whether shifts occur within individuals, while observation could show the educational interaction that a survey cannot capture. Each method introduces obligations of consent and confidentiality, particularly when young participants describe contested commitments.

Table 6 identifies the evidence needed to explain how religious identities develop, but it also raises a question about time. A difference between younger and older respondents may reflect experiences associated with age, conditions shared by a generation or events that affected society more broadly. The next section separates these

possibilities and explains why a comparison made at one point in time cannot, by itself, predict how today's young adults will believe or participate later in life.

4.4. Distinguishing Age, Cohort and Historical Change

A difference between young and older adults at one moment has several possible explanations. People may become more involved in religious institutions as they age, perhaps in response to family events or new responsibilities. Alternatively, successive generations may have grown up in different cultural settings and carry those differences across their lives. Historical events can affect all ages at once. These are age, cohort and period processes, and a cross-sectional chart cannot identify their relative strength. The distinction matters whenever a graph is used to forecast the future of religion.

Repeated surveys add information but do not follow the same people. The prayer and importance figures report the share of 18–29-year-olds in 2007, 2014 and 2023–24. Each date contains a different set of respondents. A decline across dates therefore shows a change in the age group's reported distribution, not the transformation of one cohort. A longitudinal panel could ask whether individuals revise their practices after leaving home, entering work or building a family. That design would still need to distinguish changed behavior from changed willingness to report it.

Survey mode adds a practical difficulty. Earlier religious landscape studies used telephone interviews, whereas the 2023–24 study relied mainly on online and paper responses. People may answer questions about socially valued beliefs differently when speaking to an interviewer and when completing a questionnaire privately. Pew explicitly cautions readers about some comparisons. A chart can display the published numbers while its caption and interpretation state this limitation. The line helps the eye follow observed points; it cannot erase a change in method or represent a fitted model of secularization.

International comparison introduces additional variation in language and institutional meaning. "Having a religion" may carry a different social expectation in the United States, Japan, Spain or Colombia. A national survey can define its question carefully, yet translation cannot remove all differences in what affiliation means to respondents. Before comparing values, a researcher should ask what membership organizations do in each place and whether participation can occur without a formal label. The figures in this paper serve as prompts for such contextual explanation rather than a global ranking.

The switching measure is retrospective. It asks adults to compare their current religious group with the one in which they were raised. It does not date the moment of change and cannot establish that a school lesson or an online encounter caused it. Older adults have had more years in which to switch and perhaps return to a prior identity, while younger adults may be observed earlier in their lives. These complications mean that even a larger switching share among younger adults should be interpreted as an observed age difference in reported biography, not a simple rate of conversion per year.

A rigorous account of youth religiosity would therefore combine methods. A panel could follow changing affiliation and practice; interviews could explore why a label matters; observation could show how schools handle disagreement; and digital research could examine the contexts in which a message reaches young people. The methods would ask different questions and bring different ethical responsibilities. The current secondary analysis cannot do that work, but it can specify where a numerical conclusion should stop and what kind of evidence would extend it.

5. DISCUSSION, CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

The nine figures resist a simple account of religious decline or replacement. Among U.S. young adults, identification, daily prayer, importance, certainty, spiritual self-description and belief in a soul answer distinct questions. The historical measures of prayer and importance move downward, but the recent prevalence of

spiritual self-description and belief in a soul shows that reduced institutional centrality cannot be equated with the disappearance of all transcendent language. Conversely, affirming spirituality does not prove continued participation in a religious community. Sociological precision requires holding these measures apart while investigating the relationships between them.

The childhood-family contrast is especially instructive. Young adults' recollections show that religious meaning often enters life as part of a household context, even where its reported personal importance later differs. The aggregate comparison does not identify individual departures, and one must not convert a gap between question wordings into a rate of rejection. The relevant questions are how intergenerational expectations are negotiated, which rituals remain meaningful, and whether schools acknowledge the legitimate diversity of family experiences. A young person can participate in a celebration out of affection, conviction, memory or a combination that no single survey item captures.

The international examples add a second qualification. Spanish and Colombian age gaps in switching differ, while affiliation gaps in the United States and Japan begin from different levels. Education operates within national histories, legal arrangements and media environments. A teaching method suited to one school should therefore be evaluated with the students and communities it actually serves. The survey evidence supports a comparative sensibility, not an assumption that every society moves through the same stages.

The paper's theoretical contribution is relational. Tradition is neither mere repetition nor the opposite of choice. It is communicated by people who select, explain and sometimes contest what they have received. Individualization refers to the organization of those choices under social constraints. Spirituality is one language respondents may use for meaning; its relation to institutions is an empirical matter. Feraru's prior study of Romanian migration and religion reinforces the importance of changing social settings for belonging, while the current surveys show why youth experiences require their own evidence. This connection is substantive but limited: a migrant case cannot stand in for all young adults.

For schools, a careful response begins with a distinction between education about religion and the assessment of personal faith. Students can learn how religious traditions developed, how communities differ internally and how moral arguments are supported. They should also learn to evaluate digital representations of religion, including claims detached from context. The classroom can invite comparative inquiry without asking pupils to testify about private beliefs. Teachers need disciplinary resources, opportunities for training and institutional support when controversy arises.

Schools should review their materials for the assumption that one tradition defines the normal pupil. Inclusion does not require erasing majority histories; it requires describing them accurately and allowing others to be understood in their own terms. When a student raises a critical question about a practice, the answer should involve evidence and reasoned discussion rather than either automatic deference or ridicule. Families and community members may contribute knowledge, but their voices should be contextualized and diverse. A single invited representative cannot speak for every believer.

Research beyond this paper should follow young people over time and combine surveys with consent-based interviews or classroom observation. A panel could distinguish life-course shifts from changing survey populations. Qualitative work could examine how online advice, peer relations and family memory are interpreted within specific educational settings. Comparative research should describe curricular and legal institutions before attributing a national percentage to culture. Young participants should be able to refuse disclosure without educational penalty.

The limitations are material. The RLS surveys U.S. adults aged 18–29, not school children. Historical comparisons include changes in survey mode, and the paper reports no new significance tests. International indicators arise from different national contexts and cannot be pooled. None of the charts measures an educational

intervention or the effect of digital media on belief. The tables are frameworks for inquiry, not observed findings. These restrictions mean that recommendations are reasoned proposals requiring local assessment rather than proven interventions.

The conclusion is that contemporary education can respond to youth religiosity by making more room for knowledge, plural dialogue and careful interpretation. It should not infer what a person believes from attendance alone, reduce nonaffiliation to indifference or assume that spirituality always rejects tradition. Such restraint is not a refusal to analyze change. It is the condition for understanding how meaning, social ties and educational institutions shape one another among young people.

A further educational implication concerns the difference between knowledge of religions and familiarity with a student's private life. A teacher can assess whether a learner accurately describes the history of a practice without evaluating whether the learner personally accepts it. That distinction becomes clearer when assignments use public texts, historical documents or contrasting interpretations as evidence. Students can demonstrate sophisticated understanding while withholding personal testimony. This protects a young person whose belief has changed and a young person whose family expects privacy, while allowing intellectually demanding work on contested subjects.

The question of nonaffiliation requires similar care. An atheist, an agnostic and a person who chooses no particular label may give the same answer to a broad affiliation question, but their reasons and spiritual commitments may differ. Treating the group as a single secular identity risks misreading both a survey and a classroom. Researchers should examine the wording used in interviews and allow respondents to say that a term does not fit. Teachers should resist setting up a debate in which one pupil must defend nonbelief against another pupil's inherited tradition. An analysis of arguments is possible without making classmates into representatives of a category.

Digital media offers both continuity and rupture in transmission. A family dispersed across countries can share a celebration through video, but a recording cannot reproduce every aspect of the social setting in which a practice has meaning. Online groups can enable questions a young person hesitates to ask locally, while public comment systems can expose participants to ridicule or pressure to make simple declarations. Studying such experiences requires attention to platform design and relationships. A count of views or memberships would not show whether the exchange led to belonging, confusion or withdrawal. Consent-based interviews could ask participants what they valued and which interactions they avoided.

School communities may respond to disagreement by asking for greater uniformity. This can create an appearance of peace while pushing contested experiences into silence. A more durable approach states the rules for evidence and respectful speech, gives historical context and invites questions about internal diversity. When a claim is inaccurate, the teacher should correct it without presuming that a student who made it intended harm. When a claim stigmatizes others, the institution should intervene to protect participation. These responsibilities demand preparation and support; they cannot be met by telling pupils merely to tolerate one another.

Comparative survey work should include historical institutions. A country where religious organizations operate schools, social services or public holidays may give affiliation a different practical significance from a country where those roles are distributed elsewhere. Migration can alter the relationship between formal membership and everyday support. Age gaps in a survey may thus reflect different opportunities to participate as well as different convictions. Mapping institutions alongside self-reported answers would help interpret the same percentage in its social setting. Such work could also clarify why two people using the same label participate in very different ways.

Research with young people must take the ethics of disclosure seriously. Belief and nonbelief can be sensitive within families, peer groups and communities. A survey may offer privacy that a classroom discussion cannot; an interview may elicit details whose publication could identify someone in a small setting. Consent should be

ongoing, and reporting should avoid unnecessary biographical details. Researchers should explain that a refusal to answer is legitimate and should not be coded as a lack of meaning. The methodological choice affects which experiences become visible and therefore which educational recommendations are considered plausible.

The most promising collaboration between sociologists and educators is a cycle of description, dialogue and revision. Survey indicators can identify questions worth asking; teachers can show how those questions appear in a local curriculum; students and families can describe barriers to participation without being required to share private convictions. A school can then revise materials and assess whether pupils understand traditions more accurately and feel able to disagree. This process remains local and provisional. It respects the value of comparative evidence while acknowledging that no demographic chart alone can tell a teacher how a particular student understands the sacred, morality or belonging.

REFERENCES

Durkheim, É. (1995). *The elementary forms of religious life* (K. E. Fields, Trans.). Free Press. (Original work published 1912).

Feraru, P. D. (2015). *Religie și migrație în România contemporană. Studiu de caz: Românii din Italia*. Editura Lumen.

Pew Research Center. (2025a). *2023–24 Religious Landscape Study: 18- to 29-year-olds*. https://www.pewresearch.org/religious-landscape-study/age-distribution/18-29/

Pew Research Center. (2025b, March 26). *Religious switching in 36 countries: Many leave their childhood religions*. https://www.pewresearch.org/religion/2025/03/26/around-the-world-many-people-are-leaving-their-childhood-religions/

Pew Research Center. (2025c, May 6). *Religious importance and religious affiliation in over 30 countries*. https://www.pewresearch.org/religion/2025/05/06/religious-importance-and-religious-affiliation/

UNESCO. (2014). *Teaching respect for all: Implementation guide*. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000227983

Weber, M. (1963). *The sociology of religion* (E. Fischoff, Trans.). Beacon Press.

LINGUISTIC AND SOCIAL INTEGRATION OF FOREIGN STUDENTS IN PRIMARY EDUCATION: CHALLENGES AND TEACHING STRATEGIES

Armanda Xhani
Primary School Teacher, Albania

Abstract

Migration and the increasing mobility of families have created a new educational reality in many schools, where teachers are increasingly working with students who enter the education system with limited or no knowledge of the language of the host country. In primary education, this situation represents a particular challenge, as language barriers may affect not only students' academic achievement but also their communication, social relationships, classroom participation, and sense of belonging.

The aim of this paper is to examine pedagogical strategies that can support the linguistic, academic, and social integration of foreign students in primary education. Particular attention is given to the role of the teacher in creating an inclusive learning environment and adapting teaching practices to students' individual linguistic and educational needs.

The paper adopts a descriptive and reflective approach to educational practice. It discusses teaching strategies such as the use of visual materials, connecting words with images and concrete objects, structured repetition, limited bilingual support during the initial stages of language learning, peer-assisted learning, language games, collaborative activities, and the creation of authentic communicative situations.

Special attention is given to the gradual acquisition of the Albanian language, beginning with functional vocabulary that students can immediately use in everyday life and within the school environment. Greetings, personal introductions, classroom objects, numbers, colours, family members, common actions, and basic instructions can provide an effective starting point for progressively developing linguistic competence. Visual resources and practical activities can help learners establish connections between new words and their meanings while gradually reducing dependence on direct translation.

The analysis also highlights the importance of the emotional and social dimensions of integration. A student who does not understand the language spoken by the majority of classmates may experience uncertainty, communication difficulties, and challenges in establishing peer relationships. Therefore, participation in pair and group work, cooperative activities, peer support, and classroom routines that encourage interaction can contribute to developing confidence and a stronger sense of belonging.

In this process, the teacher acts not only as a facilitator of academic learning but also as a mediator between different languages and cultures. Adapting learning materials, providing clear and simple instructions, monitoring individual progress, encouraging communication, and creating a supportive classroom atmosphere are essential elements of successful integration.

In conclusion, the integration of foreign students should be understood as a multidimensional process involving language acquisition, participation in learning activities, emotional well-being, and the development of positive social relationships. An individualized, inclusive, and communication-oriented approach can facilitate students' adaptation to a new educational environment while transforming linguistic and cultural diversity into a valuable resource for the entire classroom community.

Keywords: foreign students, linguistic integration, primary education, Albanian language, inclusive education, differentiated instruction, cultural diversity.

THE ROLE OF GAME-BASED LEARNING IN INCREASING MOTIVATION AND ACTIVE PARTICIPATION IN PRIMARY EDUCATION

Armanda Xhani
Primary School Teacher, Albania

Abstract

Contemporary primary education requires teaching methods that go beyond the traditional transmission of knowledge and place students at the centre of the learning process. Primary school children respond positively to activities involving curiosity, interaction, movement, challenge, and cooperation. In this context, game-based learning can serve as a valuable pedagogical approach for increasing motivation and creating meaningful learning experiences.

The aim of this paper is to examine the role of educational games in increasing students' motivation, participation, cooperation, and engagement in primary education. Particular attention is given to the integration of educational games into everyday classroom practice and to the ways in which carefully planned game-based activities can contribute to the achievement of learning outcomes across different subjects.

The paper adopts a descriptive and reflective approach to teaching practice in primary education. It discusses activities such as word games, mathematical challenges, question-and-answer competitions, role-playing, matching exercises, group tasks, educational puzzles, and problem-solving games. These activities can be adapted according to students' age, learning objectives, individual abilities, and the specific characteristics of each subject.

Game-based learning changes traditional classroom dynamics by providing students with opportunities to learn through active participation. Instead of being passive recipients of information, students are encouraged to explore, communicate, make decisions, solve problems, and cooperate with their peers. This approach can be particularly beneficial for students who are reluctant to participate in traditional classroom discussions, as games may create a more relaxed and supportive environment for interaction.

Another important aspect is the potential impact of games on student motivation. Immediate feedback, achievable challenges, clear objectives, and opportunities for cooperation can increase students' willingness to participate in learning activities. However, the educational value of a game largely depends on its connection to specific learning outcomes. Therefore, games should not be regarded simply as entertainment or as activities used to fill classroom time, but rather as intentionally designed learning experiences with clearly defined pedagogical purposes.

The teacher plays a central role in this process. Effective implementation of game-based learning requires careful planning, appropriate classroom management, clear instructions, and consideration of differences among students. It is also important to ensure that competition does not become the dominant element of the activity. Cooperative games, in which students work together toward a shared goal, can contribute to the development of communication skills, mutual respect, responsibility, and teamwork.

Game-based activities may also serve as a useful tool for formative assessment. By observing students during educational games, teachers can identify learning difficulties, misconceptions, individual strengths, and specific learning needs. Information obtained through such observations can subsequently be used to adapt teaching strategies and provide differentiated support.

The analysis suggests that the pedagogical effectiveness of game-based learning depends on maintaining an appropriate balance between enjoyment and educational purpose. When games are directly connected to learning outcomes and adapted to students' developmental levels, they can contribute to the creation of a more dynamic, inclusive, and student-centred learning environment.

In conclusion, game-based learning represents a valuable complementary approach in primary education. Its purposeful and systematic use can encourage active participation, increase motivation, strengthen cooperation, and provide students with opportunities to apply their knowledge in meaningful situations. Educational games should not replace other teaching methods; rather, they can enrich classroom practice and contribute to positive learning experiences that support students' academic and social development.

Keywords: game-based learning, primary education, student motivation, active learning, classroom participation, cooperative learning, teaching strategies.

THE CULTURE OF SUCCESS AND ACADEMIC BURNOUT AMONG UNIVERSITY UKRAINIAN STUDENTS

Prof. Dr. Olena A. Lykholat[1], PhD Tetyana Y. Lykholat[2], Prof. Dr. Iryna O. Zaytseva[3], Senior Lecturer Hanna O. Kvitko[4], Methodologist Oksana O. Kvitko[5], Prof. Dr. Yuriy V. Lykholat[6]
[1]University of Customs and Finance, Dnipro, Ukraine, e-mail: lykholat2010@ukr.net, ORCID NO: 0000-0002-3722-8602
[2] Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro, Ukraine, e-mail: lyktat89@ukr.net, ORCID NO: 0000-0002-5076-0572
[3] Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro, Ukraine, e-mail: irinza.ldfr@gmail.com, ORCID NO: 0000-0001-5789-7240
[4] Kryvyi Rih Professional College of State Non-commercial Company "State University "Kyiv Aviation Institute", Kryvyi Rih, Ukraine, e-mail: hannakvitko7@gmail.com,
[5] Municipal after-school educational institution "Harmony" KMR, Kryvyi Rih, Ukraine, e-mail: garmoniya.cdyut@ukr.net,
[6] Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro, Ukraine, e-mail: lykholat2006@ukr.net, ORCID NO: 0000-0003-3354-8251

ABSTRACT

The culture of constant success is amplified in the context of remote and hybrid learning, where the boundaries between rest and work become blurred. Research indicates that achievement motivation (the desire to succeed) can have a dual nature. When this motivation is underpinned by a strong professional identity and a genuine interest in the subject matter, it reduces the risk of burnout. However, if achievement motivation is externally imposed (driven by institutional requirements or social status), it becomes a destructive factor. Contemporary research unequivocally points to an imposed "culture of success" as a key catalyst for academic burnout. Addressing this issue requires shifting from a "success at any cost" model to one of "mindful and sustainable learning" that prioritizes the psychological well-being of students.

In modern Ukrainian society, the youth culture of success is rooted in the idea of continuous self-improvement and self-actualization. This is achieved through early career success, financial independence, and constant growth; within the Ukrainian student community, it manifests as the tendency to compare oneself with idealized images on social media, thereby fueling social pressure and perfectionism. At the same time, the psychological well-being of students is shaped by the link between this culture of success and academic burnout – a relationship mediated by perfectionism, social pressure, and extrinsic motivation.

Research indicates a shift in how a segment of young Ukrainian people perceives success, with more students in the Dnipropetrovsk region opting for more stable paths: traditional employment, a focus on private life, a calmer pace, and a move away from the constant public display of achievements. The emergence of such alternative strategies suggests that success is measured not by speed, but by balance and well-being.

In the current environment, a culture of success and an internal locus of control act as interconnected factors driving the pressure for self-improvement among university students. In the absence of a balance between development and motivation, they foster perfectionism and emotional exhaustion, while increasing the risk of burnout.

To support the psychological well-being of students, it is important to normalize individual developmental paces, reduce social pressure through educational outreach, and foster adaptive strategies that combine the development of internal control with elements of balance and recovery.

Keywords: student youth, culture of success, psychological well-being, academic burnout, internal control.

CIRCULAR ECONOMY IN THE CREATIVE INDUSTRY

Lisna Amira Fauziah, Salsabilla, Erlin Nazila Aprilianti, Alivia Pusdika Jenada, Nova Fitriana

Universitas K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

Abstract

This chapter discusses the implementation of the circular economy in the creative industry as an approach to achieving sustainable production and consumption. The circular economy aims to maintain the value of materials, components, and products for as long as possible through waste prevention, reuse, repair, refurbishment, recycling, and resource recovery. This chapter aims to explain the concept of the circular economy, strategies for reducing production waste, the differences between recycling and upcycling, sustainable product design, and circular business models in the creative industry. The method used is a literature review of various references related to circular economy practices, waste management, sustainable design, innovation, and creative industries. The findings show that the implementation of circular economy principles can reduce the use of new raw materials, minimize production waste, improve resource efficiency, and create additional economic value. Production waste such as textile scraps, wood waste, plastic, packaging, and food residues can be transformed into new products with functional, aesthetic, and commercial value. Sustainable product design also plays an important role by encouraging the production of durable, repairable, reusable, and environmentally friendly products. In addition, circular business models can be developed through resource recovery, product life extension, product-as-a-service systems, collaborative platforms, and digitalization. Nevertheless, implementation still faces several challenges, including limited technology, financing, infrastructure, human resource capacity, market incentives, and consumer awareness. Therefore, the development of a circular economy in the creative industry requires collaboration among the government, business actors, communities, academics, consumers, and other stakeholders to create an inclusive, innovative, and sustainable ecosystem.

Keywords: circular economy, creative industry, waste reduction, recycling, upcycling, sustainable product design, circular business model.

GREEN INNOVATION IN THE HALAL INDUSTRY

Erlin Nazila Aprilianti, Lisna Amira Fauziah, Salsabilla, Alivia Pusdika Jenada, Nova Fitriana

Universitas K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

Abstract

Green innovation in the halal industry is part of an effort to develop economic activities that not only comply with Islamic principles but also consider economic, social, and environmental sustainability. The Green Halal Industry integrates halal principles and sustainability throughout industrial activities, including the use of raw materials, production processes, distribution, and consumption. Environmentally friendly halal products emphasize halal status, safety, quality, resource efficiency, and environmental responsibility. Sustainable packaging is also an important aspect because packaging not only functions as product protection and identity but also needs to consider the use of environmentally friendly materials, production and distribution efficiency, reuse, and the packaging life cycle. Within the supply chain, green principles can be implemented through supplier selection, logistics, manufacturing, and the use of digital technology to improve transparency and traceability of halal products. Clean technology and energy efficiency are also essential in reducing energy consumption and environmental impacts. The utilization of solar energy, digital control systems, power electronics, and energy storage technologies can support energy efficiency and the use of clean energy. Although green innovation offers significant opportunities, its implementation still faces challenges, including high initial investment costs, limited human resources, inadequate infrastructure, regulatory issues, and financing constraints. Therefore, the development of the Green Halal Industry requires collaboration among the government, businesses, academics, and communities, supported by sustainable policies and appropriate technologies.

Keywords: Green Halal Industry, environmentally friendly halal products, sustainable packaging, green supply chain, clean technology.

COMMUNITY EMPOWERMENT

Lisna Amira Fauziah, Salsabilla, Erlin Nazila Aprilianti, Alivia Pusdika Jenada, Nova Fitriana

Universitas K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

Abstract

This chapter discusses community empowerment as an essential strategy for developing an inclusive, independent, and sustainable creative economy. Community empowerment is directed toward increasing the capacity, participation, and economic independence of society through the utilization of local potential, creativity, technology, and collaborative networks. This chapter aims to examine the role of women in the creative economy, youth entrepreneurship, rural creative economy development, local community empowerment, and economic inclusion as an effort to reduce poverty. The method used is a literature review of various references related to community empowerment, creative industries, rural development, entrepreneurship, digitalization, and economic inclusion. The findings show that women play an important role in developing creative businesses, particularly in the fields of culinary products, handicrafts, fashion, and home-based enterprises. Meanwhile, youth entrepreneurship contributes to innovation, digitalization, job creation, and the promotion of local products. The development of the rural creative economy can increase the added value of agricultural, cultural, and natural resources through product processing, attractive packaging, branding, tourism, and digital marketing. Local communities also serve as an important foundation for strengthening cooperation, social solidarity, knowledge sharing, and collective innovation. In addition, economic inclusion can expand access to employment, financing, training, technology, and markets for marginalized groups and low-income communities. Nevertheless, community empowerment still faces challenges, including limited capital, digital literacy, infrastructure, mentoring, and market access. Therefore, sustainable empowerment requires collaboration among the government, communities, educational institutions, private sector, financial institutions, and digital platforms

Keywords: community empowerment, creative economy, women’s role, youth entrepreneurship, rural development, economic inclusion, poverty alleviation.

SUSTAINABLE CREATIVE ECONOMY CONCEPT

Salsabilla, Erlin Nazila Aprilianti, Lisna Amira Fauziah, Alivia Pusdika Jenada, Nova Fitriana

Universitas K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

Abstract

Sustainable creative economy is a development approach that integrates creativity, innovation, cultural values, environmental responsibility, and social inclusion to achieve long-term economic growth. This concept emphasizes the role of human creativity, knowledge, technology, and cultural heritage as key resources in generating economic value while supporting sustainable development objectives. The creative economy contributes not only to economic growth and employment creation but also to cultural preservation, community empowerment, and environmental sustainability through responsible production and consumption practices.

The development of a sustainable creative economy is closely related to the integration of halal industry principles and sustainability values. The halal ecosystem promotes ethical production, responsible resource management, social justice, environmental protection, and consumer well-being. These principles align with the concept of green economy, which advocates low-carbon development, resource efficiency, circular economy practices, biodiversity conservation, social equity, and sustainable investment. Furthermore, the implementation of Sustainable Development Goals (SDGs) provides a global framework for balancing economic prosperity, social welfare, and environmental protection. Within this framework, creative industries have the potential to support decent work, reduce inequality, encourage innovation, and strengthen local economic resilience. However, the transition toward a sustainable economy faces various challenges, including limited technological capabilities, inadequate human resource competencies, environmental pressures, financial constraints, and the need for stronger governance and stakeholder collaboration.

Therefore, sustainable creative economy can be understood as an integrated ecosystem that combines creativity, digital innovation, halal values, green economy principles, and community participation to create inclusive, resilient, and environmentally responsible development. Its successful implementation requires collaboration among government, businesses, communities, and educational institutions to ensure sustainable economic transformation for present and future generations.

Keywords: *sustainable creative economy, sustainable development, halal industry, green economy, circular economy, digital innovation, community empowerment*.

THE URGENCY OF HALAL CERTIFICATION IN THE CULINARY INDUSTRY

Dela Puspita Sari [1], Khabibah Maria Ulfa[2], Melvi Neviza[3], Indi Mazaya[4], Tsania Karima Khusna[5]

[1,2,3,4,5] Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Ekonomi Syariah, Indonesia

Email: dela.puspita.sari24136@mhs.uingusdur.ac.id;

khabibah.maria.ulfa24003@mhs.uingusdur.ac.id;

melvi.neviza24044@mhs.uingusdur.ac.id;

indi.mazaya24026@mhs.uingusdur.ac.id;

tsania.karima.khusna24027@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

Halal certification is an important component in the development of the culinary industry because it provides consumers with certainty regarding the halal status of a product. Certification is not only related to compliance with religious requirements but also to consumer protection, safety, cleanliness, and consumer trust in products. For micro, small, and medium enterprises (MSMEs), halal certification can contribute to improving product image, consumer trust, innovation, and business competitiveness. Certification also serves as a form of communication between producers and consumers by demonstrating that products have undergone processes that comply with halal requirements. However, micro-enterprises still face several challenges, including limited knowledge, administrative capacity, technological skills, possession of a Business Identification Number (NIB), and understanding of the materials used. Therefore, halal certification should not be viewed merely as an administrative obligation but also as part of business management that can strengthen consumer trust and support the development of culinary businesses.

Keywords: Halal Certification; Consumer Protection; MSMEs; Consumer Trust; Culinary Industry.

DİGİTALİZATİON OF TOURİSM AND CULİNARY MARKETİNG

Melvi Neviza[1], Tsania Karima Khusna[2], Dela Puspita Sari[3], Khabibah Maria Ulfa[4], Indi Mazaya[5]

[1,2,3,4,5] Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Ekonomi Syariah, Indonesia

Workplace, field of work, e-mail address, ORCID number

Email: melvi.neviza24044@mhs.uingusdur.ac.id tsania.karima.khusna24027@mhs.uingusdur.ac.id dela.puspita.sari24136@mhs.uingusdur.ac.id khabibah.maria.ulfa24003@mhs.uingusdur.ac.id indi.mazaya24026@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

The development of digital technology has brought significant changes to the tourism sector through the implementation of the Digital Tourism concept. Digital Tourism utilizes various digital technologies to support information provision, destination promotion, interaction with tourists, transactions, and the management of tourism activities. The application of digital technology enables tourists to obtain information about destinations, culinary offerings, locations, prices, facilities, and various tourism activities more easily and quickly. Social media, websites, digital maps, review platforms, User-Generated Content, and digital payment systems have become important components in building a more connected tourism ecosystem. In addition to supporting promotion, digitalization provides opportunities for MSMEs and local communities to expand their market reach, increase product visibility, and strengthen local identity and culture through storytelling and digital innovation. The utilization of transaction and tourist interaction data can also help business actors understand consumer needs and determine product development strategies. Nevertheless, the implementation of Digital Tourism still faces several challenges, including limited infrastructure, internet access, human resource capabilities, and digital literacy among business actors. Therefore, training, assistance, and collaboration among the government, business actors, local communities, academics, media, destination managers, and tourists are needed. With an integrated, inclusive, and sustainable approach, Digital Tourism can improve accessibility and tourist experiences while supporting destination competitiveness, local economic development, and cultural preservation.

Keywords: Digital Tourism; Digital Technology; Tourism; MSMEs; Local Economy.

CULTURAL-BASED TOURISM DESTINATIONS: LOCAL CULTURE, COMMUNITY PARTICIPATION, AND ECONOMIC DEVELOPMENT

Khabibah Maria Ulfa[1], Melvi Neviza[2], Indi Mazaya[3], Tsania Karima Khusna[4], Dela Puspita Sari[5]

[1,2,3,4,5] Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Ekonomi Syariah, Indonesia

Workplace, field of work, e-mail address, ORCID number

Email: khabibah.maria.ulfa24003@mhs.uingusdur.ac.id melvi.neviza24044@mhs.uingusdur.ac.id indi.mazaya24026@mhs.uingusdur.ac.id tsania.karima.khusna24027@mhs.uingusdur.ac.id dela.puspita.sari24136@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

area. The culture utilized includes traditional arts, customs, rituals, local languages, culinary traditions, handicrafts, history, and the daily lives of local communities. The uniqueness of local culture can become the identity and competitive advantage of a destination while providing tourists with deeper cultural experiences. Cultural-based tourism development can also provide economic benefits by increasing business opportunities and community income. However, the use of culture as a tourism attraction needs to consider the preservation of cultural values and identity so that culture is not merely treated as a commodity. Therefore, local community involvement is important in destination management, supported by the government, businesses, and the use of technology and digital promotion.

Keywords: cultural tourism, local culture, tourism destination, community, economy.

ECO-FRIENDLY TOURISM

Indi Mazaya[1], Tsania Karima Khusna[2], Dela Puspita Sari[3], Khabibah Maria Ulfa[4], Melvi Neviza[5]

[1, 2, 3, 4, 5] Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Ekonomi Syariah, Indonesia

Workplace, field of work, e-mail address, ORCID number

Email: indi.mazaya24026@mhs.uingusdur.ac.id, tsania.karima.khusna24027@mhs.uingusdur.ac.id, dela.puspita.sari24136@mhs.uingusdur.ac.id, khabibah.maria.ulfa24003@mhs.uingusdur.ac.id, melvi.neviza24044@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

Sustainable halal tourism is an approach to tourism development that not only considers economic aspects but also preserves the environment, culture, and the well-being of local communities. The rapidly growing tourism industry has the potential to cause various negative impacts, such as increased waste, excessive resource consumption, carbon emissions, and pressure on ecosystems and the social fabric of communities. Therefore, applying the principles of sustainability is crucial in developing tourist destinations, including halal culinary destinations and creative tourism in Central Java. This chapter discusses the importance of eco-friendly tourism as part of the effort to achieve sustainable halal tourism. The discussion covers the concept of green tourism, environmental responsibility, strengthening the local economy, cultural preservation, and tourist involvement in maintaining the sustainability of destinations. The implementation of eco-friendly tourism can also be achieved through efficient resource use, waste management, the use of renewable energy, sustainable transportation, environmental conservation, tourist education, and the adoption of sustainability certifications. Furthermore, successful destination management requires effective environmental communication, increased public awareness, and synergy among the government, businesses, the community, and tourists. In the context of Central Java, these principles can serve as a foundation for developing halal culinary destinations that preserve local natural and cultural heritage. Thus, the integration of ecological, social, and economic aspects becomes a crucial foundation for creating halal tourism that is both competitive and sustainable for future generations.

Keywords: Sustainable Halal Tourism, Green Tourism, Environmentally Friendly Tourism, Halal Culinary Tourism, Creative Tourism, Central Java.

TECHNOLOGICAL SOVEREIGNTY AND THE TRANSFORMATION OF GLOBAL POWER: EMERGING CENTERS OF INFLUENCE IN A FRAGMENTED MULTIPOLAR WORLD

Venelin TERZİEV[1]

Marin GEORGİEV[2]

[1]Professor, D.Sc. (National Security), D.Sc. (Economics), D.Sc. (Social Activities), Ph.D., Eng., Black Sea Institute, Bourgas, Bulgaria, vkterziev@gmail.com

https://orcid.org/0000-0003-1115-8877

[2]Associate Professor, Ph.D., Black Sea Institute, Bourgas, Bulgaria, clementon@abv.bg

https://orcid.org/0000-0002-4530-6471

Abstract

The transformation of the contemporary global order is increasingly shaped by the interaction between geopolitical fragmentation, technological competition, economic instability, and the growing pursuit of national and regional sovereignty. Technology has become not only a driver of economic and social development but also an instrument of strategic influence, institutional competition, and the redistribution of global power.

This chapter examines technological sovereignty within the broader transformation of contemporary social systems and the emergence of new centers of influence in an increasingly fragmented and multipolar world. Particular attention is devoted to the changing relationship between technological dependence, institutional resilience, geopolitical competition, and alternative mechanisms of international cooperation. The analysis considers the growing importance of China, Eurasian regional structures, BRICS+, and other emerging actors in the development of alternative technological, economic, and governance arrangements.

Using an interdisciplinary conceptual and analytical approach integrating political economy, governance studies, sociology, technological development, and international relations, the chapter explores how geopolitical tensions and technological competition accelerate the restructuring of established patterns of global interdependence. Technological sovereignty is examined as part of a wider process through which states and regional alliances seek to reduce strategic vulnerabilities, strengthen institutional autonomy, and develop greater capacity to respond to external economic and technological pressures.

The chapter argues that the current transformation extends beyond technological competition itself. It reflects a broader restructuring of global power in which technological capabilities, regulatory autonomy, economic resources, institutional resilience, and political leadership increasingly determine the position of states and regions within the emerging international order. The development of parallel technological ecosystems and new forms of regional cooperation represents an important dimension of the transition toward a more fragmented but simultaneously more multipolar architecture of global governance.

Keywords: technological sovereignty, geopolitics of technology, multipolar world, global crises, geoeconomic fragmentation, emerging centers of influence, BRICS+, global governance, institutional transformation, technological competition, strategic autonomy, Eurasia.

Introduction

Modern societies are increasingly developing along trajectories that escape traditional logical and scientific explanations (Terziev, 2022a). The dynamics of global development today are characterized by processes that not only deviate from established theoretical models but often extend beyond the boundaries of what has historically been considered predictable or manageable. Classical conceptions of social progress whether linear, staged or cyclical prove insufficient to explain the complexity of contemporary social systems. This reality requires a rethinking not only of the methodological tools of the social sciences but also of the conceptual foundations upon which these disciplines have traditionally been built (Terziev & Lyubcheva, 2022).

In recent decades, the global development landscape has undergone profound structural transformations. Intensifying geopolitical realignments, technological change and systemic risks are reshaping the architecture of global governance and international cooperation (Acharya, 2018; Weiss & Wilkinson, 2019). Contemporary societies increasingly operate within what has been described as a global risk society, characterized by interconnected crises and growing structural uncertainty (Beck, 2009).

These processes challenge long-established institutional frameworks and call into question the effectiveness of traditional development paradigms. Modern societies increasingly function within a context characterized by structural uncertainty, multidimensional crises and rapidly changing institutional environments.

The traditional model of development assumes the existence of relatively stable regularities that manifest themselves over time and can thus be analyzed, explained and partially managed. Social development was historically conceptualized as a process that could be guided through strategic policy interventions and institutional reforms. However, the contemporary environment demonstrates a qualitatively different type of dynamics. It is fragmented, accelerated and frequently contradictory, combining elements of technological and economic progress with symptoms of institutional fragility and social destabilization (Terziev, 2022b; Terziev, 2022c). In this sense, the concept of social development itself requires a more nuanced interpretation, one that goes beyond purely economic or institutional dimensions and incorporates the broader network of social interactions, cultural transformations and value conflicts shaping modern societies.

A key characteristic of contemporary transformations is the growing prevalence of crises that simultaneously affect multiple spheres of social life. Economic shocks, geopolitical tensions, cultural fragmentation and technological breakthroughs increasingly interact within a common context of uncertainty. Rather than appearing as isolated events, these crises often manifest as a continuous and systemic condition that forces societies into a permanent state of adaptation. Under such circumstances, the capacity for long-term planning and strategic governance becomes significantly constrained (Terziev & Solovev, 2022).

The current global context also reflects the gradual emergence of a more multipolar international order. The traditional dominance of a limited number of political and economic centers is increasingly complemented by the rise of new actors that seek to redefine the principles and mechanisms of global governance. Among these emerging actors, the BRICS group of countries Brazil, Russia, India, China and South Africa, together with the expanding BRICS+ framework, occupies a particularly significant position.

Initially perceived primarily as an economic coalition of rapidly developing economies, BRICS has gradually evolved into a broader platform for international cooperation, policy coordination and institutional experimentation. Within the context of a transforming global order, the BRICS framework increasingly functions as a space for the exploration of alternative development pathways, particularly for countries of the Global South. Its initiatives in areas such as financial cooperation, technological collaboration, infrastructure investment and development financing demonstrate the growing importance of South South cooperation as a complement to traditional North South development models.

The rise of BRICS reflects broader shifts in the global distribution of economic and political power. It also illustrates the search for new institutional mechanisms capable of addressing the complex challenges of contemporary development. In this sense, the BRICS framework represents not only an economic alliance but also a platform for rethinking development strategies, governance models and international cooperation mechanisms in a rapidly changing global environment.

At the same time, the methodological challenges facing the social sciences are becoming increasingly evident. The systems approach, which has long served as a central analytical framework in the study of social processes, assumes a certain degree of stability in the relationships between social structures and institutions. However, contemporary social systems increasingly resemble complex networks of rapidly changing interdependencies rather than clearly defined hierarchical structures. This makes the analysis of social processes more fragmentary and conditional, while the conclusions drawn from such analyses often remain difficult to generalize or apply in practice.

Researchers are confronted with a significant methodological dilemma. On the one hand, the accelerating pace of social change requires rapid analytical responses. On the other hand, the reliability of empirical data and the stability of analytical contexts are increasingly limited. Social attitudes evolve dynamically, institutional environments transform rapidly, and the circumstances under which research is conducted often change before analytical conclusions can be fully developed. As a result, a paradoxical situation emerges in which the volume of available knowledge about society continues to grow, yet its practical and predictive value becomes increasingly uncertain.

These developments underscore the need for new theoretical and methodological approaches capable of addressing the complexity of modern social transformations. Instead of searching for universal laws or rigid models of development, contemporary social science increasingly emphasizes flexible, interdisciplinary and context-sensitive analytical frameworks. Such approaches allow researchers to integrate insights from sociology, political economy, development studies, governance analysis and innovation systems research.

Within this broader analytical perspective, the study of modern social systems must consider not only institutional structures and economic indicators but also leadership dynamics, technological change, global governance transformations and the emergence of new development coalitions such as BRICS. Understanding these interactions is essential for identifying both the opportunities and the risks associated with the ongoing restructuring of the global order.

Only through such interdisciplinary and integrative research can a deeper understanding of contemporary social processes be achieved. This understanding is crucial for the development of more effective governance strategies capable of managing development in conditions of permanent change, systemic uncertainty and evolving global power structures.

1.1 Research Methodology

This study adopts an interdisciplinary conceptual and analytical research approach aimed at examining the transformation of contemporary social systems in the context of multiple global crises and the emergence of a multipolar international order. The research combines perspectives from sociology, political economy, governance studies and global development analysis in order to capture the multidimensional nature of the processes under investigation.

The methodological framework is primarily based on qualitative analytical methods, including comparative analysis, conceptual synthesis and interpretative examination of contemporary global developments. These methods allow for the identification of structural patterns linking global crises, leadership dynamics, institutional transformations and the emergence of new centers of global influence.

In addition to conceptual analysis, the study incorporates secondary data from international organizations and global analytical indices, including reports from institutions such as the World Health Organization, the United Nations and the Global Financial Centres Index. These sources provide empirical context for understanding the structural transformations shaping contemporary global governance and socio-economic systems.

The research also applies an interdisciplinary perspective that integrates insights from development studies, leadership theory and global governance analysis. This approach enables a broader interpretation of how global crises interact with institutional structures, leadership behavior and emerging international cooperation platforms such as BRICS.

By combining conceptual analysis with empirical contextualization, the methodological approach seeks to provide a comprehensive understanding of the dynamics driving the transformation of social systems and the formation of new centers of influence in the evolving multipolar global order.

2. Global Crises as Drivers of Structural Transformation in Contemporary Social Systems

All emerging crisis situations in the modern world share several clearly identifiable characteristics. They rarely occur in isolation; rather, they are deeply interconnected, mutually reinforcing and often develop simultaneously across multiple spheres of social life (Terziev, 2021; Terziev et al., 2021). The dynamics of these crises are distinguished by their high speed of development and their systemic nature, frequently outpacing the capacity of scientific analysis, institutional adaptation and political decision-making. This acceleration and multilayered character confirms the thesis that contemporary social development increasingly unfolds under conditions of permanent crisis.

The concept of permanent crisis reflects a structural condition in which societies are continuously exposed to overlapping disturbances originating from economic, geopolitical, technological, ecological and cultural domains. These crises interact with each other, creating complex chains of cause-and-effect relationships that are difficult to analyze using traditional disciplinary approaches. Modern social systems operate within an environment characterized by high uncertainty, institutional fragility and rapidly evolving global power structures.

The intensification of global crises also coincides with significant transformations in the architecture of international governance. Traditional mechanisms of global coordination have increasingly struggled to respond effectively to multidimensional challenges that transcend national borders. The emergence of new forms of international cooperation and the strengthening of platforms such as BRICS reflect the search for alternative mechanisms capable of addressing complex global problems.

Within this broader context of systemic instability, several major dimensions of contemporary crises can be identified. These dimensions outline the dominant structural pressures shaping modern societies and influencing the evolution of global development governance.

2.1 Global Health Crisis and Its Socio-Economic Consequences

The pandemic represents one of the most significant global disruptions of the twenty-first century, generating profound economic and institutional consequences for global governance and international cooperation (Tooze, 2021). According to data from the World Health Organization, the pandemic resulted in more than seven million officially registered deaths worldwide between 2020 and 2023, although the real number of victims is likely significantly higher due to underreporting and indirect mortality effects.

The pandemic exposed serious structural weaknesses in many national healthcare systems, including shortages of medical personnel, limited hospital capacity, insufficient medical infrastructure and inadequate coordination between public institutions. These deficiencies revealed the vulnerability of global health governance and demonstrated the limitations of existing international mechanisms for crisis management.

Beyond the health sector, the pandemic generated profound economic and social consequences. The global economy experienced its sharpest contraction since the Second World War, with global GDP declining by more than 3 percent in 2020. Entire sectors such as tourism, transportation and hospitality were severely disrupted, while millions of workers faced job losses or reduced income.

At the same time, the crisis accelerated several long-term structural transformations. The rapid expansion of remote work, digital communication platforms and online education reshaped labor markets, organizational structures and social interactions (Terziev, 2022d; Terziev, 2022e). However, these changes also exposed significant digital inequalities between countries, regions and social groups.

The pandemic further demonstrated the limits of purely national responses to global crises. It highlighted the need for more coordinated international cooperation, particularly in areas such as vaccine distribution, public health preparedness and crisis governance. Within this context, international platforms such as BRICS increasingly began exploring opportunities for joint initiatives in health security, biotechnology and pharmaceutical production, illustrating the growing importance of collaborative approaches in addressing global crises.

2.2 Geopolitical Conflicts and the Erosion of the International Order

Another major dimension of the contemporary crisis environment is the intensification of geopolitical tensions and the resurgence of military conflicts with regional and global implications. In recent years, international relations have increasingly been characterized by strategic competition, economic sanctions, political confrontations and the weakening of multilateral institutions.

These developments undermine the stability of the international order established after the Second World War, which was largely based on principles of multilateral cooperation, collective security and international law. The resurgence of geopolitical rivalries contributes to the destabilization of entire regions and generates significant humanitarian consequences.

According to the United Nations High Commissioner for Refugees, the number of forcibly displaced persons worldwide has exceeded 110 million, representing the highest level ever recorded. Large-scale migration flows place additional pressure on the social systems of host countries and often intensify internal political tensions, social polarization and economic challenges.

The erosion of trust between states and the weakening of international institutions create an environment of growing uncertainty. Emerging geopolitical platforms and coalitions increasingly seek to reshape the mechanisms of global governance. Organizations such as BRICS play a growing role in promoting alternative diplomatic, economic and development frameworks, contributing to the gradual transition toward a more multipolar international system.

2.3 Economic and Financial Instability

The contemporary global economy is characterized by heightened volatility and systemic financial risks. Following the COVID-19 pandemic, many economies entered a period of significant inflationary pressures, with inflation rates reaching their highest levels in several decades across numerous developed and emerging economies.

Disruptions in global supply chains, geopolitical conflicts and energy insecurity have contributed to sharp increases in the prices of essential goods and services. These economic disturbances have had profound social consequences, particularly in terms of widening inequalities between countries and within national societies.

While certain sectors of the global economy have benefited from technological innovation and digital expansion, large segments of the population have experienced declining purchasing power, job insecurity and increased

economic vulnerability. These developments highlight structural weaknesses in existing economic models and raise questions about the long-term sustainability of current development strategies.

Traditional economic policy instruments such as monetary tightening or fiscal stimulus often provide only short-term stabilization effects. They rarely address the deeper structural causes of inequality, economic vulnerability and uneven development. In response, many emerging economies have begun exploring new financial cooperation mechanisms, including development banks and alternative financial arrangements such as those promoted within the BRICS framework.

These developments also highlight structural tensions within the global economic system, particularly the contradictions between globalization, national governance and democratic accountability (Rodrik, 2011).

2.4 Technological Transformation and the Digital Crisis

The rapid expansion of digital technologies, artificial intelligence and data-driven economic models has created new opportunities for innovation and productivity growth. At the same time, this technological transformation introduces new forms of systemic risk and social disruption.

Automation and digitalization are transforming labor markets by replacing certain types of work while simultaneously creating new forms of employment. However, these transformations often occur unevenly, increasing the risk of technological unemployment and social exclusion among workers with limited digital skills.

The digital transformation of communication systems has also had profound implications for political processes and social cohesion. The widespread dissemination of misinformation and manipulated content through social media platforms undermines public trust in democratic institutions and complicates the formation of informed public opinion.

The expansion of surveillance technologies and large-scale data collection raises serious concerns regarding privacy protection, civil liberties and the ethical use of artificial intelligence. In many cases, regulatory institutions struggle to keep pace with the rapid development of new technologies, creating regulatory gaps that further increase systemic uncertainty.

2.5 Crisis of Values and Social Identity

Alongside economic and political turbulence, modern societies are experiencing a deepening crisis of values and social identity. Growing polarization, declining trust between social groups and increasing conflicts over cultural norms and identity politics contribute to the erosion of shared value frameworks that historically supported social cohesion.

These tensions are reflected in the fragmentation of public discourse, the rise of populist political movements and the increasing difficulty of achieving societal consensus on fundamental policy issues. The crisis of values manifests not as a single disruptive event but as a prolonged process that gradually undermines social solidarity and the sense of collective belonging.

Lleadership behavior and political communication play an increasingly important role in shaping public perceptions and managing social tensions. The interaction between leadership decisions, institutional responses and public expectations significantly influences the stability and resilience of social systems.

2.6 Climate and Ecological Crisis

Climate change represents one of the most long-term and systemic challenges facing contemporary societies. Rising global temperatures, increasing frequency of extreme weather events and the degradation of ecosystems have direct economic, environmental and social consequences.

According to the Intergovernmental Panel on Climate Change, recent years have been among the warmest in recorded history, with climate-related disasters becoming more frequent and more destructive. Environmental degradation threatens food security, water availability and biodiversity, while also contributing to new migration flows and geopolitical tensions.

Despite broad scientific consensus regarding the causes and risks associated with climate change, policy responses often remain fragmented and insufficient. The gap between the scale of environmental challenges and the capacity of political institutions to address them effectively continues to widen.

At the same time, environmental challenges are increasingly influencing international development strategies. Initiatives related to green technologies, sustainable infrastructure and climate adaptation are becoming central elements of global economic policy. Within this context, cooperation platforms such as BRICS are exploring opportunities for joint investment in sustainable development projects, renewable energy and climate-resilient infrastructure.

2.7. Transitional Implications

These interconnected crises demonstrate that modern societies operate within a complex system of overlapping transformations. Health emergencies, geopolitical tensions, financial instability, technological disruption, value fragmentation and ecological risks collectively reshape the functioning of social systems and the architecture of global governance.

Understanding these dynamics requires analytical frameworks capable of integrating multiple dimensions of social change. It is within this broader context that the role of emerging international platforms such as BRICS becomes increasingly relevant, as they provide alternative mechanisms for cooperation, development financing and institutional experimentation in an evolving multipolar world.

These interconnected crises illustrate the emergence of a global risk environment in which multiple systemic threats interact and reinforce each other (Beck, 2009).

3. Social Processes, Transformations and the Functioning of Social Systems in a Changing Global Order

The ongoing social processes in modern societies represent an area of growing scientific and public interest, primarily because they affect a significant portion of the world's population both directly and indirectly. In the context of globalization and increasing interdependence between states, regions and societies, local social developments often acquire global significance. Events that initially appear localized frequently trigger wider systemic effects due to the dense network of economic, technological and institutional connections that characterize contemporary global society.

Large-scale social transformations are not unprecedented in historical terms. Throughout history, humanity has experienced profound economic, political and social changes associated with industrial revolutions, technological innovations, geopolitical conflicts and demographic shifts. However, the transformations occurring in the twenty-first century are distinguished by their unprecedented intensity, speed and structural complexity. These characteristics make contemporary social change difficult to compare directly with earlier historical periods.

One of the fundamental characteristics of contemporary social development is the increasing interaction between global and national processes. Social transformations that emerge within individual countries often become part of wider regional or global dynamics. In this sense, national social systems cannot be analyzed in isolation but must be understood as elements of a broader global system composed of interconnected institutional, economic and political structures.

Historical analysis frequently refers to a certain degree of cyclicality in the development of social systems. While such cyclical interpretations may provide useful analytical insights, they should not be treated as deterministic

patterns. Each phase of social transformation occurs within a specific historical context shaped by economic conditions, technological progress, demographic developments and cultural change. Thus, the study of contemporary social processes requires attention not only to structural factors but also to leadership behavior, institutional adaptability and international cooperation mechanisms (Terziev, 2023a).

Social systems possess their own internal characteristics and regulatory mechanisms that shape the interactions between individuals and institutions (Luhmann, 1995). Regardless of the diversity of definitions found in scientific and academic literature, social systems share a common functional purpose: they organize and regulate the interactions, behaviors and expectations of individuals and social groups. Through institutions, norms and governance mechanisms, social systems attempt to ensure a certain degree of stability and predictability in social relations.

In this context, nation-states can be understood as relatively autonomous social systems operating within a broader global framework. At a higher level of analysis, global society itself can be viewed as a complex multi-level system composed of interacting national, regional and international structures. These layers of governance interact continuously, shaping the evolution of social, economic and political processes across different spatial scales.

The functioning of social systems is inconceivable without the presence of institutional rules, norms and regulatory frameworks. These structures are designed to satisfy both the fundamental and derived needs of individuals participating in the system while simultaneously ensuring a degree of stability in social interactions. Institutions provide mechanisms for coordinating economic activity, regulating political authority and organizing social protection systems.

However, over time institutional frameworks may lose their effectiveness and legitimacy. As societies evolve, existing rules and norms may no longer correspond to changing economic realities, technological advancements or social expectations. When such discrepancies accumulate, tensions emerge within the system. These tensions often manifest themselves in the form of social dissatisfaction, political instability and institutional distrust. In many cases, such tensions become the driving force behind deeper structural transformations or even the collapse of existing social systems.

The transition from one institutional or social system to another is rarely smooth. Historical experience demonstrates that such transitions are often accompanied by economic crises, political instability, social conflicts and heightened uncertainty. Periods of systemic transformation typically represent phases of turbulence during which established structures lose their capacity to regulate social processes effectively.

Signals of impending transformation in social systems can be identified through a variety of observable processes. These include increasing regional conflicts, rising social tensions within communities, mass protest movements, declining trust in public institutions and widening social inequality. Such developments create a sense of instability and uncertainty within societies and signal that existing institutional arrangements may no longer adequately respond to emerging challenges.

A particularly significant problem is the growing discrepancy between the strategic decisions of governing elites and the expectations of the broader population. When governance structures fail to address the real needs and aspirations of citizens, the legitimacy of the system begins to erode. This disconnect between institutions and society increases the risk of social conflicts and accelerates processes of systemic destabilization.

Contemporary social systems increasingly operate under the influence of multiple overlapping crises. The internal and external environments of societies are shaped by economic instability, technological disruptions, geopolitical tensions and environmental challenges. Together, these pressures create conditions in which traditional models of governance and social organization struggle to maintain stability.

This situation also highlights the growing importance of leadership in periods of systemic transformation. Historical evidence suggests that the role of strong social and political leaders becomes particularly visible during times of profound structural change. Following major global disruptions such as the two World Wars, leadership decisions played a decisive role in shaping new institutional frameworks and defining the rules of emerging social systems.

In the contemporary global context, leadership decisions continue to influence the trajectory of social transformation. Political leaders, economic elites and institutional actors shape the direction of reform processes and influence the development of new governance structures. Their actions can accelerate adaptation to new conditions or, alternatively, intensify systemic tensions if institutional reforms fail to address underlying structural problems.

At the same time, the social consequences of systemic transformations are distributed unevenly across different social groups. For some individuals and communities, changes may represent opportunities for advancement and integration into new economic structures. For others, however, transformations may lead to social exclusion, economic marginalization or loss of established social positions. This uneven distribution of adaptation capacity complicates the transformation process and raises important ethical and policy questions regarding social justice and inclusion.

In response to these challenges, societies increasingly search for new models of social organization capable of ensuring both economic efficiency and social stability. These models often involve new forms of governance, innovative policy instruments and expanded mechanisms of international cooperation. Within this broader search for alternative development frameworks, emerging international platforms such as BRICS have begun to play an increasingly visible role.

The BRICS framework reflects the growing aspiration of emerging economies to participate more actively in shaping global development processes. By promoting cooperation in areas such as development finance, infrastructure investment, technological exchange and social policy coordination, BRICS contributes to the diversification of global governance structures and expands opportunities for South–South cooperation.

The absence of sufficiently developed analytical tools for forecasting and managing these complex transformations remains a major challenge for the scientific community. In many cases, the available information is incomplete, politically sensitive or rapidly changing. This situation underscores the importance of interdisciplinary research approaches that integrate expertise from economics, sociology, political science, governance studies and technological analysis.

Social inequality represents one of the most persistent structural challenges facing modern societies. Even in situations where macroeconomic indicators show positive trends, underlying social problems often remain unresolved. The persistence of inequality demonstrates that purely economic policy measures are insufficient to address deeper structural imbalances within social systems.

The case of Bulgaria provides an illustrative example of these dynamics. By the end of the second quarter of 2024, the unemployment rate in the country stood at approximately 4.3 percent of the economically active population aged between 15 and 64, a relatively low level in comparison with many European economies. However, significant social inequalities persist, particularly among vulnerable groups such as individuals with low educational attainment, long-term unemployed persons, workers without professional qualifications, individuals with reduced working capacity and young people under the age of 29.

Government institutions attempt to address these challenges through active labor market policies and national employment programs designed to stimulate job creation and professional training (Terziev & Georgiev, 2023). However, despite these efforts, structural inequalities remain deeply embedded within the social system. This

situation highlights the limitations of existing policy instruments and illustrates the difficulty of addressing complex social challenges through short-term economic measures alone.

Scholarly research often recognizes that within every society there exists a certain proportion of individuals who remain socially excluded due to structural, economic or cultural factors. While this phenomenon may be considered a structural characteristic of social systems, the persistence of marginalized groups represents a significant risk for social stability and long-term development.

Policies aimed at addressing social inequality generally combine passive and active labor market measures. Passive policies typically involve financial transfers, unemployment benefits and social assistance programs designed to provide temporary support. Active policies focus on employment creation, vocational training and skills development aimed at integrating individuals into the labor market.

Although such policies can mitigate social tensions in the short term, they often fail to generate deep structural transformation within social systems. Systemic weaknesses remain unresolved and social systems may periodically re-enter cycles of crisis and instability (Terziev et al., 2026). These recurring challenges demonstrate the structural vulnerability of modern social systems and the need for more comprehensive and sustainable development strategies.

In this complex environment, all participants within social systems are exposed to varying degrees of economic, social and psychological pressure. Understanding the dynamics of these pressures requires continuous scientific research and interdisciplinary analytical approaches capable of capturing the multifaceted nature of contemporary social transformations (Terziev, 2023a; Terziev & Georgiev, 2023; Terziev, 2024).

These transformations are also closely connected to changes in the structure of the global political economy and the redistribution of economic power among major actors (Gilpin, 2001).

4. Formation of New Social Systems in the Context of Global Transformations

The ongoing social processes in modern societies are of significant scientific and practical importance, as they influence the lives of a substantial part of the world's population both directly and indirectly. In conditions characterized by increasing global interdependence, rapid technological change and unprecedented communication connectivity, local social transformations increasingly acquire a transnational character. Social processes that originate within individual states frequently produce ripple effects that extend far beyond national borders, influencing regional and global dynamics.

Although large-scale social transformations have occurred throughout history, the transformations taking place in the contemporary era demonstrate a particularly high level of intensity, speed and systemic complexity. While certain historical analogies can be identified in earlier periods of industrialization, political revolutions or economic restructuring, the present phase of global change is distinguished by the simultaneous interaction of multiple structural factors, including technological innovation, geopolitical shifts, demographic developments and environmental pressures.

In analytical terms, it is sometimes argued that the development of societies follows a cyclical logic in which periods of stability are periodically interrupted by phases of crisis and transformation. While such interpretations may provide useful insights into long-term historical patterns, they cannot fully explain the unique characteristics of modern transformations. Each period of social restructuring occurs within a specific historical context shaped by technological capabilities, economic structures and cultural values. As a result, contemporary social transformations require analytical approaches that are capable of capturing the interaction between these diverse factors.

The study of these processes, including the mechanisms through which new social leaders emerge and influence institutional change, becomes a key element in understanding and guiding the strategic management of social development. Social systems are not isolated entities but operate within a dynamic environment composed of internal institutional structures and external global influences. Their stability depends on the continuous interaction between these internal and external factors.

Regardless of the variety of definitions present in sociological and political science literature, social systems perform several fundamental functions. They shape social attitudes, establish behavioral norms and regulate interactions between individuals and social groups. Through institutions, policies and governance mechanisms, social systems attempt to ensure a degree of predictability and order within complex social environments.

States can be conceptualized as relatively autonomous social systems operating within a broader global environment. At a higher level of abstraction, global society itself can be interpreted as a complex metasystem composed of multiple interacting subsystems, including national economies, political institutions, cultural networks and international organizations. The interactions between these subsystems significantly influence the evolution of global social structures.

A particularly important concept in the analysis of modern social systems is the welfare state. The welfare state represents a model of social organization in which public institutions assume a central role in protecting and promoting the social and economic well-being of citizens. This model is based on principles such as social justice, equal opportunity and institutional responsibility for supporting vulnerable social groups that are unable to secure adequate living conditions independently (Terziev et al., 2025a; Terziev et al., 2025b).

The structure and development trajectory of welfare state models vary significantly across different countries and regions. However, several common features can be identified. These include the presence of institutionalized social protection systems, cooperation between public and private actors in the provision of social services, and multi-level governance structures responsible for the implementation of social policies.

Historically, the roots of the welfare state can be traced back to the late nineteenth century, when the first social insurance systems were introduced in industrializing European societies. One of the earliest examples is the German concept of the Sozialstaat, associated with the social reforms implemented under the leadership of Otto von Bismarck during the 1870s. These reforms introduced social insurance mechanisms aimed at addressing the social consequences of rapid industrialization and urbanization.

In the twentieth century, the welfare state expanded significantly, particularly in the aftermath of major global crises such as the First World War, the Great Depression and the Second World War. These historical events highlighted the need for stronger institutional mechanisms capable of protecting populations from economic insecurity and social instability. Many countries developed comprehensive systems of social security, healthcare, education and labor protection.

Before analyzing the processes involved in the formation of new social systems, it is important to clarify the concept of social structure. In sociological theory, social structure refers to the relatively stable patterns of social organization that shape the relationships between individuals, institutions and social groups. At the macro level, social structure is associated with systems of stratification, economic institutions and political power relations. At the meso level, it involves networks of organizations and social groups. At the micro level, it concerns the norms, expectations and interaction patterns that guide individual behavior.

Social systems rely on sets of institutional rules, norms and governance mechanisms designed to satisfy the needs of participants while maintaining relative stability. However, over time these rules may become increasingly inadequate as societies evolve. When institutional frameworks fail to respond effectively to new economic realities, technological innovations or social expectations, tensions begin to accumulate within the system.

Such tensions often manifest themselves in declining trust in institutions, growing social inequality, political polarization and increasing social conflicts. These symptoms signal that the existing institutional framework may be approaching the limits of its functionality. When these limits are reached, societies often enter periods of systemic transformation during which new social arrangements begin to emerge.

Periods of transformation are rarely smooth or predictable. Historical experience shows that transitions between social systems are often accompanied by economic crises, political instability and heightened social tensions. These periods represent moments of structural adjustment during which societies search for new institutional arrangements capable of addressing emerging challenges.

Signals of impending transformation often appear through a sequence of observable developments, including rising geopolitical tensions, increasing social protests, widening economic disparities and declining trust in political institutions. These processes collectively indicate that the existing social model may no longer correspond to the evolving expectations of society.

One of the most critical issues is the widening gap between the actions of governing elites and the expectations of citizens. When political decisions fail to address the real needs of society, institutional legitimacy begins to erode. This erosion of trust increases the likelihood of social conflicts and accelerates processes of systemic destabilization.

In contemporary global conditions, social systems are increasingly exposed to multiple interconnected crises. Economic instability, technological disruptions, geopolitical rivalries and environmental challenges interact simultaneously, creating a complex environment in which traditional governance models struggle to maintain stability.

At the same time, the behavior of social and political leaders plays a decisive role in shaping the trajectory of these transformations. Historical experience demonstrates that during periods of profound systemic change, leadership decisions often determine the institutional framework of emerging social systems. The reconstruction of international political and economic structures following the two world wars represents a clear example of the decisive influence of leadership in shaping new social models.

However, the transformations associated with the emergence of new social systems do not affect all individuals and communities equally. While some groups may benefit from new economic opportunities and institutional reforms, others may experience marginalization or exclusion from emerging social structures. This uneven distribution of adaptation capacity creates significant ethical and policy challenges related to social justice, inclusion and the protection of vulnerable groups.

In response to these challenges, modern societies increasingly seek new models of social organization capable of reconciling economic efficiency with social stability and inclusiveness. These emerging models often incorporate elements of institutional innovation, digital governance and expanded international cooperation.

Within this broader transformation of global governance, new international cooperation platforms are gaining importance. Initiatives associated with emerging economic coalitions such as BRICS increasingly contribute to the development of alternative institutional frameworks for economic cooperation, development financing and technological exchange. Such platforms reflect the growing aspiration of emerging economies to participate more actively in shaping the global architecture of development.

The formation of new social systems cannot be understood solely as a domestic process occurring within individual states. Rather, it represents a multidimensional transformation shaped by the interaction between national institutions, global economic structures and emerging international governance mechanisms.

Despite the growing importance of these processes, the scientific community still faces significant challenges in analyzing and forecasting their development. Reliable information is often limited, rapidly changing or politically sensitive. Traditional analytical tools frequently prove insufficient for capturing the complexity of contemporary transformations.

This situation highlights the necessity of developing interdisciplinary research approaches that integrate perspectives from sociology, economics, political science, governance studies and technological analysis. Only through such integrated analytical frameworks can researchers achieve a deeper understanding of the processes involved in the formation of new social systems and identify strategies for managing these transformations in a sustainable and socially inclusive manner.

5. Formation of New Social Centers in the Emerging Multipolar Global Order

Ongoing geopolitical transformations logically imply profound structural changes within contemporary social systems. The gradual erosion of the traditional balances of power, the emergence of new economic actors and the growing instability of the international order contribute to a broader restructuring of global social, political and economic relations. These processes increasingly indicate the formation of a new multipolar global environment in which multiple centers of influence interact, compete and cooperate simultaneously.

The emergence of new social centers of influence represents one of the most important characteristics of contemporary global transformation. Analysts and researchers increasingly suggest that the world is entering a period in which power and influence will no longer be concentrated within a limited number of traditional geopolitical actors. Instead, new economic coalitions, regional alliances and development platforms are gradually expanding their role in shaping global governance structures.

Platforms such as BRICS have gained increasing significance as emerging powers seek to reshape the architecture of global governance and international development cooperation (Stuenkel, 2017). The expansion of the BRICS+ format reflects the growing interest of developing countries in participating more actively in shaping global economic governance and development strategies.

Despite the complexity of analyzing global power dynamics, several relatively stable centers of influence can already be identified. These centers share a common characteristic: they possess significant economic, financial, military, technological and political capacities that allow them not only to influence existing social systems but also to actively shape new institutional and development frameworks. The interaction between these centers forms the structural basis of the emerging multipolar international system.

Within this broader transformation, several categories of global centers of influence can be distinguished, including financial, economic, military and political centers. Each of these dimensions contributes in different ways to the formation of new global social structures.

5.1 Global Financial Centers

Financial centers occupy a particularly important position in the formation of contemporary social and economic systems. The concentration of financial capital, investment flows and advanced financial instruments allows these centers to exert significant influence on global economic stability, development strategies and the distribution of resources.

Data from the Global Financial Centers Index (GFCI), developed jointly by Z/Yen Partners in London and the China Development Institute in Shenzhen, provide valuable insight into the structure of global financial power. According to the 33rd edition of the index, New York continues to occupy the leading position as the most influential financial center in the world, followed by London and Singapore.

The GFCI evaluates the competitiveness of more than 120 global financial centers based on a wide range of indicators, including financial infrastructure, business environment, human capital, reputation and financial sector development. The index combines over 150 quantitative factors derived from international organizations such as the World Bank, the Organisation for Economic Co-operation and Development, the Economist Intelligence Unit and the United Nations. These quantitative indicators are complemented by thousands of expert assessments provided by financial market participants.

The dominant role of global financial centers allows them to influence international capital flows, credit conditions and development financing mechanisms. In addition to their economic role, financial centers also function as social centers of power, shaping policy priorities, investment strategies and global development agendas.

In recent years, emerging economies have increasingly sought to diversify global financial governance structures. Initiatives such as the New Development Bank (NDB) established by BRICS illustrate attempts to create alternative financing mechanisms that complement existing international financial institutions.

5.2 Global Economic Centers

Alongside financial hubs, global economic centers play a decisive role in shaping contemporary social systems. These centers serve as engines of production, technological innovation and global trade, influencing economic development across entire regions.

Although different analytical methodologies produce slightly different rankings, several regions are widely recognized as dominant economic centers. These include the United States, the European Union and the rapidly developing Asian region, where countries such as China, Japan and South Korea occupy leading positions in global economic production.

Gross domestic product per capita is often used as an indicator of economic strength, but this metric provides only a partial understanding of the true influence of global economic centers. A more comprehensive analysis requires the consideration of additional factors such as industrial capacity, technological innovation, research and development investment, demographic dynamics and integration within global value chains.

China’s rapid economic development in recent decades has significantly reshaped the global economic landscape. As one of the central members of the BRICS group, China plays an increasingly important role in promoting alternative development partnerships, particularly in the context of infrastructure investment, digital technologies and South–South cooperation initiatives.

The emergence of new economic centers contributes to the gradual redistribution of global economic power. This redistribution influences not only international trade patterns but also the broader social and political structures that shape global development.

5.3 Global Military Centers

Military power continues to play an important role in shaping global influence, particularly in a geopolitical environment characterized by increasing strategic competition. The military capabilities of states are determined not only by the size of their armed forces but also by technological sophistication, strategic doctrine, logistical capacity and the integration of advanced weapons systems.

Countries such as China, the United States, India and Russia maintain some of the largest and most technologically advanced military forces in the world. Additional states, including South Korea, Pakistan, Iran, Turkey and Vietnam, also possess substantial military capabilities that allow them to influence regional security dynamics.

The concentration of military power within these countries contributes to the formation of strategic security structures that influence international political relations. Military alliances, defense partnerships and strategic deterrence arrangements all play important roles in shaping the global distribution of power.

At the same time, the increasing complexity of global security challenges—including cyber warfare, hybrid conflicts and technological arms races—demonstrates that military power alone cannot fully determine global influence. Instead, it interacts with economic, technological and political factors to shape the broader architecture of global governance.

5.4 Global Political Centers

Political influence represents another critical dimension in the formation of global centers of power. For many decades, Washington has functioned as a dominant political center capable of influencing global political processes through diplomatic, economic and military instruments.

However, the evolving dynamics of international relations increasingly reflect the emergence of additional political centers. Beijing and Moscow, in particular, have demonstrated growing ambitions to participate actively in shaping the new global order. Their strategic initiatives, diplomatic activities and international partnerships reflect a broader trend toward a more multipolar system of global governance.

The increasing role of emerging powers within international institutions, regional organizations and development initiatives further contributes to this transformation. Countries within the BRICS framework frequently advocate reforms aimed at increasing the representation of developing economies within global governance structures.

In addition to these major actors, other regional political centers are gradually gaining importance in different parts of the world. Their influence often extends beyond regional boundaries through participation in international organizations, economic partnerships and diplomatic initiatives.

The emergence of multiple political centers contributes to a more complex global environment characterized by overlapping alliances, strategic partnerships and competing development models. While this multipolar structure may increase uncertainty in the short term, it also creates opportunities for more diverse forms of international cooperation and institutional innovation.

5.5. Structural Implications

The identification of new social centers of influence requires a comprehensive analysis of economic, financial, military, technological and political factors. These centers increasingly shape the evolution of global governance structures and influence the formation of new social systems.

Their interaction, whether through cooperation, competition or strategic negotiation, will play a decisive role in determining the direction of future global transformations. In this sense, the emergence of new centers of influence represents not merely a redistribution of power but a broader restructuring of the global social, economic and political order.

Understanding these processes is essential for analyzing the formation of new development paradigms, particularly those associated with emerging international platforms such as BRICS and other frameworks of South South cooperation.

6. The Role of Socially Dominant Leaders in the Emergence and Deepening of Crises

The role of socially dominant leaders occupies a central position in the analysis of contemporary social transformations and systemic crises. In conditions characterized by increasing global uncertainty, political instability and institutional fragility, leadership decisions often become decisive factors influencing the direction and speed of social change. Leadership in global politics increasingly involves the ability to combine institutional

authority with soft power and strategic influence in shaping social and political outcomes (Nye, 2010). Societies today frequently experience a sense of insecurity and unpredictability resulting from complex social and political processes that are difficult to explain through traditional analytical frameworks.

Contradictory, inconsistent and often ambiguous political messages contribute to the erosion of public confidence in institutions and leadership structures. When political communication lacks clarity and strategic consistency, individuals and communities experience increased uncertainty regarding the future. This phenomenon contributes to rising levels of social anxiety, political polarization and declining institutional legitimacy.

In the European and Bulgarian political context, societies have historically demonstrated a certain degree of tolerance toward incomplete or symbolic political communication. However, the growing complexity of contemporary crises has led to increasing expectations for more competent, transparent and strategically oriented leadership. Instead, political indecision and the postponement of critical reforms are frequently observed. Such developments reinforce the perception that existing political systems may lack the capacity to manage interconnected global crises effectively.

Both individual and collective existence within established political systems gradually loses part of its functional and symbolic value. When political institutions fail to respond adequately to rapidly changing social conditions, they enter a stage of structural transformation. Historically, such transitions are rarely smooth. They are often accompanied by social conflicts, institutional instability and increased polarization, which significantly increase the social costs of transformation.

This raises fundamental questions regarding the future of political systems and the role of individuals within them. Social systems, understood as complex networks of relationships, institutions and norms, inevitably undergo periods of re-evaluation and reconstruction. During such periods, political governance models themselves are often subject to profound revision.

Historical experience demonstrates that crises should not be interpreted merely as anomalies within social development but rather as natural stages within the life cycle of social systems. The analysis of crises has both theoretical and practical significance. By examining past transformations, researchers can identify recurring patterns and potential risks that may influence future developments.

During periods of systemic transformation, attempts are frequently made to preserve certain institutional elements of the previous political order. However, such attempts often prove unsustainable because institutional structures operate as interconnected systems. Even when individual institutions formally survive periods of transformation, they often function within entirely new political and social contexts that significantly alter their meaning and effectiveness.

When structural defects within political systems accumulate beyond the capacity of reform, systemic breakdown may occur in an abrupt and avalanche like manner. The consequences of such breakdowns are rarely distributed evenly across society. Instead, different social groups and regions experience varying degrees of disruption, leading to uneven adaptation processes and social reactions that may initially appear unpredictable or contradictory.

In the contemporary information environment, signals of systemic change are amplified by technological advances in communication and media distribution. Digital technologies allow influential actors to shape public narratives, frame political interpretations and influence social perceptions on a global scale. Those actors who possess greater economic, political or informational resources are often able to dominate the formation of public opinion and influence collective behavior.

Within this context, socially dominant leaders play a crucial role in shaping emerging social relations. Leadership is not limited to formal political authority; it also involves the capacity to influence public discourse, mobilize

resources and define strategic priorities for social development. Political realities often emerge as consequences of deeper social relations that leaders help shape through their decisions and actions.

From a historical perspective, periods of systemic transformation are often relatively brief in chronological terms but are experienced by societies as prolonged periods of uncertainty and instability. These transitional periods represent moments when new institutional frameworks are gradually formed and competing visions of social organization struggle for dominance.

The complexity of these processes makes them extremely difficult to predict. Even when large volumes of information are available, it remains challenging to measure the precise influence of individual factors on social transformations. Structural weaknesses that accumulate within social systems exert cumulative pressure that eventually accelerates systemic change.

The effectiveness of any social system depends not only on its economic and institutional resources but also on the behavioral patterns of its leaders. Historical examples demonstrate that the actions of individual leaders can exert a disproportionate influence on the trajectory of entire social systems. Leadership behavior may accelerate necessary reforms and institutional adaptation, but it may also contribute to stagnation or intensify systemic crises.

A historical example illustrating the role of leadership in systemic transformation can be found in the evolution and eventual collapse of the socialist system in the Soviet Union. The policies of Mikhail Gorbachev, particularly perestroika and glasnost, were intended to modernize and reform the socialist system. However, these reforms accelerated the disintegration of the political and economic structures that had previously sustained the system. This case illustrates the dual nature of leadership influence: leaders may simultaneously function as drivers of reform and catalysts of systemic crisis.

More broadly, socialism as a political and economic philosophy encompasses a wide range of institutional models based on various forms of public ownership and state intervention in economic processes. While the ideological foundations of socialism emphasize social justice and the reduction of economic inequalities, the practical implementation of these principles often reveals tensions between centralized governance structures and the dynamic needs of modern societies.

Thus, the role of socially dominant leaders in the emergence and deepening of crises must be understood as complex and multidimensional. Leaders operate within institutional constraints and structural conditions that limit their choices. Their decisions can significantly accelerate or slow down processes of transformation.

The study of contemporary social transformations requires particular attention to leadership behavior. Unlike earlier historical periods, when social change unfolded relatively slowly and often followed recognizable patterns, modern transformations occur with unprecedented speed. Many contemporary crises emerge suddenly and evolve rapidly, leaving limited time for careful analysis or strategic planning.

Under such circumstances, leadership decisions often need to be made under conditions of incomplete information and significant uncertainty. The personal characteristics, value orientations and strategic preferences of leaders become increasingly influential in shaping social outcomes. Leadership behavior frequently combines rational decision-making with ideological, psychological or symbolic considerations.

These dynamics create serious methodological challenges for researchers attempting to analyze leadership influence. Two main groups of difficulties can be identified. The first concerns access to reliable and timely information. Data collected through statistical and sociological methods may be incomplete, delayed or subject to institutional filtering, particularly when issues related to national security or strategic governance are involved.

The second difficulty relates to the dynamic nature of leadership behavior itself. The motivations, strategies and decision-making patterns of socially dominant leaders evolve over time in response to changing political

environments and crisis pressures. Much of the publicly available information about leadership behavior is mediated through mass media or secondary sources, which complicates efforts to construct objective analytical frameworks.

Despite these methodological limitations, analyzing the influence of leadership remains essential for understanding contemporary social transformations. Even partial or context dependent conclusions can provide valuable insights into the direction of systemic change.

Historical analogies further demonstrate that leadership behavior during periods of crisis cannot always be explained solely through rational economic or political calculations. The two world wars represent examples of historical processes in which leadership decisions fundamentally reshaped the trajectory of global development. The primary difference between these historical transformations and contemporary ones lies in the speed of change, as modern social transformations occur far more rapidly than those of previous historical periods.

Today, both internal and external environmental factors exert increasingly strong influence on leadership decisions. Economic pressures, technological change, geopolitical competition and environmental risks interact simultaneously, creating highly complex decision-making environments. However, the precise extent to which these factors influence individual leaders often becomes clear only retrospectively.

In many crisis situations, leaders who possess significant political, economic and military resources tend to prioritize short-term operational decisions over long term strategic planning. Such decisions may be influenced not only by objective circumstances but also by psychological, ideological or personal motivations. In periods of acute crisis, political power frequently becomes concentrated within relatively small groups of decision-makers, further amplifying the influence of individual leadership behavior.

The analysis of contemporary global social processes suggests that a new type of socially dominant leader is emerging. The term new should be understood conditionally, as many of these actors previously held influential positions within national governments, multinational corporations or international institutions. What distinguishes them today is the scale of their influence over global processes.

The formation of new regulatory mechanisms and social norms within emerging social systems appears increasingly inevitable. Although these transformations often occur through evolutionary rather than revolutionary processes, they are accompanied by financial instability, political tensions and localized conflicts.

Scientific research often struggles to keep pace with these rapidly evolving developments. While retrospective studies remain valuable, their practical usefulness is limited compared with timely analytical insights capable of informing policy decisions in real time.

Early research efforts, even when incomplete, play an important role in preparing societies for emerging social realities. Relying solely on existing institutional preparedness carries significant risks. There is strong evidence suggesting that some societies and leadership structures may find themselves insufficiently prepared to function effectively within the rapidly evolving global environment.

The systematic study of leadership behavior and crisis management is not merely an academic exercise but a strategic necessity for understanding and navigating the future development of social systems (Terziev, 2026).

7. Dysfunctions of Social Systems – Dynamics, Manifestations and Consequences

Social systems operate on the basis of formal and informal rules, institutional norms and internal interdependencies that regulate interactions between individuals, organizations and governance structures. The primary objective of such systems is to ensure a certain level of stability while simultaneously satisfying the economic, social, cultural and existential needs of their participants. However, when these systems begin to generate tension rather than security, the conditions for systemic dysfunction gradually emerge (Terziev, 2026).

The first manifestations of dysfunction appear when a growing gap develops between the expectations of participants in the social system and the actual capacity of institutions to meet those expectations. This discrepancy may arise either from the emergence of new social demands and values or from the accumulation of unresolved structural contradictions that have been temporarily suppressed within the system. During periods of crisis, these contradictions tend to surface and act as catalysts for systemic change.

Although tensions within social systems can be classified according to various criteria, whether economic, political, institutional or cultural, their broader significance lies in their capacity to disrupt the logic of system functioning. Crises, regardless of their origin, initiate processes of transformation that may lead to adaptation and gradual reform, but may also trigger deeper structural changes or even systemic collapse. In this sense, dysfunctions should not be interpreted merely as anomalies, but rather as natural stages within the evolutionary cycle of social systems.

Periods of increasing systemic tension are often accompanied by attempts to preserve existing institutional structures in their original or seemingly stable form. However, when structural weaknesses become deeply embedded, such preservation efforts rarely produce sustainable outcomes. In many cases, political and economic elites attempt to formulate new development visions that maintain their positions of influence while simultaneously accelerating processes of transformation within the broader social system.

The objective drivers of systemic change are further reinforced by the emergence of new social paradigms and evolving societal demands. At the same time, the interaction of multiple global crises, including economic instability, geopolitical tensions, environmental challenges and cultural conflicts, creates a complex environment in which social systems must constantly adapt. These pressures are amplified by the actions and communication strategies of socially dominant leaders, whose public messages and decisions often create expectations for significant transformation even when comprehensive strategic plans remain unclear.

Within this environment, dominant leaders utilize a wide range of instruments, such as political authority, communication channels, symbolic influence and institutional mechanisms, to promote their visions of development. However, these visions do not always correspond to the needs and expectations of the majority of participants within the social system. The divergence between institutional strategies and societal expectations can generate additional instability.

The uncertain nature of the contemporary social environment also contributes to the emergence of conflicting expectations regarding the future. Societies simultaneously experience pressures for stability, demands for reform and fears of systemic collapse. These contradictory tendencies deepen the perception of permanent crisis and complicate efforts to develop coherent long-term governance strategies.

Traditional scientific and analytical approaches offer valuable tools for understanding social change, yet their applicability is increasingly limited under conditions of accelerated transformation. When applied without careful contextual interpretation, conventional analytical models may produce incomplete or even misleading conclusions. This highlights the necessity of adopting interdisciplinary analytical frameworks capable of integrating sociological, economic, political and behavioral perspectives.

Historical analysis demonstrates that social systems often become increasingly influenced by the decisions of socially dominant leaders during periods of crisis. Such decisions are not always based solely on rational policy analysis, as they may also reflect strategic ambitions, ideological convictions or the desire for rapid political outcomes. In certain situations, dominant leaders attempt to reshape existing institutional frameworks to align with their visions of development. In more radical cases, they may pursue the dismantling of established structures in order to construct entirely new systems.

From the perspective of individuals and communities participating in these systems, such transformations often appear traumatic and destabilizing. For leaders and decision-makers, however, these processes may appear pragmatic and historically inevitable. During these transitions, a wide range of internal and external factors, including economic conditions, technological developments, cultural transformations and geopolitical dynamics, exert influence on the direction of change.

It would be unrealistic to assume that newly formed or restructured social systems will achieve universal acceptance or long-term stability for all participants. The introduction of new institutional rules and social norms inevitably places individuals and communities in unfamiliar conditions. While many participants attempt to adapt to these new circumstances, a significant portion of the population may find adaptation extremely difficult.

These individuals can broadly be divided into two groups. The first consists of those who consciously reject new social rules due to ideological, cultural or value-based disagreements. The second group includes individuals who, because of their economic, social or educational position, find themselves structurally unable to adapt to the emerging system. Although these groups may not be numerically large enough to halt systemic transformation, their existence represents a clear indicator of underlying social fractures.

Contemporary social systems operate in conditions of heightened vulnerability within a broader global risk environment characterized by interconnected systemic crises (Beck, 2009). In extreme cases, these vulnerabilities may lead to systemic collapse or radical restructuring. The complexity of modern social processes makes them increasingly difficult to analyze and manage, particularly because multiple interacting factors may produce similar outcomes through entirely different causal pathways.

This complexity also complicates the formulation of effective governance strategies. Different policy responses may produce unintended consequences, while identical policy measures may lead to different outcomes in different social contexts. Such unpredictability underscores the limitations of purely technocratic approaches to governance.

At a global level, societies are entering a period of profound transformation that will fundamentally reshape the nature of social systems and the rules governing their operation. These transformations are influenced not only by internal institutional dynamics, but also by broader changes in the global distribution of power, technological innovation and international cooperation frameworks.

Existing research methodologies provide only partial insights into the future trajectory of these transformations. The rapid pace of change poses significant challenges to the scientific community, requiring new analytical approaches capable of integrating multiple dimensions of social change.

The main challenge lies in the necessity of combining diverse analytical perspectives. Only through the integration of sociological, economic, political and behavioral analyses can researchers develop a more comprehensive understanding of contemporary social transformations. Such interdisciplinary approaches are essential for identifying sustainable governance strategies capable of addressing systemic dysfunctions in modern social systems (Terziev et al., 2025d; Terziev et al., 2025e; Terziev et al., 2025f).

8. Conclusion

The beginning of the twenty-first century is marked by the simultaneous emergence and interaction of multiple global crises that significantly reshape the functioning of contemporary social systems. The overlapping impact of health, economic, geopolitical, technological and value-based crises leads to a gradual deepening of systemic imbalances. These crises vary in scale, intensity and temporal dynamics, creating a complex environment in which societies are subjected to repeated and often unequal structural tests. Under such conditions, stability can no longer be understood as a permanent feature of social systems, but rather as a temporary equilibrium achieved through continuous adaptation and institutional adjustment (Terziev, 2026).

Understanding the real scope of the transformations occurring within modern societies remains a considerable analytical challenge. Changes occur simultaneously at multiple levels of social organization. At the macro level, transformations affect global governance structures, economic systems and geopolitical relations. At the micro level, they influence individual behavior, social attitudes and the functioning of local communities. The interaction between these levels produces nonlinear effects that are difficult to measure, predict or manage through traditional analytical models.

The accelerated pace of global transformations further complicates scientific analysis and policy decision-making. Traditional research methods and governance instruments often prove insufficient for adequately interpreting the rapidly evolving dynamics of contemporary social systems. Decision-makers frequently face situations in which strategic choices must be made before comprehensive analysis is possible. This gap between the speed of social change and the pace of scientific understanding represents one of the major challenges of modern governance.

The analysis presented in this study demonstrates that contemporary social systems increasingly operate under conditions of structural uncertainty. This uncertainty results from the cumulative interaction of various types of crises, including health emergencies, economic disruptions, geopolitical tensions, technological transformations and profound shifts in societal values. In such an environment, the role of socially dominant leaders becomes particularly significant.

Leadership in contemporary societies functions not only as an administrative or managerial resource but also as a powerful factor shaping the direction of systemic change. The behavioral patterns, strategic decisions and public narratives promoted by dominant leaders can accelerate institutional reforms, delay necessary transformations or even intensify systemic dysfunctions. Leadership becomes a key variable in determining how societies respond to crises and navigate periods of structural transition.

The analysis of systemic dysfunctions reveals that one of the primary sources of instability in modern social systems lies in the growing discrepancy between societal expectations and the real capacity of institutions to meet those expectations. Attempts to preserve existing governance models through short-term or partial reforms rarely lead to sustainable outcomes. Instead, such strategies often postpone inevitable structural transformations while increasing the social and economic costs associated with delayed adaptation.

Crises should not be interpreted exclusively as destructive phenomena. They also function as indicators that existing institutional frameworks have reached the limits of their effectiveness. In many cases, crises create the conditions necessary for the emergence of new governance models, new institutional arrangements and new forms of international cooperation.

The findings of this research suggest that contemporary societies are already entering a new phase of social development characterized by the formation of new social systems, new patterns of interaction and new centers of global influence. These processes unfold within the broader context of an evolving multipolar international order in which emerging economic and political actors increasingly participate in shaping global development agendas.

International cooperation platforms such as BRICS play a growing role in redefining the architecture of global governance and development cooperation. By promoting alternative financial mechanisms, infrastructure initiatives and institutional partnerships, such platforms contribute to the diversification of global development models and expand opportunities for South South cooperation.

The transformation of global governance structures inevitably generates resistance, social conflicts and uneven adaptation processes across different societies. It also creates opportunities for rethinking the principles of social justice, economic efficiency and global solidarity. The capacity of individuals, institutions and communities to adapt to these changes will largely determine their position within the emerging social systems.

Future research on these processes requires extensive interdisciplinary collaboration. A comprehensive understanding of contemporary social transformations can only be achieved through the integration of insights from sociology, economics, political science, leadership studies and governance analysis. Such interdisciplinary approaches are essential not only for advancing scientific knowledge but also for developing more effective strategies for managing systemic crises and guiding societies through periods of profound transformation.

The study of modern social systems in conditions of permanent crisis is not merely an academic endeavor. It represents a strategic necessity for understanding the direction of global development and for identifying sustainable pathways through which societies can navigate the complex and uncertain realities of the emerging multipolar world (Terziev, 2026).

9. Declaration on the Use of Artificial Intelligence Tools

During the preparation of this study, artificial intelligence (AI)-based tools were used solely for technical support related to the visualization, graphic design, editing, and structuring of selected figures, tables, and other visual elements presented in the manuscript.

All scientific ideas, concepts, methodological approaches, analyses, interpretations, discussions, conclusions, and recommendations were developed, critically evaluated, verified, and approved by the authors. The authors assume full responsibility for the content, accuracy, and scientific integrity of the publication.

Artificial intelligence tools were not used to generate scientific results, conduct data analysis or interpretation, formulate scientific conclusions, or create original scholarly contributions. Their use was strictly limited to technical and editorial assistance during the preparation of the manuscript.

References:

Acharya, A. (2018). *The end of American world order*. Polity Press.

Beck, U. (2009). *World at risk*. Polity Press.

Georgiev, M. P., & Terziev, V. K. (2023). The labor market policies and social development in Bulgaria. In M. Okur Dinçsoy & H. Can (Eds.), *Optimizing energy efficiency during a global energy crisis* (pp. 239–281). IGI Global. https://doi.org/10.4018/979-8-3693-0400-6.ch015

Gilpin, R. (2001). *Global political economy: Understanding the international economic order*. Princeton University Press.

Luhmann, N. (1995). *Social systems*. Stanford University Press.

Nye, J. S. (2010). *The powers to lead*. Oxford University Press.

Rodrik, D. (2011). *The globalization paradox: Democracy and the future of the world economy*. W. W. Norton & Company.

Stuenkel, O. (2017). *The BRICS and the future of global order*. Lexington Books.

Terziev, V. (2021). Youth unemployment and providing conditions for employment and entrepreneurship in Bulgaria. In *76th International Scientific Conference on Economic and Social Development – "Building Resilient Society" – Book of Proceedings* (pp. 56–60). Economic and Social Development.

Terziev, V. (2022a). Strategic management in times of global crisis. In *80th International Scientific Conference on Economic and Social Development – "Diversity, Equity and Inclusion: The Essence of Organisational Well-Being" (X. OFEL) – Book of Proceedings* (pp. 139–143). Economic and Social Development.

Terziev, V. (2022b). Academic examples in times of post crisis social isolation. In *78th International Scientific Conference on Economic and Social Development – Book of Proceedings* (pp. 221–224). Economic and Social Development.

Terziev, V. (2022c). Social dimensions of democratic changes through the eyes of Bulgarian ethnopsychology. In *78th International Scientific Conference on Economic and Social Development – Book of Proceedings* (pp. 52–57). Economic and Social Development.

Terziev, V. (2022d). *COVID-19 pandemics and its impact on Bulgarian universities in the context of the new challenges to social system and labour market policies*. Internauka Publishing House CUL.

Terziev, V. (2022e). *Higher education system and labour market policies in Bulgaria in COVID-19 crisis and post-crisis periods*. Internauka Publishing House CUL.

Terziev, V. (2023a). Strategic management in the conditions of global crises and the new social leaders. In *17th SCF International Conference on "Sustainable Development in a Global Perspective"* (pp. 162–170). SCF.

Terziev, V. K. (2023b). Innovation development of industrial business organizations. In M. Okur Dinçsoy & H. Can (Eds.), *Optimizing energy efficiency during a global energy crisis* (pp. 282–306). IGI Global. https://doi.org/10.4018/979-8-3693-0400-6.ch016

Terziev, V. (2024). Global transformations and formation of new social systems. *Revista Gestão e Secretariado (GeSec)*, 15(1), 1109–1127.

Terziev, V. (2026). Modern social systems in conditions of permanent crisis: Transformations, dysfunctions, and the role of socially dominant leaders. *SPECTRUM Journal of Social Sciences*, 3(2), 119–132. https://doi.org/10.61552/SJSS.2026.02.007

Terziev, V., & Georgiev, M. (2023). *Challenges to active social policies in Bulgaria*. Gabriell-e-lit.

Terziev, V., Georgiev, M., & Ivanov, I. (2021). Model of overcoming the crisis in Bulgaria caused by the pandemic. In *76th International Scientific Conference on Economic and Social Development – "Building Resilient Society" – Book of Proceedings* (pp. 318–323). Economic and Social Development.

Terziev, V., Georgiev, M., & Simeonov, S. (2025c). *Transformation and change of the social and educational system*. Gabriell-e-lit.

Terziev, V., Georgiev, M., & Simeonov, S. (2025d). An innovative approach to the Bulgarian school. In *Sustainable perspectives in business, economics, finance and education: Theoretical and empirical approaches* (Vol. 2). Peter Lang.

Terziev, V., & Lyubcheva, M. (2022). Shared knowledge and changes in the higher education system in Bulgaria. In *79th International Scientific Conference on Economic and Social Development – Book of Proceedings* (pp. 228–237). Economic and Social Development.

Terziev, V., Lyubcheva, M., Andreeva, O., & Simeonov, S. (2025f). Sustainable education and education for sustainable development. In *Sustainable perspectives in business, economics, finance and education: Theoretical and empirical approaches* (Vol. 2). Peter Lang.

Terziev, V., Lyubcheva, M., Andreeva, O. V., Georgiev, M., Simeonov, S., & Dimitrov, M. (2025a). Social enterprise is often a part of the strategic development of a country. In M. Okur Dinçsoy & H. Can (Eds.), *Achieving business excellence through triple transformation* (pp. 141–166). IGI Global. https://doi.org/10.4018/979-8-3693-9435-9.ch006

Terziev, V., Lyubcheva, M., Andreeva, O. V., Georgiev, M., Simeonov, S., & Dimitrov, M. (2025b). Exploring social inequalities and social entrepreneurship opportunities. In M. Okur Dinçsoy & H. Can (Eds.), *Achieving business excellence through triple transformation* (pp. 277–302). IGI Global. https://doi.org/10.4018/979-8-3693-9435-9.ch010

Terziev, V., Lyubcheva, M., Georgiev, M., & Simeonov, S. (2025e). Vocational education in Bulgaria - status and opportunities. In *Sustainable perspectives in business, economics, finance and education: Theoretical and empirical approaches* (Vol. 2). Peter Lang.

Terziev, V., Petrova, T., & Georgiev, M. (2026). "Smart Cities" and Green Kilometers in Motion. *Global Economic Horizons*, 2, 33–40. https://doi.org/10.61552/GEH.2026.02.004

Terziev, V., & Solovev, D. B. (2022). Analysis of the management of sector "Security" as part of the strategic management of Bulgaria. In D. B. Solovev, V. V. Savaley, A. T. Bekker, & V. I. Petukhov (Eds.), *Proceeding of the International Science and Technology Conference "FarEastCon 2021"* (Vol. 275, pp. 95–111). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-16-8829-4_9

Tooze, A. (2021). *Shutdown: How COVID shook the world's economy*. Viking.

Weiss, T. G., & Wilkinson, R. (2019). *International organization and global governance* (2nd ed.). Routledge.

MACAR SİYASET SAHNESİNDE TRIANON ANLAŞMASI'NI YENİDEN YORUMLAMAYA YÖNELİK AŞIRI MİLLİYETÇİ GİRİŞİMLER GEÇENLERDE.

Sándor FÖLDVÁRI, dr.

ORCID: 0000-0002-7825-0531

alexfoldvari@gmail.com

Debrecen Üniversitesi, Beşeri Bilimler Fakültesi, Debrecen; Macaristan

Araştırma Bilim Adamı (Kıdemlı Araştırmacı) ve Litvanya Dili Profesör, Emekli

ÖZET

Macar sağcı hareketler, iç desteği harekete geçirmek ve uluslararası hedeflerini ilerletmek için sıklıkla 1920 Trianon Antlaşması'nı ulusal travmanın bir sembolü olarak kullanmıştır (Földvári, 2025).

Yazarın "Trianon Üçlemesi" ndeki bu üçüncü makale, yazarın antlaşmanın tarihsel bağlamı ve azınlık politikaları (Földvári, 2025a) ve Horthy rejiminin otoriter revizyonizmi ve toprak iddiaları (Földvári, 2025b) hakkındaki çalışmalarını takip etmektedir.

Bu makale, Macaristan'ın sosyalizm sonrası dönüşümünden bu yana Trianon Antlaşması'na ilişkin aşırı yorumları incelemekte; Orbán'ın liberal olmayan hükümeti, komşu ülkelere yönelik düşmanlığı ve Karpat Ukrayna'yı ilgilendiren anlaşmazlıklara odaklanmaktadır. Ayrıca, yeni seçilen altı Mi Hazánk (Vatanımız) temsilcisini ve 12 Nisan 2026'dan sonra Meclis'te sol veya liberal partilerin bulunmayacağını da dikkate alıyor. Bu gelişmeler, Macaristan'ın demokratikleşmesi ve Avrupa'ya dönüşü konusunda soru işaretleri yaratırken, yeni hükümetin sağcı özelliklerini koruduğunu gösteriyor.

Anahtar Kelimeler: Macaristan, Trianon_Antlaşması, Orbán, aşırılıkçılık, popülizm.

ULTRA-NATİONALİST ATTEMPTS ON THE HUNGARİAN POLİTİCAL SCENE TO REVİSE THE TREATY OF TRİANON RECENTLY

Sándor FÖLDVÁRI, dr.

ORCID: 0000-0002-7825-0531

alexfoldvari@gmail.com

Debrecen University, Faculty of Humanities, Baltic Studies, Debrecen, Hungary

Research Scholar (Senior Researcher) and Lecturer of Lithuanian Language, Retired

ABSTRACT

Hungarian right-wing political movements have often used the Treaty of Trianon as a political tool. This treaty, which was signed in 1920, has been presented by these forces as a significant source of national trauma in an effort to gain domestic support and promote international goals. The right-wing has a long history in Hungary.. (Földvári, 2025).

This paper is the third instalment in the author's "Trianon Trilogy". The first paper provided historical context for the Trianon Peace Treaty, highlighting the mistreatment of ethnic minorities by the Hungarian ruling elite, which led to a loss of support from Western powers (Földvári 2025a). The second paper discussed the extreme, far-right, and authoritarian aspects of the Horthy regime's attempts to revise the terms of the treaty by claiming territories ceded to neighbouring countries (Földvári 2025b).

This paper will discuss recent extremist right-wing perspectives on the Treaty of Trianon that have emerged in Hungary since the transition following the collapse of socialism in the 1990s and the installation of an illiberal government under Orbán in the 2010s, which failed recently on April 12th, 2026. This regime was characterized by racism and animosity towards neighboring countries, particularly regarding Carpathian Ukraine (Földvári, 2025).Then, we are not only discussing the former authoritarian Orban regime, but also the strengthening of fascism represented by six members of the newly elected Parliament, after April 12, 2026, representatives of the “Mi Hazánk” (“Our Motherland”) Party. Notably, there is no left or liberal party in the recent Hungarian Parliament, but three right-wing parties. It may raise some doubt about the democratisation of Hungary in its way of returning to Europe. The new Hungarian regime, functioning since April 12, has some right-wing features, too.

Keywords: Hungary, Trianon, Orbán, extremism, populism.

The author’s previously published papers on similar topics:

A) Lecture at a prestigious conference:

Földvári, S. (2025) “Hungary’s Case: Extremism as The Cradle of The Evolution of Authoritarianism”, in the conference “Extremisms: Ambiguities, Ideologies, Agency” Held at the University of Helsinki, 22 October 2025 (Aleksanteri Institut), – The Video record is here: https://youtu.be/dgfIUnGJ2PE

B) Full Papers:

Földvári, S. (2025a) “The ‘Trianon-Card’ in the Hands of the Right-Wing Hungarian Extremism in the Horthy Regime”, in *8. Bilsel International Efes Scientific Research And Innovation Congress Book 22-23 November 2025, İzmir/Türkiye.* Ed. G. Cerev. ISBN: 978-625-8531-03-9 Bilsel Publishing / Bilsel Yayincilik: 08.12.2025. -p.1199-1218. – The paper in the author’s profile on the academia(dot)edu here: – The volume on the site of the Publisher: https://bilselkongreleri.com/kongre-kitaplari/ →

https://bilselkongreleri.com/wp-content/uploads/8.-BILSEL-INTERNATIONAL-EFES-SCIENTIFIC-RESEARCHES-AND-INNOVATION-CONGRESS-BOOK.pdf

Földvári, S. (2025b) "The 'Trianon-Treaty' as a Tool for Right-Wing Misinterpretations in Hungary." in *2. Bilsel International Ani Scientific Researches Congress Book 15-16 November 2025 Kars/Türkiye*. Ed. H. B. Şolt. ISBN: 978-625-8531-02-2 Bilsel Publishing / Bilsel Yayincilik: 01.12.2025. -p.537-546. – The volume on the site of the Publisher: https://bilselkongreleri.com/kongre-kitaplari/ → - https://bilselkongreleri.com/wp-content/uploads/2.-BILSEL-INTERNATIONAL-ANI-CONGRESS-BOOK.pdf

Földvári, S. (2025c) "Hungarian Prime Minister, Orbán, Manipulates the Hungarian Minority in Ukraine, for His Imperial Ambition", in. *VII. BİLSEL Uluslararası Gordion Bilimsel Araştırmalar Kongresi. 25-26 Ekim 2025. Kongre Kitabi. Ankara. Bilsel Yayıncılık. / 7. BİLSEL International Gordion Science Research Congress Book. 25-26 October, 2025 Ankara/Türkiye*. Ed. U. Erman. ISBN: 978-625-92709-7-5 BILSEL Publishing: 30.10.2025. -p.717-724. – The paper in the author's profile on the academia(dot)edu here: https://www.academia.edu/144774445/ – The volume on the site of the Publisher: https://bilselkongreleri.com/kongre-kitaplari/ → https://bilselkongreleri.com/wp-content/uploads/7.-BILSEL-INTERNATIONAL-GORDION-SCIENCE-RESEARCHES-CONGRESS-BOOK.pdf

Földvári, S. (2025d) "Orbán's Hungary is A Threat to the Security of NATO – While Türkiye is a Good, Reliable Ally: Lessons of the Recent İnternational Situation", in *6. Bilsel International Turabdin Scientific Researches And Innovation Congress. 18-19 October/2025, Mardin/Türkiye*. Ed. S. Can ISBN: 978-625-92709-6-8 Bilsel Publishing / Bilsel Yayincilik: 28.10.2025 -p.968-983. – The paper in the author's profile on the academia(dot)edu here: https://www.academia.edu/144694433/– The volume on the site of the Publisher: https://bilselkongreleri.com/kongre-kitaplari/ → https://bilselkongreleri.com/wp-content/uploads/TURABDIN-KONGRE-KITABI-6.pdf

THE POLITICAL AND ECONOMIC IMPACT OF OMAN'S AL-BU SA'IDI RULERS IN THE PERSIAN GULF AND THE SEA OF OMAN

Dr. Mohammad Jafar Chamankar

Professor, Department of History, Faculty of Literature and Human Sciences, Urmia University, Iran, mj.chamankar@urmia.ac.ir

Abstract:

In 1744, Ahmad bin Saeed Abu Saeidi (1693-1783) was elected as the leader of the people of Muscat with the title of Imam Ahmad bin Saeed. This imamate and leadership marked the beginning of the reign of the Abu Saidi kings, who in the 18th and 19th centuries were considered an influential element in the political, economic, and military developments of the Persian Gulf. The islands and ports of Iran, through them, are an important part of the history of the Persian Gulf and the Sea of Oman. The main goal of this research is to investigate how the Sultans of Abu Said gained power in Oman, their invasions and conquest of the northern sea lines of the Persian Gulf, and the policy of the Iranian ruling system in dealing with them. In the end, the author believes that this process, the capability, political and administrative concentration, and the level of role-playing of Iran were severely challenged by the southern banks of the water during the 18th and 19th centuries.

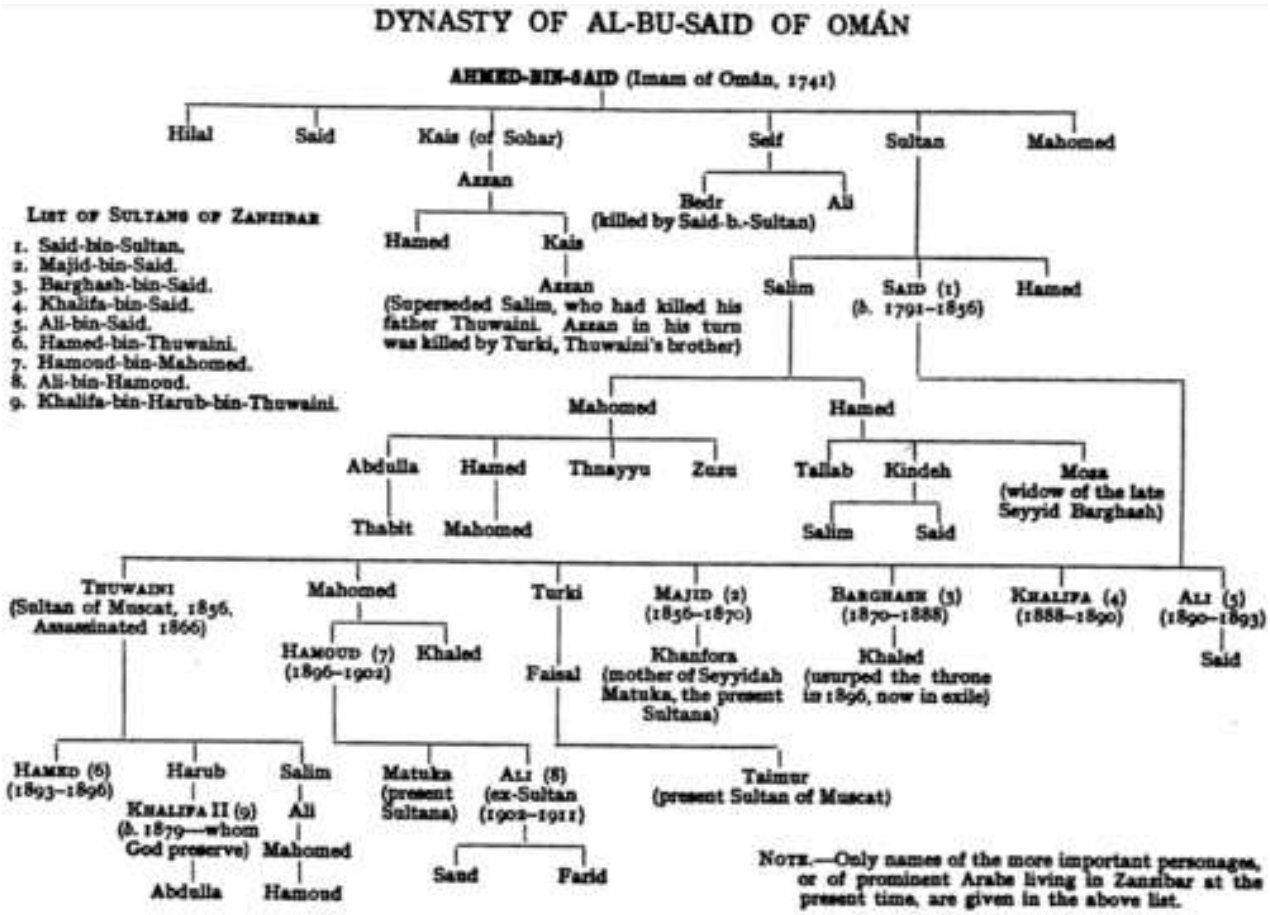
Keyword:

Persian Gulf and Oman Sea, Iran, Abu Saidi dynasty, Muscat and Oman, 18th-19th centuries AD

Introduction:

With the victory of Hazrat Ali in the Battle of Nahrwan (9 Safar 38 AH), the Khawarij, led by Abdullah bin Fadiq, fled to Oman and made it their base due to its remoteness. Gradually, with the trend of the people of Oman, a branch of the Khawarij called the Abazia sect developed in this land. Abu Bilal Mardas bin Udayeh Tamimi, one of the first leaders of this sect, was killed in 62 AH during a rebellion against the Islamic government, and after that, Abdullah bin Abad, who withdrew from the ranks of the extreme Kharijites such as Arazqa, was appointed as the head of this group, and the name of the mentioned sect was It is taken from his name. The distinguishing feature of this group from other Kharijites was that they did not treat their opponents very harshly. The migration of Jaber bin Zayd, one of the prominent jurists of Basra, to Oman played an important role in the expansion of this sect in this land. Simultaneously with the emergence and formation of the Safavid government, the colonial efforts of the Portuguese Empire in the Persian Gulf region led to the decline of Iran's sovereignty over Oman. The emergence of the Golden Age of Shah Abbas, the expansion of his naval power, and the capture of the Hormuz Islands, Sohar, and Khorfakan changed the equation and balance of power in favor of Iran in the Persian Gulf and the Sea of Oman. During the reign of Shah Abbas II, the anti-colonial movement of the Omani people ended the 150-year colonial rule of Portugal, and the new dynasty of Al-Yaraba Foundation, in the shadow of the naval power and the excessive weakness of the central governments, intensified their attacks and aggression on the coasts, islands, and ports of Iran. In this way, the confrontations between the two countries overshadowed the previous interactions and ties. In 1744, Ahmad bin Saeed Abu Saidi (1693-1783) was elected as the leader of the people with the title of Imam Ahmad bin Saeed. This imamate and leadership were the beginning of the reign of the Abu Saidi kings, which continues to this day. The conflict between the imams of Oman and the governments of Iran from the Safavid period to the Qajar era, and the leasing of some Iranian islands and ports by them, is an important part of the history of the Persian Gulf and the Sea of Oman, which shows the capability and extent of Iran's role-playing. In this research, relying on first-hand sources, an attempt has been made to answer this question:

- How was the process of influence and conquest of the Abu Saeed rulers in the northern regions of the Persian Gulf and the Sea of Oman formed, and what challenges and confrontations did this process face to Iran's sovereignty and leadership role?



-Abu Saidi Dynasty

Parallel to these previous developments, Ahmed bin Saeed Abu Saidi, nicknamed Al-Mutawakkil Ali Allah (1693-1783), the governor of Sohar city, rose against the Yaraba government and defeated his opponents by uniting the people of Sohar and Rastaq. (Qahtani, 1420: 234) 207-207) He was chosen as the leader of the people in the Rostaq assembly in 1744 AD with the title of Imam Ahmad bin Saeed. This imamate and leadership were the beginning of the reign of the Abu Saidi kings, which continues to this day. After Imam Ahmed bin Saeed al-Busaidi was elected as Imam and leader, Rostaq province was made the capital, and the establishment of a naval base was considered. By choosing Muscat as an important commercial port, he gained influence in a wide area from the waters of the Persian Gulf and the Sea of Oman to the coasts of India and East Africa. Suppressing the pirates who came from the Malabar region to the Persian Gulf and the Sea of Oman, helping the governor of Baghdad in restoring security, and suppressing protests are among his other actions. Ahmad bin Saeed tried to preserve the religious legitimacy and social base of the Abu Saeed family by giving the title of Seyed (Sayed) to his children. (Bargh Nisi, 1367: 615-613) After him, Saeed Ahmad bin Saeed reigned over Oman from 1775 to 1779 and was deposed by his brother Sultan bin Ahmad in 1779. He was a beautiful poet and had beautiful poems, and after a long life, He died in the city of Rastaq in 1803. During the reign of Sultan bin Ahmad (reigned from 1792 to 1804 AD), Oman's naval fleet doubled. With the rule of Saeed bin Sultan bin Ahmad (1791-1856 AD), (reigned 1804-1856 AD), the Imams of Oman reached the peak of power. Saeed Ibn Sultan Al Busaidi became the king of Muscat as the successor of Sultan Ibn Ahmad (1804-1792) on November 20, 1804. He was initially elected to the position of ruler along with his brother Salim, but since he was only 13 years old, his uncle Sayyid

Badr bin Saif sat on the throne as a guardian. After the death of his uncle on July 31, 1806, his older sister Sayyida Ayesha Ibn Sultan took charge of affairs, and with the permission of her sister, Said Ibn Sultan became the sole king of Muscat, Oman. And Zanzibar sat on the royal throne. In 1806, due to a disagreement, Said Ibn Sultan gave up the title of Imam. Then he took the title of Sayyid, which means His Excellency, to distinguish himself from the other members of the Al Buseed family. During his 52-year rule, he formed a vast kingdom that stretched from the coast of Oman, Gwadar Port, Makran, to Zanzibar Island, Mombasa (on the east coast of Africa), and Cape Delgado. Zanzibar gradually developed from the center of the slave trade and the center of clove cultivation to the economic center of African countries. Said Ibn Sultan moved his government capital to Zanzibar city in 1832 and officially announced this transfer in 1840. He started diplomatic relations with the United States of America in 1836 and resumed diplomatic relations with Great Britain in 1840. In 1840, Saeed bin Sultan sent his representative, "Ahmed bin Numan Al-Kaabi," as the first Arab ambassador to New York by his ship known as "Sultan". This ship was the first Arab ship to go to New York. By leasing Bandar Abbas, Qeshm, and Hormuz in the Persian Gulf, Saeed bin Sultan concluded a trade agreement with the governments of England, France, Holland, Portugal, and the United States of America and developed a military fleet to increase his power to influence political and military affairs. The economy of the Persian Gulf and the Oman Sea and their surrounding areas increased. He spent most of his life traveling at sea, and during his sea voyages, he led a convoy of ships in his special ship, "Shah Alam". His battle fleet consisted of 80 cruisers, among which were 20 special and special operational ships. There were 14 cannons on each ship. There were 36 cannons embedded in the sailing ships of the season. The command ship of this fleet was equipped with a cannon. This heavy fleet was supported by more than 100 small warships (known as Masand) in which 6 thousand people served. He gave himself the title (Al-Said al-Bahar), the lord of the seas. The Abadi Imams of Oman, with this naval capability, had a wide sea area from the Persian Gulf to the Cape of Good Hope (Ras Raja al-Saleh) under their control, and at that time they were considered the strongest naval power in the Persian Gulf and the Sea of Oman. 7) Saeed bin Sultan bin Ahmad died in 1856 AD while traveling from Muscat to Zanzibar (Seychelles sea area) on his ship named Victoria. After him, Thawini bin Saeed bin Sultan (1820-1866) came to power. He was the third surviving son of Seyyed Saeed, the Sultan of Oman and Zanzibar (two of Seyyed Saeed's sons had died during his father's time). In 1249, during his father's trip to Zanzibar, Thawini succeeded him in the government of Oman, and from 1260, the government was officially handed over to him. Sayyid Saeed died in 1273 AH. A few years before his death (1266), he had divided his territory among his sons; He left Oman to Thawini and Zanzibar to Khalid, and after his death, to Majid, and he had settled in Zanzibar. Thawini ruled Oman independently. From now on, Thawini had his eyes on Zanzibar and wanted to make it a subject of Oman; Therefore, following an agreement, it was decided that Majid would pay 40,000 Zanzibar kroner to Oman annually, which Seyyed Thawini considered a sign of citizenship. From the total number of ships, his father awarded ten ships to Majid, nineteen ships to Baytul-Mal, and eight ships to Thawini. Also, 120 cannons were seized by Thawini. It was not long before Majid refused to pay the prescribed amount. Thawini planned to attack Zanzibar in 1275, but the ruler of Zanzibar appealed to the British government, and Lord Canning, the Viceroy of India, mediated and voted for the permanent separation of the two territories in 1277, on the condition that Majid would pay an annual sum of 40,000 kron to Thawini and his successors, which later reached 80,000 kron. This money was paid, not as a tax, but to make the inheritance of the two brothers equal because Zanzibar was richer than Oman. From this date, both brothers were called Sultan. After this division, Oman's executive power was limited, and its government was forced to become subordinate to British Indian trading companies; Bandar Abbas became the center of transportation and trade of the region, and therefore, Oman suffered a severe financial loss, and this sheikhdom suffered economic hardship. As a result, the management of internal areas of Oman was weak, and civil wars flared up. From then on, the entire reign of Sultan Thawini was spent controlling the rebellions and strengthening his position. In 1276, Qays bin Azzan, the governor of Restaq, who was one of Thawini's cousins, incited Al-Saad, who lived in Batina, to rebel, because Thawini, due to financial constraints, taxes which his father had given to Al Saad, he had established once again. In the war that took place, Qays bin Azzan was killed, and his son, Azzan bin Qays,

succeeded him. This rebellion continued until Sultan Thawini forgave the tax. In 1278, Turki, Thawini's brother and ruler of Sohar, also started a rebellion and demanded the succession of Thawini and the Sultanate of Oman. Sultan Thawini arrested him, threw him in prison, and elected his son, Salem, as his successor. In 1281, Azzan bin Qays's enmity with Sultan Thawini grew, and Azzan asked the Wahhabis for help in attacking the borders of Oman and the shores of the Persian Gulf. Savini also asked for help from Britain. With the completion of the argument of the British government and the mediation of Lord Louis Pauley, the representative of the British government in the Persian Gulf, Abdullah bin Faisal's representative went to Bushehr in 1282 and pledged not to attack the allied tribes of Britain, especially the tribes based in Oman. At the same time as this agreement, the British government was able to get annual aid for Sultan Majid from Sultan Majid and provide enough money for his campaigns. After signing a contract with England in 1281, Thawini completely relied on the British government to lay telegraph lines. After that, the government allowed a telegraph line to be laid in any region of Oman, Saudi Arabia, and Makran that was necessary according to them. The same agreement caused some tensions with Iran. On the other hand, in 1283, Lord Polly asked Sultan Thawini to fight with Faisal bin Saud, because the British government wanted to seize and influence Bahrain, Qatif, and Ahsa. Sultan Thawini also marched to Najd and went to fight against his opponents, the Wahhabis. His son, Sayyid Salem, who was against his campaign, started negotiations with Abd Allah bin Faisal. Ibadi scholars (Khawarij) approved Sayyid Salem and provoked him against his father. Sultan Thawini was in Sohar when Sayyid Salem and several others killed him and buried him in the same area (February 11, 1866). (Rabi'i, 1387: 94) also Rak (Kili, 1965: 30), (Al-Saadoun, 2012: 20-26) (Al-Farsi, 1982: 12-14), (Badawi, 2006, 41) Salem bin Thawini bin Saeed (Government From 1856 to 1866), his official and independent reign was two years and eight months, and he passed in India. Azzan bin Qais bin Azzan (1836-1871), in 1285 A.H., after the deposition of Sultan Thawini, took allegiance from the people in Muscat; the white rites that were the motto of his family were raised, and he was remembered in the pulpits and Friday sermons as "Imam Azzan". became. His Imamate lasted for twenty-eight and a half months. Azzan fought with the rebels and, in a short period, brought all the areas of the coast of Oman under his influence. People lived comfortably during the short era of his Imamate. In the middle of his reign, Turki bin Saeed bin Sultan rebelled against him; Azzan took refuge in Mutrah Castle, and during the battle between the rebels and the soldiers, Azzan was killed by an arrow. (1287 AH) (Nishat, 1344:298) Bin Sultan (1832-1882) was born in Zanzibar in 1832. He spent his childhood and adolescence in Zanzibar, then he became governor of Sohar on the orders of his father. During the reign of his nephew Salim bin Thawini, he was removed from the province of Sohar, and as a result, he emigrated from Oman and settled in India. When the government came to Azzan bin Qais, he returned to Muscat, and a group of Najd people who were there followed him. When Azzan was killed, he took control of most of Oman, and the rest remained in the hands of those who had semi-independent local governance before Azzan. After the death of Turki bin Saeed bin Sultan, his son Faisal bin Turki bin Saeed (reigned from 1888 to 1913 AD) took the throne as Sultan of Oman and was the ruler of Oman until 1913 AD. (Kili, 1965: 30), (Al-Saadoun, 2012: 20-26), (Al-Farsi, 1982: 12-14), (Badavi, 2006: 41). In the 18th century, Oman was the subject of competition between France and England. In the 19th century, the government of Oman signed several treaties of friendship and trade privileges with England, which increased British rule over the Omani kings. The conflict between the imams of Oman and the governments of Iran from the Safavid period to the Qajar era, and the leasing of some Iranian islands and ports by them, is an important part of the history of the Persian Gulf and the Sea of Oman, which shows the capability and extent of Iran's role-playing.

conclusion:

Despite religious contradictions, the Abadi imams of Oman were under the supervision and rule of the governments of Iran and its subordinate monarchs, especially the rulers of Hormuz, from the time of the formation of symmetrical nationalist governments until the beginning of their aggression in the northern half of the Persian Gulf. There was a strong cultural and economic relationship between the parties. The development of the power of religious groups in the south of the Persian Gulf and the Oman Sea and their challenge and encroachment on

the islands and ports of Iran is one of the specific and influential events of the 18th and 19th centuries. During the reign of Shah Abbas II, the anti-colonial movement of the Omani people ended the 150-year colonial rule of Portugal, and the new dynasty of Al-Yaraba Foundation, in the shadow of the naval power and the excessive weakness of the central governments, intensified their attacks and aggression on the coasts, islands, and ports of Iran. In this way, the confrontations between the two countries overshadowed the previous interactions and ties. The collapse of the Portuguese maritime government, which was one of the effective factors limiting Iran's movements and role-playing in the Persian Gulf region, met with the satisfaction of Iranians. But this transformation did not last long, and with the invasion of the Abadi people of Oman of the southern islands and ports, especially the northern ones of the Persian Gulf and the Sea of Oman, the government of Iran faced one of its most important problems in this region, which continued until the Qajar era. The official establishment of the representative of Oman in Bandar Abbasi and the islands and eastern ports of Iran began with the lease of Bandar Abbasi customs and its functions during the Qajar period from the reign of Agha Muhammad Khan in 1210 AH and lasted for 76 years until 1286 AH. A series of interconnected political, military, and economic factors caused the process of gaining power in the Khawarij of Oman and the collapse of Iranian power in the Persian Gulf. The corruption and degeneration of officials and the competition of courtiers, the lack of political concentration, the incompetence of Iranian rulers, the lack of recognition Sufficient for the tropical regions, the lack of a strong military fleet that always made the Iranian statesmen weak and incapacitated in the Persian Gulf, the unfamiliarity of the Iranian troops with the adverse weather conditions of the Persian Gulf, and the widespread presence of European colonists, especially Britain, on the coast. The southern and northern regions of the Persian Gulf and the occupation of Iran's rulers in other critical areas of the country, especially during the first and second round wars with Tsarist Russia, were effective factors in this negative process. The disintegration of the southern coastal territories and their division among many unworthy governors unfamiliar with the conditions, and the transfer of emirs and officials related to the developments in this region, while reducing the ability to monitor and make a single decision, resulted in further weakening of Iran. Disobedience to the orders of the central government of Iran, oppression and oppression of the residents of the region, an arbitrary increase of taxes (Bani Abbasian, 1339: 243), adopting a military offensive policy in the northern shores of the Persian Gulf, promoting Arabic language, culture, and traditions. The spread of Sunnism and Abadi religion, the racial mixing of Arabs and ethnic groups of Zanzibar with the northern native population, and the widespread migration of various clans and tribes, including Qawasim, Bani Ka'b, the aforementioned Al-Malada, Al-Nasour, and Al-Ubidli from Oman, Arabia, and East Africa to the coasts. Southern Iran also suffered destructive consequences from the long-term presence of Abu Saidi's elements in the islands, ports, and hinterlands of Iran during the 18th and 19th centuries.

References:

- Aronova, M.R., Ashrafian, K. G., (1352), Nadershah Afshar Government, Hamid Momeni, Tehran University, Institute of Social Studies and Research.

- Aiti, Mohammad Ibrahim, (1369), History of the Prophet of Islam, Tehran, University of Tehran.

- Ibn Habib, Mallallah bin Ali, (Bita), My features of the history of Oman, translated by Muhammad Muhammad Al-Kamel, Oman, Ministry of National Heritage and Culture.

- Ibn Qaysir, Abdullah bin Khalfan, (2002), The biography of Imam Nasser bin Murshid, the founder of Doleh Al-Arabah, Dar al-Hikma of Oman, for publication and al-Tawzi'ah.

- Estrabadi, Mehdi Khan, (1341), Nadera Valley, by Jafar Shahidi, Tehran, National Antiquities Association.

- Stephen Rai, Grumon, (1378), Challenge for power and wealth in the south of Iran from 1750 to 1850 AD, Hassan Zanganeh, Qom, Neighbor.

- Asif Rostam al-Hakma, Mohammad Hashem, (1352), Rostam al-Tawarikh, by Mohammad Moshiri, Tehran, Amir Kabir.

- Etemad al-Sultaneh, Mohammad Hasan, (1367), the systematic history of Naseri, by the efforts of Mohammad Ismail Razvani, Tehran, Duniya Kitab.

- Iqbal, Abbas, (1328), studies on Bahrain and the islands and coasts of the Persian Gulf, Tehran, Majlis Printing House.

- Iqbal, Abbas, (1326), "Part of the story of the Persian Gulf", Yadgar, S. 4, S. 1 and 2, Shahrivar and Mehr.

- Eghtari, Ahmad, (1357), killed himself, Tehran, Tos.

- Al-Jubeir Sabah, Salem, (1368), Persian Gulf Emirates and Iran's Oil Problem, Ali Bigdali, Tehran, Institute of Historical Studies and Publications of Nations.

- Al-Khosubi, Badr al-Din Abbas, (1984), Studies in the history of the Arabian Gulf (Persian), Al-Hadith and Al-Mudaqim, Vol. 1, Vol. 3, Al-Kuwait

- Al-Salami, Abdullah bin Hamid, (1934), Gift of the Nobles of the People of Oman, Cairo, Al-Imam Press.

- Al-Saadoun, Khalid (2012). A brief history of the political history of the Arab Gulf from the earliest civilization until the year 1971. Tables for distribution and distribution, Beirut.

- Al-Saabi, Salem bin Hamoud bin Shams, (1415), Oman through history, Ministry of Heritage and Culture in the Sultanate of Oman.

- Al-Aani, Abd al-Rahman Abd al-Karim, (1978), Durr al-Omaniin fi al-Malaha and al-Tajarah al-Islamiyyah even in the fourth century of the Hijri, Oman

- Al-Obeidani, Hamid bin Muhammad bin Raziq, (1984), Al-Sha'a' Al-Sha'a Ballal-Lama'an in remembrance of the Imams of Oman, Muscat, Ministry of Heritage and Culture.

- Al-Aidros, Muhammad, (1998), History of Al-Khalij al-Arabi (Persian), Al-Masir and Hadith, Ain al-Dursat and Al-Pakhu al-Insaniyah and Al-Sahiliyyah, Al-Ahram, Volume 2.

- Al-Aidros, Muhammad, (2000) Al-Harb al-Ahliyyah Al-Omaniyah 1718-1753, Al-Tarikh Al-Arabi Magazine, No. 13.

- Al-Farsi, Abdullah bin Saleh, (1982), Al-Busaeedion Rulers of Zanzibar, translated by Muhammad Amin Abdullah, Oman, Ministry of National Heritage and Culture.

- Al-Qasimi, Sultan bin Muhammad, (1989), The Division of the Omani Empire, Al Bayan Institute, Dubai.

- Orsel, Ernest, (1353), Orsel's travel book, Ali Asghar Saidi, Tehran, Zovar.

- Badawi, Mohammad Al-Saeed, (2006), the reason for the declaration of Oman, Muscat, Sultan Qaboos University, Lebanon Library.

- Bargh Nissi, Kazem, (1367), Abu Saeed, Big Islamic Encyclopaedia, Tehran, Big Islamic Encyclopedia Center, Volume 1

- Bani Abbasian, Bastaki, Hamad Azam, (1339), History of Jahangiriyeh and Bani Abbasian Bastak, by Abbas Anjam Rooz, Tehran, Bina.

- Pollock, Jacob Edward, (1368), Pollock's travel book, Iran and Iranians, Kikaus Jahandari, Tehran, Kharazmi.

- Tajli Bakhsh, Soroush, (1346), Nadershah, Tehran, Ibn Sina.

- Chamankar, Mohammad Jafar, (2012), "Relations between Iran and Oman during the Pahlavi period", Foreign Relations History Quarterly of the Ministry of Foreign Affairs, Year 4, Number 16, Autumn.

- Chamankar, Mohammad Jafar, (1383), Zafar Crisis and the Pahlavi Regime, Tehran, Iran Institute of Contemporary History Studies.

- Hosseini Fasai, Mirza Hassan, (1382), Farsnameh Naseri, by Mansour Rostgar Fasai, Tehran, Amir Kabir.

- Khojaste, Mustafa, (1338), Bahrain in the last two centuries, Shiraz, Mousavi Printing House.

- Khormoji, Mohammad Jaafar, (1363), Al-Akhbar Naseri facts, Hossein Khadiojam, Tehran, Ni publication.

- Denbali, Abdul Razzaq, (B.T.A.), The experience of al-Ahrar and the consolation of al-Abrar, by Hasan Qazi Tabatabai, Tabriz, Faculty of Literature and Humanities, University of Tabriz.

- Rabi'i, Manijeh, (1367), Thawini bin Saeed, Tehran, Islamic Encyclopaedia.

Access, Farajullah, (Beta), "2500 years on the seas, special issue of Pik Darya", Imperial Navy Headquarters on the occasion of the 2500th anniversary of the establishment of the Iranian Empire.

- Rezazadeh Shafaq, Sadegh, (1339), Nader Shah according to Orientalists, Tehran, National Antiquities Association.

- Zidan, George, (1369), History of Islamic Civilization, Ali Javaher Kalam, Tehran, Amir Kabir.

- Sepehr, Mohammad Taqi Lasan al-Malik, (1377), copy of al-Tawarikh, by Jamshid Kianfar, Tehran, Asatir.

- Sodid al-Sultaneh, Mohammad Ali Khan, (1371), Northern lands around the Persian Gulf a hundred years ago, Tehran, Jahan Maasar.

- Embassy of the Islamic Republic of Iran in Oman, (1381), Historical relations between Iran and Oman, Foreign Relations History Quarterly, Q3, No. 11, summer.

- Sultan Behbani, Sultan Ali, (1341), Iran's Ports in the Persian Gulf, Persian Gulf Seminar, Volume 1, Tehran, General Directorate of Publications and Radio.

- Sikhe, Iros, (1421), Imam Ahmad bin Saeed al-Busaidi's shrine and his writings in Al-Rustaq, Muscat, Ministry of National Heritage and Culture.

- Shaker, Mahmoud, (2000), Islamic History. Ahed al-Othmani, Beirut, al-Mahib al-Islami.

- Shoghi, Al-Attaullah Al-Jamal, (1408), The Arab-Portuguese conflict in the Indian environment, Research on Portuguese colonialism, Ras Al Khaimah, United Arab Emirates.

- Shahab, Fawad. Al-Ramji, Abdul-Taif (1414), Qiyam Daulah Al-Busaidiyyah, Al-Asbab and Al-Nataij, Al-Morukh Al-Arabi, No. 49.

- Obeidli, Ahmad Yusuf (1401), Imam Nasser bin Murshid Ali Arabi and Tahrir Amman Man Portugahiyin, Tarikh Al-Arab wa Al-Alam, 26 Safar 1401, December 1980.

- Falsafi, Nasrallah, (1342), Iran's Foreign Policy in the Safavid Period, Tehran, Jibi.

- Flor, William, (2013), Bandar Abbas leased Muscat, translated by the National Assembly Library and Museum and Documents Center.

- Fayaz, Ali Akbar, (1369), History of Islam, Tehran, University of Tehran.

- Qahtani, Abd al-Qadir Hamoud, (1420), Domestic developments in Oman during the reign of Imam Ahmad bin Saeed.

QURANIC AND PROPHETIC ARCHAEOLOGY: EPISTEMOLOGICAL INTEGRATION AND ITS IMPACT ON ENHANCING HERMENEUTICS AND HISTORICAL UNDERSTANDING OF ANCIENT CIVILIZATIONS

By Mohammed Waheeb

Professor in Archaeology; Department of Sustainable Tourism, Queen Rania Faculty of Tourism and Heritage (QRFTH), The Hashemite University. Email: mwheeb@hu.edu.jo

Abstract

Quranic archaeology and Prophetic archaeology converge across numerous domains, as both fields examine ancient civilizations and historical populations referenced in the Quran and the Prophetic Sunnah. Given that the Sunnah serves as a foundational complement and commentary on the Quran, the interplay between these two disciplines facilitates text interpretation, comparative analysis, and evidence-based historical conclusions.

In recent decades, the archaeological investigation of sacred texts has evolved significantly. Archaeology is no longer limited to excavation and the recovery of material artifacts; it has developed into a critical and analytical tool that cross-references field discoveries with sacred texts. Within Islamic studies, Quranic archaeology and Prophetic archaeology emerge as interconnected fields that investigate ancient civilizations, extinct nations, geographic landmarks, and historical events cited in Islamic traditions.

Because the Sunnah expands upon and clarifies the Quranic revelation (as reflected in Quran 16:44: *"And We revealed to you the message that you may make clear to the people what was sent down to them"*), the synthesis of these two archaeological branches offers a unified methodology. This integration assists in decoding textual meanings, verifying historical geography, and synthesizing oral traditions with material evidence. This paper examines the relationship between Quranic and Prophetic archaeology and demonstrates how their integration enhances hermeneutical accuracy and historical reconstruction.

1. Conceptual Framework and Methodological Distinction

1.1. Quranic Archaeology

This branch addresses the excavation, preservation, and archaeological analysis of sites, civilizations, and communities mentioned in the Quran. Its scope ranges from early antiquity (such as the peoples of Noah, Ad, Thamud, Madyan, and the Companions of the Trench) to major regional powers, including the Egyptian, & Babylonian, civilizations. Geographically, it covers the Ancient Near East, extending from Mesopotamia and the Levant to Egypt and the Arabian Peninsula.

1.2. Prophetic Archaeology

This discipline examines the material culture, geographic environment, and historical context of the Arabian Peninsula during the lifetime of the Prophet Muhammad (6th–7th century CE). Additionally, it addresses sites, events, and historical figures detailed in Hadith literature. Prophetic archaeology exhibits a more defined spatial and temporal focus, providing contextual details regarding ancient nations that are referenced in the Quran in concise terms.

This paper further explores the areas of intersection between both fields and demonstrates their role in facilitating Quranic exegesis (*Tafsir*).

Keywords: Archaeology, History, Heritage, Exegesis (Tafsir), Quranic Archaeology, Arab World, Islamic World.

THE UNIQUE DESIGN OF THE LAŬRAŠAVA GOSPEL

dr. Aliaksandr Susha,

International Association for Belarusian Studies, chair, Belarus, Minsk

Belarusian State University, Assoc. Prof. Dr, Belarus, Minsk

ORCID: 0009-0000-0709-372X

Susha.Ales@gmail.com

ABSTRACT

The distinctive appearance of the Laŭrašava Gospel results from the close relationship between its material structure, liturgical text and artistic decoration. The surviving codex comprises 183 parchment leaves, including one leaf inserted from another manuscript. Eighteen miniatures, a headpiece and 371 decorated initials form an unusually extensive programme for an East Slavic Gospel book of its period. Their distribution follows the readings of a full aprakos rather than a continuous account of Christ's life. The analysis considers the arrangement of the two text columns, changes in script size and line density, the integration of initials with writing, and the different degrees of completion of the miniatures. Empty spaces reserved for illustrations reveal a programme more ambitious than its surviving execution. These features do not justify treating the Gospel as a collection of pupils' exercises. The quality of its script and images instead points to experienced craftsmen working in a bookmaking centre whose practices were still developing. Particular attention is given to the opening image of the Archangel Michael, the individual treatment of the evangelists, the polychrome headpiece and the later decorated binding. The identity of the warrior saint on the upper cover remains unresolved. Changes caused by use, rebinding and restoration must also be distinguished from the original design. Read together, these material and visual features allow us to understand the Gospel as a carefully conceived liturgical book whose individuality survives both its unfinished elements and the alterations of later centuries.

Keywords: Laŭrašava Gospel, Ławryszewo, Lavrishevo, codicology, parchment, manuscript design, decorated initials, miniatures, bookbinding, Belarusian cultural heritage

The most familiar image of the Laŭrašava Gospel (Лаўрышаўскае Евангелле, Лавришевское Евангелие, Ewangeliarz Ławryszewski) is often its splendid binding. A warrior saint stands on the gilded central plaque, surrounded by coloured stones and the remains of cherry-coloured velvet. It is an impressive introduction to the book. Yet the binding does not give us an unaltered view of the manuscript at the moment of its creation. The codex has a longer and more complicated history, which survives in its parchment, the arrangement of its text, the unfinished parts of its decoration and the traces of subsequent repair.

For this reason, we understand its design as more than a collection of beautiful miniatures. The manuscript's material construction and its liturgical purpose determined where the text could be written, where an image could appear and how the reader would find a particular reading. The later users of the book changed that arrangement by adding records, cutting parchment and rebinding the leaves. To describe the Laŭrašava Gospel accurately, we must distinguish the decisions of its first craftsmen from those of its later owners and restorers.

The manuscript, preserved in the Princes Czartoryski Library in Kraków as MS 2097 IV, contains 183 parchment leaves. Our study favours its production in the Navahradak milieu in the second half of the thirteenth century, most probably in the 1260s–1280s. Its long association with Laŭrašava Monastery is considerably better documented than the precise circumstances of its manufacture. The observations discussed below concern the surviving object; where they lead us towards a reconstruction of the original workshop or programme, the distinction between evidence and interpretation remains necessary.

The leaves measure approximately 31.7 × 22.1 cm. Their height is comparable with that of a number of other medieval altar Gospels, but their proportions are relatively narrow. Well-prepared, dense parchment supplied a durable writing surface and supported the application of colour and gold. It was not, however, an industrially uniform material. The natural shape and condition of an animal skin could leave a leaf with an irregular edge, a hole or a thinner area. Such features occur in costly medieval manuscripts as well as in modest ones.

This is important when we consider the suggestion that the Laŭrašava Gospel served as a book of pupils' exercises. One argument for that interpretation has been the use of incomplete or damaged parchment (Гнатенко 2018, pp. 383–384, 391). Our examination leads to a different conclusion. Most leaves were prepared, folded, ruled and written in the normal manner. Some irregularities were present before writing; others appeared only during the book's subsequent use. These two groups cannot be treated as evidence of the same workshop practice.

Where the writing follows the edge of a defective area, it shows that the scribe had already encountered the imperfection and deliberately accommodated it. Elsewhere, a large piece of the margin has been cut away without any corresponding adjustment of the original text. Such cuts may relate to the removal of donation records added at a later date. The approximately half-leaf loss on fol. 6 and the missing lower portions of several other leaves therefore require a different explanation from a small natural hole in a skin. Damage alone does not identify an inexperienced craftsman.

Four vertical ruling lines define the sides of two text columns. The horizontal lines lie within those columns. The principal text is written in dark brown ink in a formal upright script, or ustav, with coloured headings and enlarged initials. In places the ruling instrument cut too deeply into the parchment. This is a genuine technical imperfection, but not a unique one: similar damage occurs in other carefully produced medieval Gospel books. We should not turn a feature of working with parchment into a general judgement on the competence of the workshop.

The density of writing changes markedly through the codex. In the first part, fols. 1–46, the page generally contains nineteen to twenty-three lines. The next stage, fols. 47–61 and 70–77, increases the number to between twenty-three and twenty-nine. In the remaining principal sequence, fols. 62–69 and 78–183, it reaches twenty-

seven to thirty-seven. The apparently irregular order of those folio ranges results from a later displacement of quires. Read in the reconstructed sequence, the change is progressive: the scribes first reduced the space between lines and then reduced the letters themselves.

In our view, this was a practical response to the growing size and weight of the book and to the quantity of costly parchment required. The craftsmen adjusted the work as it proceeded. Their willingness to do so suggests a workshop in which the method of producing this particular volume had not been fixed in every detail beforehand. It does not follow that they were learning to write. A developing bookmaking centre could employ experienced scribes while still working out its own conventions for an ambitious commission.

At least five scribal hands can be distinguished in the original text. Liudmyla Hnatenko's identification provides a useful basis for examining their participation, although some details require refinement (Гнатенко 2018, p. 384). The first three scribes performed most of the work. The fourth and fifth contributed only small portions. Changes of hand can occur in the middle of a page or a reading, rather than at a regular boundary between self-contained sections. This suggests successive participation in a shared task, with one scribe taking over from another.

The later additions must be excluded from this count. Fol. 174, for example, comes from another fourteenth-century aprakos. It differs in size, script and linguistic features, and contains part of the reading for Holy Thursday. The same passage was already available elsewhere in the Laŭrašava text. Its insertion therefore does not represent a missing unit of the original production plan. Nor do the hands responsible for the donation records belong automatically among the original scribes. The manuscript accumulated writing over centuries.

The name of Job has sometimes been used to give this otherwise anonymous workshop a director. A later addition on fol. 14v begins: "I, the most sinful Job, wrote the canon" (Laŭrašava Gospel, fol. 14v; our translation from Church Slavonic). The Canon and Lament of the Mother of God continues in spaces left free of the main Gospel text and miniatures on fols. 14v and 15v. Its handwriting differs from the neighbouring Gospel passages. The statement identifies a writer of the canon; it does not establish that he copied the whole Gospel or supervised the other scribes.

The image of the biblical Job on fol. 178r does not resolve the problem. Its inscription identifies the saint, while his blue halo distinguishes him from the other sacred figures in the book. This unusual treatment may reflect a special devotional interest. Yet to identify it as an indirect portrait of a workshop leader requires additional evidence. The identification of Job as the principal scribe and teacher remains an interpretation, which we do not find adequately supported (Гнатенко 2018, pp. 383–384). The biblical figure and the person who wrote the canon must not be merged simply because they share a name.

The scale of the decorative programme is exceptional: eighteen miniatures, a single headpiece and 371 initials. The initials include Old Byzantine, teratological, Balkan and simple geometrical forms. Six miniatures stand out for their extensive polychrome treatment; others depend principally on drawing, selective colour or gilded details. These different degrees of elaboration coexist within one manuscript. They offer evidence about its production, but do not divide neatly into accomplished work and unsuccessful attempts.

The full-aprakos structure provides the key to the distribution of images. The principal readings occupy fols. 2r–144v; the Passion Gospels and Sunday Matins readings follow, before the menologion. A miniature accompanies the reading or liturgical occasion with which it is associated. The narrative order of the pictures therefore follows the use of the book in worship. Their sequence does not attempt to reproduce the four canonical Gospels as four consecutive illustrated biographies.

This explains why the absence of Mark's portrait need not indicate the loss of a miniature. John appears on fol. 1v, Matthew on fol. 47r and Luke on fol. 83v. An aprakos did not require the symmetrical set of four

portraits expected by a reader thinking primarily of a Four Gospels codex. We therefore disagree with an explanation which treats the absent Mark as evidence of a missing leaf or a supposed incorporation of his Gospel into Luke's. The surviving textual structure does not support that reconstruction (Сморонг-Ружицька 2018, p. 412).

The three evangelists are not interchangeable figures. John holds a written sheet within a comparatively dense architectural setting. Matthew and Luke write in books and have more unoccupied space around them. Their gestures, clothing and faces differ. The artist maintained recognisable conventions while giving each figure a particular working posture. These small distinctions are part of the manuscript's design, and deserve as much attention as the number of colours or the presence of gold.

At the opening of the Gospel, Michael occupies a large unframed field. Traces around his figure suggest changes made while the artist was developing the image: the legs were initially longer, and lines around the wings indicate a different proposed outline. A form resembling a mound or pedestal beneath his feet was not carried through into the finished painting. Such details reveal a working process. They show an artist making decisions on the leaf, rather than mechanically transferring every contour of a fixed model.

The surrounding donation records belong to a later stage. Their writers used the available margins and generally respected the image; one record passes over an area where pigment had already been lost. Aliaksandr Hruša connects the position of records around Michael with the donors' concern for salvation (Груша 2015, pp. 44–45, 47–48). That interpretation helps us understand why an illustrated Gospel could also become a repository of memorial and property records. The sacred image acquired an additional function without ceasing to be part of the liturgical book.

The only headpiece stands before the opening reading from John. Its elongated rectangular field contains two circular rosettes joined by branches and leaves. Stylised trees and curling shoots support four birds, each with its own shape and posture. A cross rises above the central pomegranate form. Gold unites much of the composition, while red and blue distinguish selected details. The result is compact, yet the artist avoided reducing its living elements to identical repeated signs.

Fig. 1. The polychrome headpiece before the opening reading from John, Laŭrašava Gospel, fol. 2r. Birds, interlinked rosettes, foliage and a central cross form the composition. Princes Czartoryski Library, Kraków, MS 2097 IV. Photo by A. Susha

Its closest artistic affinities lie in Byzantine decoration of the Komnenian and early Palaiologan periods. Nevertheless, the headpiece should first be read in its immediate position. It marks the beginning of the Gospel text and gives visual weight to the opening Easter reading. The image does not float independently of the book's contents. Its ornamental complexity is concentrated at a point of particular importance in the liturgical sequence.

The initials carry that relationship between reading and ornament through the rest of the volume. Their most frequent letters are B and P, corresponding to the conventional openings of Gospel readings. They generally occupy the height of four to eight lines, although extensions can exceed those limits. The available repertoire is varied: an initial may use geometrical construction, interlace, plant forms or fantastic creatures. Variety does not prevent the enlarged letters from serving a consistent practical purpose, marking the beginning of a new textual unit.

Particularly revealing is the way the writing fits around the outlines of the initials. The two components appear to have been developed in close coordination. Much of the green used in the initials also occurs in the preceding headings. We consider it probable that the scribe participated directly in producing these letters, or that writing and decoration proceeded in a closely connected sequence. The physical fit provides a stronger basis for that suggestion than the assumption that every decorative element must have been entrusted to a separate specialist.

The empty areas reserved for miniatures show that the surviving eighteen images do not exhaust the original intention. Some spaces have enclosing lines, others remain open within the text. Their presence distinguishes a planned but unrealised picture from an accidental gap. They also help to reconstruct the order of work: the scribe provided room for an image before the illuminator completed, or failed to complete, the corresponding part of the programme.

Fig. 2. An opening of the Laŭrašava Gospel with a rectangular space reserved for an illustration within the text column on the right-hand page. The surrounding writing shows that the blank area was planned. Princes Czartoryski Library, Kraków, MS 2097 IV. Photo by A. Susha

The Supper at Emmaus on fol. 4r offers another kind of incompleteness. The figures remain largely a pen drawing, while gold was applied to their haloes and has partly flaked away. It is tempting to imagine one linear production sequence in which every image would eventually have received full colour. The surviving evidence does not require so simple an explanation. Drawing, partial colouring and gilding could be combined in different

ways. What we can establish is that the manuscript preserves different stages or degrees of execution, together with spaces where work on an image never reached that point.

Nor does an uncoloured drawing necessarily lack artistic quality. The figures can remain expressive, their relationships clear and their movement convincing. The programme includes the miracles of Christ, festal subjects and two scenes associated with Barlaam and Josaphat, as well as the evangelists and individual sacred figures. Its ambition lies in the choice and arrangement of these subjects as much as in their finish. We see professional work whose full intention was not realised, rather than a miscellaneous collection of exercises.

The surviving binding measures approximately 335 × 240 × 55 mm. Wooden boards carry cherry-coloured velvet, gilded metal ornaments and coloured stones. On the upper cover, the central plaque and five elongated surrounding pieces give the warrior saint an architectural setting. The corner ornaments originally carried turquoise stones; the central arrangement used rubies and emeralds. Comparison with the photograph published by Vaclaŭ Lastoŭski in 1926 shows losses which occurred after that image was made (Ластоўскі 1926, p. 107).

Fig. 3. The upper cover of the Laŭrašava Gospel: velvet-covered board, gilded central plaque with an unidentified warrior saint, surrounding metalwork and coloured stones. Princes Czartoryski Library, Kraków, MS 2097 IV. Photo by A. Susha

The saint carries a spear and a round shield, but no surviving inscription names him. Proposed identifications include the monastery's princely founder, Demetrios of Thessalonike and Theodore Tyron, with Theodore Stratelates also entering the discussion. Each rests on a different combination of local associations and iconographic comparisons. The interpretation as the founder of Laŭrašava is especially attractive within the history of the monastery, but attraction is not proof. In a caption or catalogue description, the figure should remain an unidentified warrior saint unless the proposed attribution is explicitly marked as such.

The lower cover carries a large metal cross with the Crucifixion and the Holy Spirit represented above Christ as a dove. Its gilding is more worn, consistent with the book resting on that side. The two covers consequently organise decoration differently: the upper one presents the saint within a rich arrangement of stones

and metalwork, while the lower one concentrates on the cross. Both belong to the history of the object, even though the upper cover has become much more familiar through reproduction.

The binding is later than the parchment manuscript. Proposed dates range from the early sixteenth century to the seventeenth or eighteenth century; its components also bear the effects of repair and reuse. The note dated 15 March 1887 on the rear endpaper probably records an important restoration. We therefore cannot treat every visible element as the product of one original campaign. The binding remains a major work of decorative art associated with the Belarusian lands, but its chronology must be kept separate from that of the Gospel text and miniatures (Smorąg-Różycka 1999, p. 28).

Rebinding also affected the internal structure. The codex now contains twenty-five quires, most of eight leaves, but the sequence has suffered several displacements. In particular, the text ending on fol. 61v continues on fol. 70r, and fols. 70–77 should precede fols. 62–69. Several leaves in the opening quires are likewise out of order. The present sewing secures these disturbances rather than correcting them. Any analysis which assumes that the current physical sequence reproduces the original plan risks assigning the resulting inconsistencies to the medieval craftsmen.

The manuscript has several systems of numbering. For precise reference we follow the foliation of 183 leaves associated with Ilaryjon Sviancicki's study, rather than the erroneous later page totals visible elsewhere in the book (Свенцицкий 1913, pp. 206–228). Foliation identifies the physical leaf; reconstruction explains its proper place in the reading sequence. Keeping those tasks separate is necessary both when citing an image and when preparing a faithful reproduction.

The unique design of the Laŭrašava Gospel emerges from these connected observations. Its scribes adapted the density of the text, coordinated writing with ornament and provided for a larger cycle of images than they ultimately completed. Later generations used the same leaves to preserve donations and memory, then repaired and rebound the book. The surviving volume contains all these layers. Our task is to make them legible without replacing the evidence with an imagined perfect original. The manuscript's individuality resides in its accomplished images and careful writing, but also in the visible decisions, unfinished work and historical alterations which distinguish this particular book from every other Gospel codex.

Literature

Laŭrašava Gospel. Princes Czartoryski Library, National Museum in Kraków. MS 2097 IV. Parchment manuscript, 183 fols.

Smorąg-Różycka M. (1999) Ewangeliarz Ławryszewski. Kraków. 158 s.

Гнатенко Л. (2018) Лавришівське Євангеліє – пам'ятка литовсько-руської книжної писемності та історії // Лавришівське Євангеліє XIV століття. Видання факсимільного типу. Дослідження / упорядник В'ячеслав Корнієнко. Київ. С. 3813–396.

Груша А. И. (2015) Вкладные записи XIV в. в книгах Евангелия: акты или протоакты // Русский Книжник / РГБ, Научно-исслед. отдел книги и чтения; науч. ред. и сост. А. В. Кузьмин. Москва: Пашков дом. С. 32–63.

Ластоўскі В. (1926) Гісторыя беларускай (крыўскай) кнігі: спроба паясніцельнай кнігопісі ад канца X да пачатку XIX стагоддзя. Коўна: выдана коштам Беларускага цэнтра ў Літве. 776 с.

Свенцицкий И. (1913) Лаврашевское Евангелие начала XIV века: Палеографическо-грамматическое описание // Известия Отделения русского языка и словесности Императорской академии наук. Т. 18, кн. 1. С. 206–228.

Сморонг-Ружицька М. (2018) Художнє оздоблення Лавришівського Євангелія // Лавришівське Євангеліє XIV століття. Видання факсимільного типу. Дослідження / упорядник В'ячеслав Корнієнко. Київ. С. 411–430.

EAST AND WEST IN THE PAGES OF THE LAŬRAŠAVA GOSPEL

dr. Aliaksandr Susha,

International Association for Belarusian Studies, chair, Belarus, Minsk

Belarusian State University, Assoc. Prof. Dr, Belarus, Minsk

ORCID: 0009-0000-0709-372X

Susha.Ales@gmail.com

ABSTRACT

The Laŭrašava Gospel brings together artistic traditions which cannot be adequately understood within the boundaries of a single medieval school. Its Church Slavonic text and liturgical structure belong to Eastern Christianity, while its miniatures combine Byzantine iconography with techniques and compositional features comparable to Western European book art. The manuscript contains eighteen miniatures, a headpiece and 371 decorated initials. Particularly revealing are the evangelists and their symbolic creatures, the narrative drawings, and the two illustrations associated with the story of Barlaam and Josaphat. Yet Western artistic affinities do not imply a corresponding transformation of worship: the extensive Menologion preserves a distinctly Eastern Christian orientation and contains no Latin commemorations. This difference between the reception of visual forms and the selection of liturgical material deserves particular attention. In our view, the manuscript does not mark a sudden turn from an exclusively Byzantine tradition towards the West. It continues the interaction of different cultural traditions which had already shaped the Belarusian lands. Comparison with the Orša Gospel and with more distant manuscripts helps to identify these affinities, but does not establish direct copying from a particular exemplar. The combination of textual, artistic, palaeographical and historical evidence supports our attribution of the Gospel to the Navahradak milieu, most probably in the second half of the thirteenth century. Its distinctive character reflects the work of local scribes and artists who selected and reworked inherited models rather than reproducing them mechanically.

Keywords: Laŭrašava Gospel, Ławryszewo, Lavrishevo, Belarusian book heritage, Navahradak, Byzantine art, Western European art, manuscript illumination, Menologion, intercultural relations

The Laŭrašava Gospel is difficult to place within the familiar divisions of medieval book art. Its text, the arrangement of its readings and most of its iconography belong to the Eastern Christian tradition. Yet the execution of a number of its images suggests affinities with Western European manuscripts. For a long time this combination troubled researchers. In our view, it is precisely what makes the book important for the history of Belarusian culture. The manuscript allows us to examine how local craftsmen worked with different traditions at a time when the Grand Duchy of Lithuania was taking shape.

There are no Latin commemorations in the Laŭrašava Gospel. That absence is curious in a manuscript whose miniatures have so often directed researchers towards Western European art. Eighteen miniatures, a headpiece and 371 initials offer ample material for such comparisons; the month-by-month calendar, with its 430 commemorations, points persistently towards Eastern Christianity. Why should the images and the calendar tell different stories? Perhaps the difficulty lies in our question. We expect a book to belong to one cultural tradition and then seek to explain whatever does not fit. The Laŭrašava craftsmen seem to have had no such difficulty: they could use familiar Byzantine iconography, adopt other ways of drawing and arranging a scene, and preserve an Eastern liturgical order without finding these choices incompatible.

The name of the book recalls Laŭrašava (Лаўрышава, Ławryszew) Monastery near Navahradak (Наваградак, Navahrudak, Nowogródek) in Belarus, where it remained for centuries. The surviving volume comprises 183 parchment leaves and is preserved in the Princes Czartoryski Library in Kraków, under the shelfmark 2097 IV (Laŭryšava Gospel). We regard Navahradak as its most probable place of production and the second half of the thirteenth century, particularly the 1260s–1280s, as the most plausible period. This attribution follows from the combined analysis of the manuscript. It should not be confused with an explicit statement by a medieval scribe: no surviving colophon gives us both the place and date of its creation.

What, then, can an artistic parallel establish? A scribe could bring his training from elsewhere; an imported exemplar could introduce unfamiliar forms into a local workshop. But neither possibility entitles us to assign the finished book to the place from which one of its models might have come. This is where comparisons become troublesome, especially when a resemblance in a single miniature begins to carry the weight of an attribution for the whole manuscript.

The order of readings gives us firmer ground. A full aprakos (ἄπρακτος, Lectionary), the Laŭrašava Gospel begins with Easter, it is organised according to the order of worship. Its readings follow the liturgical calendar rather than the consecutive texts of Matthew, Mark, Luke and John. The principal sequence occupies fols. 2r–144v; the Passion readings follow on fols. 144v–157v, the Sunday Matins Gospels on fols. 157v–160v, and the Menologion on fols. 160v–183v. Only the last part of the calendar is lost: the surviving text runs from 1 September to 29 August. Here the sequence of worship governs the sequence of the book, including the position of its images. Anyone looking for a continuously illustrated life of Christ will encounter apparent dislocations which the medieval reader, following the appointed readings, had no reason to regard as dislocations.

Its readings follow the liturgical calendar rather than the consecutive texts of Matthew, Mark, Luke and John. Here John comes first for Easter. The Western affinities of a drawing change nothing in that arrangement.

Within this liturgical order the compilers nevertheless made choices. At the beginning of the Menologion they named the Great Synaxarion, associating their work with the tradition of the Great Church of Constantinople; on fol. 170r they distinguished a second source: “Thus says the Great Synaxarion, and here is another, the Small Synaxarion” (Laŭrašava Gospel, fol. 170r; our translation from Church Slavonic). The distinction is explicit. We need not reconstruct a process of selection from scattered differences alone, for the scribes themselves have left a record of it.

Several commemorations reveal how wide their access to this material could have been. On 4 January the calendar brings together saints whose memories are uncommon, or assigned to other dates, in the surviving East

Slavic Gospel tradition. These include Zosimas and Athanasios the Commentarisius, Synkletike of Alexandria, Euthymios the New and Theoktistos of Palestine. A marginal addition for 22 September refers to the Mother of God in the Golden City, understood here as Chrysopolis, across the Bosporus from Constantinople. The location and secondary character of this addition must be retained in the analysis: it is evidence for work on the calendar, but not necessarily for its first written form (Лосева 2001, p. 160).

Alongside these Eastern commemorations stand memories rooted in the history of Ruś. The manuscript records the translation of the relics of Boris and Gleb, their feast in July, and the memory of Theodosios of the Caves. It also preserves an unusually detailed commemoration of the earthquake of 1107, naming the princes under whose rule it occurred. The calendar thus joins Constantinopolitan ecclesiastical memory to material received and preserved in the East Slavic world. Its individuality lies in the particular selection and combination of those elements.

Against this unusually rich calendar, the absence of Latin commemorations becomes more striking. Earlier and contemporary East Slavic books, among them the Ostromirovo, Archangelsk and Mstislav Gospels, do contain them (Лосева 2001, pp. 67–68). Their geographical distribution gives little support to an explanation based solely on a late Western intrusion. Did the Laŭrašava compilers deliberately remove such material? Or did their exemplars already follow the Constantinopolitan tradition more closely?

We cannot yet decide. The calendar permits us to identify the result, but not every decision which produced it.

The decoration of the Laŭrašava Gospel comprises eighteen miniatures, one headpiece and 371 initials. These figures acquire their meaning through comparison. Among the earlier manuscripts associated with the Belarusian lands, the surviving Turaŭ leaves have no miniatures, the Polack Gospel has headpieces but no miniatures, and the Orša Gospel contains two evangelist portraits. The Laŭrašava artists developed a much more extensive programme, including episodes of Christ's ministry and miracles, festal scenes and subjects associated with the story of Barlaam and Josaphat. Their choice cannot be explained by the usual small series of evangelist portraits alone. Byzantine affinities appear in the garments and poses of the sacred figures, yet even here one label will hardly suffice. Małgorzata Smorąg-Różycka discerns both the linear manner of late Komnenian painting and classical tendencies of the first half of the thirteenth century (Сморонґ-Ружицька 2018, p. 426). These observations concern different qualities of the images. An illuminator could draw on both, and the individual compositions give us better evidence of his choices than an attempt to attach the entire codex to a single stylistic category.

On the opening leaf, Michael stands without the enclosing frame common in contemporary miniatures. He carries a staff or spear and a sphere; later donors have fitted their records around him. For us, the choice of this figure is significant in relation to Navahradak and to the archangel's association with princely authority. It suggests a local setting for the commission. It does not name the commissioner.

Nor can the later civic heraldry of Navahradak supply that missing name. The association deserves consideration, but its chronological distance from the manuscript limits what it can prove.

Fig. 1. The Archangel Michael on the opening leaf of the Laŭrašava Gospel, fol. 1r, surrounded by later donation records. Princes Czartoryski Library, Kraków, MS 2097 IV. Photo by A. Susha

he evangelist portraits offer a different point of comparison. John appears as a grey-bearded elder within a substantial architectural setting; Matthew and Luke have more open space around their figures. The artists distinguish their faces, garments and working gestures. Matthew is accompanied by a winged human figure, while an ox appears beside Luke. These creatures hold books, establishing a visual correspondence with the evangelists below. The angel accompanying Matthew is carefully drawn and coloured; Luke's ox is less finished. That difference should not be concealed by treating the entire decorative programme as the work of one uniform technique.

Where did the accompanying creatures come from? Their association with evangelist portraits had a Western history, although the motif also entered late Byzantine art. By the time it reached the Laŭrašava page, it need not have carried a single, immediately recognisable geographical identity. Matthew's angel and Luke's ox establish the presence of the motif; they do not establish a direct encounter with a Latin exemplar. The difference in their finish is itself worth retaining in the description (the angel received much more attention), rather than absorbing both into an undifferentiated account of Western influence.

Fig. 2. Matthew writing, with the winged human figure above him, Laŭrašava Gospel, fol. 47r. The open composition contrasts with the more densely arranged portrait of John. Princes Czartoryski Library, Kraków, MS 2097 IV. Photo by A. Susha

The most striking affinities with Western book art concern the narrative drawings. Several miniatures rely chiefly on the pen contour; colour appears selectively, and gilding sometimes singles out only the haloes. Lilija Evseeva draws attention to the elongated figures, open groupings and dynamic scale of the compositions, comparing their Byzantine inheritance with Komnenian monumental ensembles in Sicily. She also discusses the pen technique in relation to Western examples of the tenth to thirteenth centuries (Евсеева 1998, pp. 109, 112). These comparisons help us describe what the artists did. They do not require us to assign all components of the drawings to one geographical source.

Consider the Entry into Jerusalem. Christ and the donkey move towards the city; approaching figures and a figure in the tree give the movement its direction and rhythm. Much of the parchment remains open. Yet the scene is neither empty nor difficult to follow: gestures connect the figures, and the architecture fixes the destination. A judgement based on the quantity of pigment would miss much of what the artist actually achieved.

Fig. 3. The Entry into Jerusalem in the Laŭrašava Gospel, shown with the facing page of readings. Christ rides towards the figures beside the city; another figure appears in the tree. Princes Czartoryski Library, Kraków, MS 2097 IV. Photo by A. Susha

An instructive comparison lies much further west, in the Bodleian Library's Junius manuscript, also known as the Cædmon manuscript. Its many drawings, spaces left for illustrations and incompletely realised programme show another way in which scribes and artists organised text and pictures together (Broderick 1983, pp. 162, 175–176). The resemblance concerns a working method. The Old English manuscript is earlier than the Laŭrašava Gospel, and nothing in this comparison establishes an English source for the latter. We would be reluctant to turn a useful analogy into an undocumented journey from Winchester to Navahradak.

Eastern comparisons require the same discipline. The pen drawings of the Typographical Typikon and the many miniatures of the Kyiv Psalter of 1397 demonstrate that graphic illustration was not unknown in the East Slavic world. Their position and function, however, differ from those in the Laŭrašava Gospel. They are predominantly marginal, whereas the Laŭrašava scribes reserved spaces for images within the area otherwise occupied by the text. Nor do the subjects form a close counterpart to its programme. The existence of drawing in another manuscript is too general a resemblance to establish common workshop practice.

The illustrations associated with Barlaam and Josaphat raise a more specific question. Their subjects extend beyond a straightforward sequence of Gospel episodes. We connect them with the religious and literary environment in which the history of the princely founder of Laŭrašava Monastery was remembered. The account of a prince's renunciation of worldly authority offered a meaningful parallel within that environment. The relationship remains an interpretation of the choice of subjects; it does not supply a signature, a commission or a securely identified pictorial exemplar (Smorąg-Różycka 1993, pp. 9–27).

Were the Barlaam and Josaphat scenes later additions? Smorąg-Różycka allows this possibility for them and for the opening Michael (Сморонг-Ружицька 2018, p. 413). We do not find her arguments convincing. The scribes reserved spaces for the two scenes within the text; their materials and execution agree with the other illustrations. Michael, too, accords with the major miniatures, and the donation records supply evidence of relative chronology: their writers respected his outline, while one record crosses an area from which pigment had already

disappeared. Taken together, these observations favour an original place for the three images in the decorative programme. They do not imply that the artists painted every miniature at precisely the same stage of work.

An earlier judgement poses a different problem. Wojsław Molè approached the images with a late fourteenth-century date already in mind and interpreted departures from Byzantine expectations as provincial shortcomings (Molè 1932, pp. 427, 434). But what if the date was wrong? Features which appeared belated or deficient within that chronology could belong quite naturally to an earlier phase. The manuscript should help us test the chronology, rather than suffer a lowered artistic assessment for failing to conform to it. For the study of Belarusian book art this is no small matter: a local solution cannot be measured solely by its distance from a metropolitan model.

The proposed sudden turn towards the West troubles us for a related reason. A turn from what? The Orša Gospel, our closest earlier illustrated comparison from the Belarusian lands, already combines features which researchers describe in Byzantine and Western terms. To make Laŭrašava the point of departure from an exclusively Byzantine past, we would first have to establish that past. The surviving books do not establish it.

Religious, commercial and political contacts connected the Belarusian lands with Byzantium, the Balkans, neighbouring Slavic territories and Western Europe. We have discussed this interaction elsewhere (Сушa 2006, pp. 440–444). The Laŭrašava material allows a more specific observation: contacts need not leave the same traces in every part of a book. A motif may enter a miniature while a commemoration remains outside the calendar. There is no reason to make the illuminator's choice and the compiler's choice evidence of one simultaneous cultural conversion.

The manuscript's language also warns against simple geographical assignments. Its Church Slavonic text preserves local features, but the language of a copy can reflect the exemplar as well as the place where the new book was written. The same distinction applies to its pictures. For this reason, our preference for a Navahradak origin rests on the convergence of the textual composition, the character of the script, the independent handling of the images and the historical setting. The absence of a close counterpart among established scriptoria supports the possibility of a developing local centre. It does not, by itself, prove the name of that centre.

We return, then, to the calendar. Its Eastern orientation is unusually clear, even where the miniatures invite comparisons across Europe. This difference belongs to the manuscript itself. For its craftsmen, selecting a way to draw an evangelist and selecting a saint's commemoration were distinct tasks, subject to distinct expectations. In the book long preserved at Laŭrašava, their decisions survive side by side; the attempt to make them all point in one geographical direction tells us more about our classifications than about the medieval workshop.

Literature

Laŭryšava Gospel. Princes Czartoryski Library, National Museum in Kraków. MS 2097 IV. Parchment manuscript, 183 fols.

Broderick H. (1983) Observations on the Method of Illustration in MS Junius 11 and the Relationship of the Drawings to the Text // Scriptorium. Vol. 37, no. 2. Pp. 161–177.

Molè W. (1932) Les miniatures de l'évangéliaire de Lawryszew // L'Art byzantin chez les Slaves. L'Ancienne Russie, les Slaves catholiques. Deuxième recueil dédié à la mémoire de Th. Uspenskij. Paris. Pp. 421–437.

Smorąg-Różycka M. (1993) Romans chrześcijański Barlaam i Jozafat w kulturze średniowiecznej Europy. Uwagi o dwóch miniaturach w Ewangeliarzu Ławryszewskim // Slavia Orientalis. 1993. No. 1. S. 9–27.

Евсеева Л. М. (1998) Афонская книга образцов XV в.: О методе работы и моделях средневекового художника. Москва: Индрик. 381 с.

Лосева О. В. (2001) Русские месяцесловы XI–XIV веков / под ред. Л. В. Милова. Москва: Памятники исторической мысли. 420 с.

Смороңг-Ружицька М. (2018) Художнє оздоблення Лаврішівського Євангелія // Лаврішівське Євангеліє XIV століття. Видання факсимільного типу. Дослідження / упорядник В'ячеслав Корнієнко. Київ. С. 411–430.

Суша А. А. (2006) Узаемадзеянне ўсходняй і заходняй традыцый у беларускай культуры // Этносоциальные и конфессиональные процессы в современном обществе: материалы междунар. науч. конф., Гродно, 8–9 дек. 2005 г. / отв. ред. М. А. Можейко. Гродно. С. 440–444.

STRENGTHS AND CONSTRAINTS OF MARKET GARDENING IN THE COMMUNE OF DJIDJA

TANMAKPI Jaurès[1], AKOGBETO Nadine[2], GOUTHON Gilchrist Fabrice[3], SEHOUBO Lambert[3], Ella Tano Mehsou Mylène[4], SOSSOU Camus[4].

[1]"Hygiene, Sanitation, Ecotoxicology, Environment and Health" Laboratory (HAEcotES); Department of Geography and Territorial Planning (DGAT), University of Abomey-Calavi (UAC); Benin; tanmakpijaures@gmail.com ; Tél : (+229) 01 97 17 37 72

[2]"Hygiene, Sanitation, Ecotoxicology, Environment and Health" Laboratory (HAEcotES); Department of Geography and Territorial Planning (DGAT), University of Abomey-Calavi (UAC); Benin; nadineakogbeto@gmail.com;

[3]Laboratory for Research and Expertise in Sport, Education, and Social Interventions for Development. National Institute for Youth, Physical Education, and Sport. University of Abomey-Calavi, Republic of Benin.

[4]"Hygiene, Sanitation, Ecotoxicology, Environment and Health" Laboratory (HAEcotES); Biogeography and Environmental Expertise Laboratory (LABEE); Department of Geography and Territorial Planning (DGAT), University of Abomey-Calavi (UAC); Benin;

Correspondence: aissirockfeller@gmail.com, *tanmakpijaures@gmail.com*

ABSTRACT

This study examines the strengths and constraints affecting market garden production in the Commune of Djidja. The methodological approach adopted was based on documentary research and field surveys, which made it possible to collect information relating to the strengths and constraints associated with the production and marketing of market garden crops in the Commune of Djidja. The results were analyzed using the SWOT model.

The results of this research show that Djidja has several strengths for the production and marketing of market garden products. However, a number of constraints limit the development of this activity in the Commune. According to 75% of respondents, the biophysical constraints are explained by inadequate water control. As for the socio-economic constraints, according to 45% of respondents, these are linked to the absence of an outlet market for the products. For 30% of farmers, the lack of financial support and the lack of a crop irrigation system constitute the major problems facing market garden production in the Commune.

Keywords: Djidja, Strengths, Constraints, Market garden production, Marketing.

INTRODUCTION

Since the 1990s, far-reaching reforms have affected major sectors of national life in developing countries. Among these, market-garden production stands out as an activity that reinforces staple food production (Mitokpè, 2008).

Generally grown around urban centres and in wetland areas, vegetable or market-garden crops are of vital importance in the diet of Beninese people. Indeed, belonging to the horticultural family, fresh vegetables are of critical value to health, and the role of their vitamins for humans no longer needs to be demonstrated (Ogouwalé, 2004). Southern Benin is a region well suited to the production of these crops, particularly in Zou Department. Unfortunately, in the absence of an adequate agricultural policy, Benin imports a large share of its vegetable consumption (Soulé and Coste, 2004). The concern of both the population and policymakers is therefore to reconcile food security with market-garden production, with a view to sustainable human development in Djidja. The Commune of Djidja is located in the northern part of Zou Department and covers a total area of 2,184 km², or 41.65% of the department's total area of 5,243 km². It is bordered to the north by the communes of Savalou, to the south by the communes of Abomey and Bohicon, to the east by Togo, and to the west by the commune of Zakpota (Figure 1).

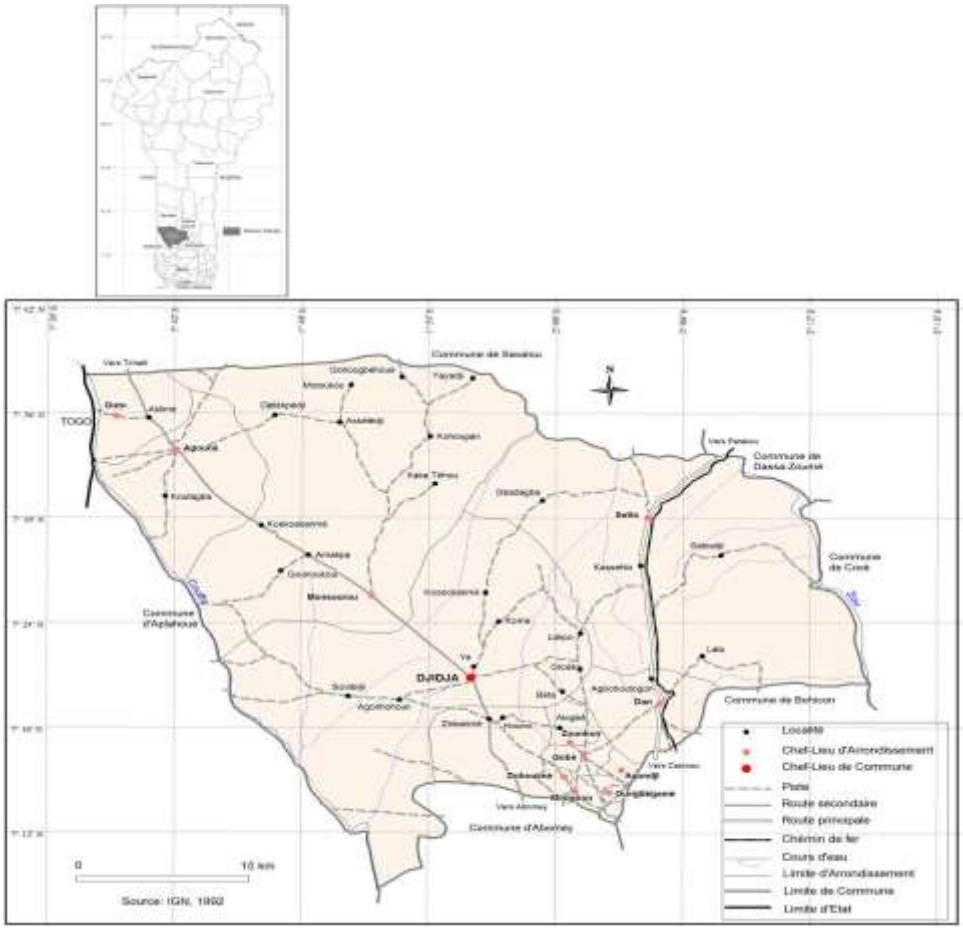


Figure 1: Geographic and administrative location of the Commune of Djidja

Map legend (translated for reference – original map graphic retained unmodified):

Original (French)	English translation
Localité	**Locality**

Original (French)	English translation
Chef-Lieu d'Arrondissement	**District headquarters**
Chef-Lieu de Commune	**Commune headquarters**
Piste	**Track/path**
Route secondaire	**Secondary road**
Route principale	**Main road**
Chémin de fer	**Railway**
Cours d'eau	**Watercourse**
Limite d'Arrondissement	**District boundary**
Limite de Commune	**Commune boundary**
Limite d'Etat	**State boundary**
Secteur d'étude (inset)	**Study area (inset)**

2. Materials and Methods

2.1 Working materials

The various working tools used in this research consisted of questionnaires, an interview guide, a GARMIN GPS unit, computer equipment, etc.

2.2 Methods

The methodological approach adopted for this study comprised several steps grouped into three stages: data collection, data processing, and analysis of results. The qualitative data covered: the seed varieties used by market gardeners, the nature of the labour force, the nature of inputs, and the land-tenure arrangements for the plots farmed. The quantitative data covered: cultivated areas, quantities produced and sold, selling prices, and production income.

Several data-collection techniques were used during field investigations, namely field observation, the itinerary method, and individual interviews. The statistical unit of the survey was the farming household, represented by its head or their representative. To this end, the selection of farmers interviewed met one of the following criteria:

- be between thirty (30) and fifty (50) years of age, in order to provide reasonable information on the activity;
- have lived in the locality for at least the past ten years, in order to describe the state of market-garden production and marketing.

The sample size of the farming households surveyed was determined using Schwartz's formula (1995):

$n = z^2 .p.(1-p)/e^2$

where n: sample size; z: confidence level of 95%, i.e. z = 1.96; p: proportion of households in the villages; e: margin of error.

p = (Number of farming households in a district) / (Total number of households in the Commune)

Table 1: Distribution of surveyed households by district

District	Number of households	Households surveyed	Percentage applied
Djidja	717	23	0.06
Setto	2,006	57	0.18
Dan	934	30	0.08
Agouna	1,348	41	0.12
Oungbègamè	788	25	0.07
Mougnon	230	8	0.02
Monsourou	1,275	39	0.12
Zounkon	717	23	0.06
Agondji	1,088	34	0.1
Dohouimè	1,947	56	0.18
Commune total	11,050	336	1

***Source**: Field survey, March 2026*

In total, 336 out of the 11,050 farming households spread across the twelve districts were surveyed. In addition, to gather further socio-economic data on farmers, market-garden produce traders were also interviewed. Moreover, officials responsible for agricultural promotion and other resource persons in the Commune were interviewed.

The number of these resource persons is set out in Table 2.

Table 2: Number of resource persons interviewed

Category of persons	Number
Market-garden producers	34
Traders	68
CARDER technical officers	2
Heads of decentralised structures / producer group leaders / other stakeholders	6
Village notables / village heads	10
Total	120

***Source**: Field survey, March 2026*

In summary, 456 people were interviewed for this study across the twelve districts making up the Commune of Djidja.

The information and data were processed using Excel 2007 for tables and charts and for word processing, and SPSS 17.0 for calculating means, standard deviations, frequencies, and other statistics. For the maps, Atlas GIS and Arcview 3.2 software were used.

The results were analysed using the SWOT model (*Strengths–Weaknesses–Opportunities–Threats*).

3. RESULTS

3.1 Relief

The relief consists of plateaus with depressions, as well as granite outcrops (Lô, Lalo, etc.) reaching an average altitude of 100 m. Two geological substrates underlie the Commune's soils: the Terminal Continental formation, which bears the ferrallitic soils of the south, and the Cretaceous crystalline basement, on which the ferruginous soils of the north have developed (PDC Djidja, 2006). Overall, the relief is only slightly uneven and is therefore favourable to market-garden production.

3.2 Soils

The Commune of Djidja as a whole has ferruginous soils favourable to the cultivation of cotton, groundnut, maize, sorghum, yam, cassava and millet; ferrallitic soils favourable for forest plantations, maize, pineapple, cowpea, groundnut and sorghum; and hydromorphic soils favourable for rice, maize, chilli pepper, sweet potato, cassava and cowpea (Figure 2).

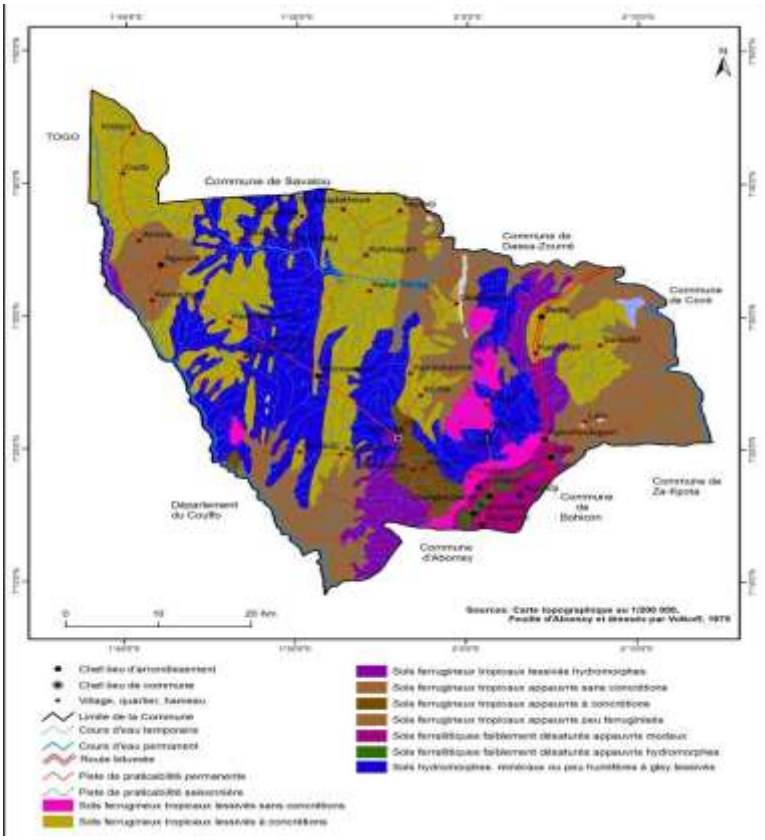


Figure 2: Pedological (soil) aspects of the Commune of Djidja

***Source**: LaCarto, 2026; base data: Topographic map at 1/200,000, Abomey sheet, drawn by Volkoff, 1975*

Map legend (translated for reference):

Original (French)	English translation
Chef-lieu d'arrondissement	**District headquarters**
Chef-lieu de commune	**Commune headquarters**
Village, quartier, hameau	**Village, neighbourhood, hamlet**
Limite de la Commune	**Commune boundary**
Cours d'eau temporaire	**Seasonal watercourse**
Cours d'eau permanent	**Permanent watercourse**
Route bitumée	**Paved road**
Piste de praticabilité permanente	**Year-round passable track**
Piste de praticabilité saisonnière	**Seasonally passable track**
Sols ferrugineux tropicaux lessivés sans concrétions	**Leached tropical ferruginous soils, without concretions**
Sols ferrugineux tropicaux lessivés à concrétions	**Leached tropical ferruginous soils, with concretions**
Sols ferrugineux tropicaux lessivés hydromorphes	**Leached hydromorphic tropical ferruginous soils**
Sols ferrugineux tropicaux appauvris sans concrétions	**Depleted tropical ferruginous soils, without concretions**
Sols ferrugineux tropicaux appauvris à concrétions	**Depleted tropical ferruginous soils, with concretions**
Sols ferrugineux tropicaux appauvris peu ferruginisés	**Depleted, weakly ferruginised tropical ferruginous soils**
Sols ferrallitiques faiblement désaturés appauvris modaux	**Weakly desaturated, depleted modal ferrallitic soils**
Sols ferrallitiques faiblement désaturés appauvris hydromorphes	**Weakly desaturated, depleted hydromorphic ferrallitic soils**
Sols hydromorphes minéraux ou peu humifères à gley lessivés	**Mineral or weakly humic hydromorphic soils with leached gley**

The variety of soils, as shown in Figure 2, and their fertility are strengths for the diversification and profitability of market-garden products. Beyond the advantages that soils offer for market-garden production, water resources are essential to the vegetative growth of market-garden crops.

3.3 Hydrographic network

Water originates from the thalweg of the Hounvè River, situated further to the west. Flow runs from east to west, and standing water is observed in places. Flooding occurs from August to October, with the high-water period running from September to October. Residual soil moisture is prolonged by capillary water. The network is

characterised by longitudinal slopes greater than or equal to 5% and zero transversal slopes, with numerous depressions present. It is a flat-bottomed lowland with many areas of standing water. It is more than 800 m long and 600 m wide. Djidja's hydrographic network is presented in Figure 3.

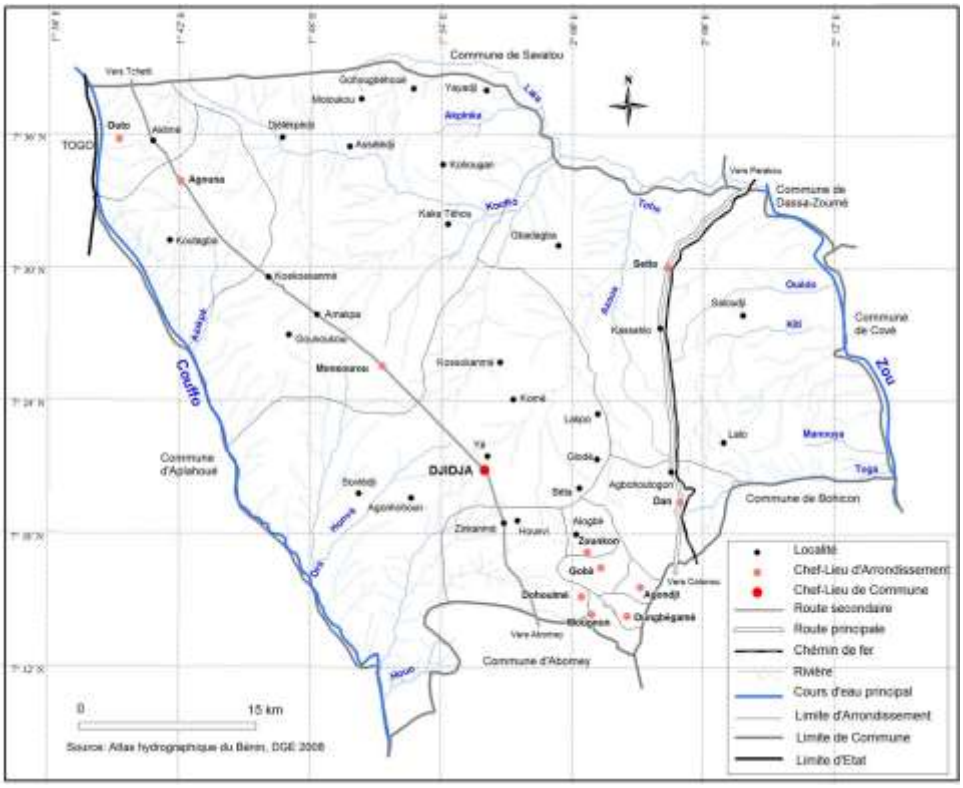


Figure 3: Hydrographic network of the Commune of Djidja

***Source**: LACARTO, 2026; base data: Hydrographic Atlas of Benin, DGE 2008*

Map legend (translated for reference):

Original (French)	English translation
Localité	**Locality**
Chef-Lieu d'Arrondissement	**District headquarters**
Chef-Lieu de Commune	**Commune headquarters**
Route secondaire	**Secondary road**
Route principale	**Main road**
Chémin de fer	**Railway**
Rivière	**River**
Cours d'eau principal	**Main watercourse**
Limite d'Arrondissement	**District boundary**
Limite de Commune	**Commune boundary**
Limite d'Etat	**State boundary**

Analysis of Figure 3 shows that the Commune of Djidja has several rivers. These rivers are favourable to market-garden production in the Commune of Djidja. The Zou River is likewise a favourable asset for the Commune.

3.4 Socio-economic determinants favourable to market-garden production

3.4.1 Socio-demographic data

The Commune of Djidja is made up of several socio-cultural groups, namely the Aïzo (80%), who form the majority. Next come the Fon (10%), the Ibo and Yoruba (2%), and the Adja, Holli, Toffin and others (8%). Numbering 74,717 inhabitants in 2002 (INSAE, 2002), the population of the Commune of Djidja is estimated at 93,794 inhabitants in 2013 according to INSAE. Within this population, there are 35,721 men to 38,996 women (INSAE, 2013). The evolution of the agricultural population relative to the total population is shown in Figure 4.

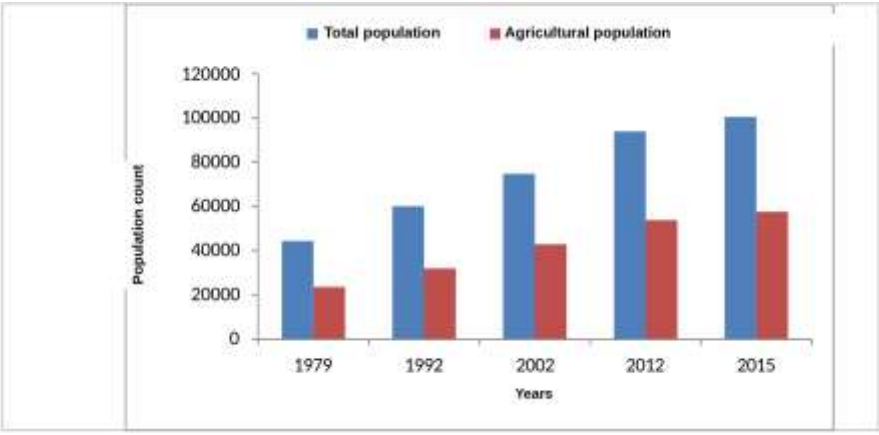


Figure 4: Evolution of the total population relative to the agricultural population

***Source**: INSAE data, 2002 and projections*

Figure 4 shows that the rural or agricultural population has grown steadily between 1979 and 2012, with a projection for 2015. This growth in the agricultural population constitutes a strength for agricultural development, and for market gardening in particular, insofar as an increasingly available active workforce results (42,829 in 2002 versus 53,764 according to 2012 projections).

Given consumer demand, the marketing of market-garden crops relies on transport and market infrastructure.

3.4.2 Infrastructure

Beyond natural conditions, certain infrastructure facilitates the development of market-garden production in the Commune of Djidja. This includes transport infrastructure and markets. With regard to transport infrastructure, note should be taken of the Inter-State Road, which crosses the Commune over approximately 22.5 km. This road is supplemented by numerous rural feeder tracks linking the districts and villages of the Commune of Djidja. The railway adds to this infrastructure. The volume of road traffic and the geographic position of markets favour the marketing of produce.

As for market infrastructure, this consists essentially of outlet markets for market-garden produce.

3.5 Modes of access to land and labour

Modes of access to land in the Commune of Djidja depend on socio-cultural group affiliation and individual status. It varies according to whether one is male or female, native or non-native (Avlessi, 2013). In general, these modes concern original occupation, sale, loan, inheritance, donation, sharecropping, and rental.

In the Commune of Djidja, most market gardeners hold family land, and land is mostly acquired through inheritance. Figure 5 illustrates the different modes of access to land for market-garden production.

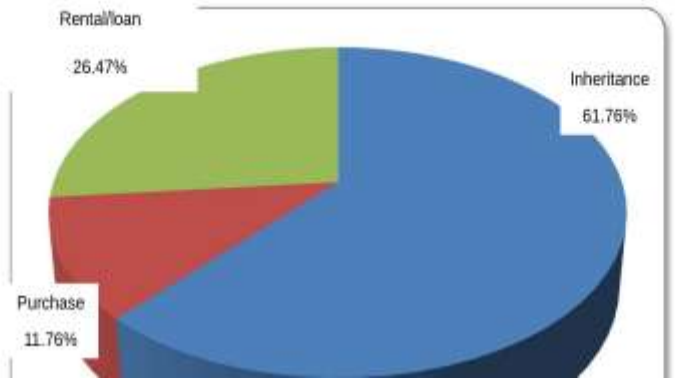


Figure 5: Modes of access to land among market gardeners in the Commune of Djidja

***Source**: Field survey, November 2026*

Analysis of Figure 5 shows that despite the gradual introduction of purchase (11.76%), inheritance remains the primary mode of access to land for market gardeners, at a proportion of 61.76%. This mainly concerns native residents. Land transfer through rental and loan accounts for 26.47%. In this case, the transfer depends on the length of land occupation, the nature of the land, and the fees paid to owners. Depending on whether plots are fallow or exhausted, fees vary accordingly, ranging from 1,000 to 2,000 FCFA per kantin, depending on the district.

Furthermore, in the Commune of Djidja, labour is available owing to population growth. Producers in the Commune of Djidja draw on two categories of labour:

family labour: this accounts for 61% of the labour force and is often made up of members of the producer's family (children, nephews, cousins).

hired labour (39%): this is either casual or permanent. Casual or temporary labour is used for tasks such as land clearing, ploughing, sowing, and transporting harvested produce. Pay is proportional to the nature and duration of the tasks performed; it is rare for tasks to be negotiated in advance. As for *permanent* labour, the employee is bound to their employer by a fixed wage. The number of permanent workers and the level of their wages vary according to the size of the holding and the nature of the tasks to be performed.

3.6 Production tools

Market gardening in Djidja, like agriculture throughout the country, is a non-mechanised activity that relies on light, rudimentary equipment. The main tools (Photo 1) each serve specific functions and include, among others:

- *the hoe*, the most widely used (100%), for preparing the land and clearing;
- *the daba* (short-handled hoe), used by 73.53% of producers to make ridges, especially for open-field market gardening;
- *the rake* (48.53%), used to break up the soil, level it, and clean the beds;
- *the watering can*, used for irrigation, accounting for 95.59% of the tools used;
- *the bucket or basin*, used to carry water for watering or to transport fertiliser or harvested produce;

- *machetes*, used by all market gardeners to cut branches;
- *hand hoes (binettes)*, used for weeding.

However, among a small number of operators, tools such as sprayers — essential for plant-protection treatments — and, more rarely, motor pumps (4.41%) for plot irrigation, are also observed.

Photo 1: Market-garden production tools in Djidja

***Source** (photograph): Anamènou, July 2026*

Photo 1 shows the traditional tools used by market gardeners and sold in local markets. These tools, however, give a low output.

3.7 Main varieties produced

Crops correspond to the different produce that can be grown on a market-garden site. A distinction is made between long-cycle plants (fruit and tuber market-garden crops) and short-cycle plants (leaf market-garden crops). In the Commune of Djidja, the market-garden crops sold on the market can be summarised as follows:

- tomato (*Lycopersicon esculentum*) grown from June to December, is the most important crop in the preparation of everyday sauces;
- gboman (vegetable), or bitter nightshade (*Solanum gilo*), which is popular and sells well, is grown year-round and is also important in local consumption;
- chilli pepper (*Capsicum annuum*), grown from August to October, proves as essential as the tomato;
- okra (*Hibiscus esculentus*), widely consumed, is a highly valued commodity among the population of Djidja and holds a strong market position.

3.8 Marketing

The external circuit concerns the export of tomato, chilli pepper and other produce beyond the Commune's borders. It involves shipping domestically grown produce to other communes within the country and to other countries in the sub-region (Nigeria, Burkina Faso, Niger, etc.). It mobilises substantial resources and involves large-scale producers, companies, and both national and international economic operators. However, this circuit is not especially well developed in the Commune, owing to the difficulties producers face in producing sufficient

quantities that meet the standards required by Western buyers. Since the market-garden value chain is not organised by the State, it is difficult to provide figures on the quantity of produce exported.

Note: the source text at this point states that "Figure 15 shows the external distribution circuit for market-garden produce," but the document contains only five figures in total. This appears to be a leftover reference from a longer source document and has been reproduced faithfully rather than corrected, pending verification by the authors.

CONCLUSION

Market-garden crops occupy an important place in the marketing of agricultural produce in Djidja. Among these products, tomato, chilli pepper, okra and leafy vegetables are the most widely marketed and consumed. Furthermore, the study found that most of the produce sold in the markets of Bohicon, Sèhouè and Massi originates from the rural areas of Djidja.

Various means of transport are used to supply the markets, depending on the type of produce, the distance involved, the type of actor, and *[text incomplete in the source document — see note below]*. Despite the profitability of the activity, the marketing of produce in the Commune's markets is subject to several constraints, among them: a lack of market information, the absence of market infrastructure, transport difficulties, and poor logistical organisation of the value chains.

Note: at this point, the source document's sentence breaks off mid-thought ("…du lieu de hypothèse est confirmée"), suggesting a passage — likely discussing the internal marketing circuit and the confirmation of a research hypothesis — is missing from the original file. Rather than invent replacement content, the gap has been marked for the authors' verification.

REFERENCES

Avlessi G.L.B. (2013): Impacts socio-économiques des problèmes fonciers sur le développement de la commune de Djidja. Master's thesis in Geography, DGAT/FLASH/UAC, 99 p.

Mitokpè D.G. (2008): Production maraîchère et sécurité alimentaire dans la commune de Lokossa. Master's thesis in Geography, FLASH/UAC, 85 p.

Ogouwalé E. (2004): Changements climatiques et sécurité alimentaire dans le Bénin méridional. DEA thesis, UAC/FLASH, 119 p.

Soulé B.G. and Coste J. (2004): Economie régionale, Présentation, Bilan et perspectives du programme « suivi des échanges transfrontaliers entre le Nigeria et les pays voisins », Série Echanges régionaux, LARES, IRAM, Cotonou, 111 p.

LAND-USE FACTORS IN THE COMMUNE OF DANGBO (BENIN)

ZOUNDJI Ghislain[1], WARI ABOUBAKAR Moussa[2], ASSOGBA A. Sylvestre[3], SODJI Jean[4], AZIAN Donatien[4], DJIMOUKO Sabine[4].

[1]"Hygiene, Sanitation, Ecotoxicology, Environment and Health" Laboratory (HAEcotES); Department of Geography and Territorial Planning (DGAT), University of Abomey-Calavi (UAC); Benin; zghisl2013@gmail.com ; Tel: (+229) 01 97 17 37 72

[2]"Hygiene, Sanitation, Ecotoxicology, Environment and Health" Laboratory (HAEcotES); Department of Geography and Territorial Planning (DGAT), University of Abomey-Calavi (UAC); Benin; zghisl2013@gmail.com; Tel: (+229) 01 96 21 34 00

[3]Laboratory of Biology and Molecular Typing in Microbiology, Department of Biochemistry and Cell Biology, Faculty of Science and Technology, University of Abomey-Calavi, 05 BP 1604 Cotonou, Benin.

[4]"Hygiene, Sanitation, Ecotoxicology, Environment and Health" Laboratory (HAEcotES); Biogeography and Environmental Expertise Laboratory (LABEE); Department of Geography and Territorial Planning (DGAT), University of Abomey-Calavi (UAC); Benin;

Correspondence: aissirockfeller@gmail.com, zghisl2013@gmail.com

Abstract

Population growth worldwide is placing growing pressure on land resources. This study examines land-use dynamics in the Commune of Dangbo.

The methodology adopted combined documentary research, socio-economic surveys, field reconnaissance missions, and diachronic (multi-date) analysis of the landscape based on land-cover maps.

Agricultural activities, practiced by 77% of respondents, constitute the main land-use factor in Dangbo. They are followed by the construction of socio-community infrastructure. Between 1995 and 2010, dense forest and swamp formations declined by 0.24% and 1.7% respectively in Dangbo, to the benefit of settlements and farmland. Meanwhile, oil-palm cropland/fallow mosaics and cropland/fallow mosaics increased respectively from 37.94% and 48.1% in 1985 to 40.62% and 49.8% in 2010. The determining factor behind this land-use dynamic is population growth.

Keywords : Dangbo, factor, land use, land

INTRODUCTION

Africa is today the developing region of the world with the highest rate of urban population growth (OGBU and IKIARA, 1995). Indeed, in 1975-1980, Africa had surpassed all other regions with a growth rate reaching 4.9%, a figure that stood at 5.0% for the period 1985-1990. United Nations projections point to a slowdown of this growth to 4.7%, a level that would nonetheless remain well above that of other developing regions. This African urban explosion is driven by the expansion of settlements and by strong pressure on natural resources and agricultural land (Vennetier, 1993). In recent decades, both in Benin and internationally, there has been "a continuous decline in environmental quality, a regression of natural formations — particularly primary forest — and of the habitat of a large part of the fauna and flora" (Lieugomg and Foudoussia, 2006). Indeed, the need to meet the numerous demands of an ever-growing population has often led to situations detrimental to the environment (Amoussou, 2010). "The ancestral system of agricultural production based on shifting cultivation, late-season vegetation fires for hunting and grazing purposes, and the excessive exploitation of forest products are the main factors behind the loss of biological diversity, soil degradation, and declining soil fertility" (Gény, 1992). Trees provide protection against extreme tropical temperatures and erosive storms, while also enriching the soil with the leaves and other debris that fall from them (AfDB and ADF, 1990).

Located in the lower Ouémé valley in south-eastern Republic of Benin, the Commune of Dangbo (Figure 1) lies between latitudes 6°30' and 6°40' North, and between longitudes 2°25' and 2°38' East. It is bordered to the north by the Commune of Adjohoun, to the south by the Commune of Aguégués, to the east by the Commune of Akpro-Missérété, and to the west by the Commune of Sô-Ava (Atlantique Department).

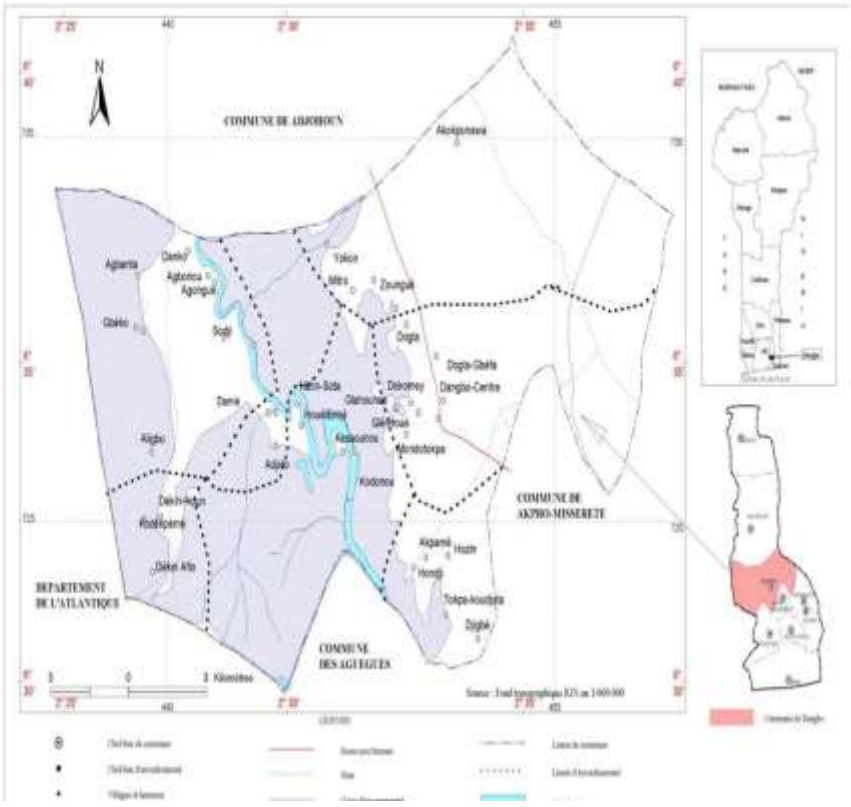


Figure 1: Geographic and administrative location of the Commune of Dangbo

***Source**: Topographic base map, IGN, 1992*

Map legend (translated for reference – original map graphic retained unmodified):

Original (French)	English translation
LEGENDE	**LEGEND**
Chef-lieu de commune	**Commune headquarters**
Chef-lieu d'arrondissement	**District headquarters**
Villages et hameaux	**Villages and hamlets**
Route non bitumée	**Unpaved road**
Piste	**Track/path**
Cours d'eau permanent	**Permanent watercourse**
Limite de commune	**Commune boundary**
Limite d'Arrondissement	**District boundary**
Plan d'eau	**Water body**
Commune de Dangbo (inset)	**Dangbo Commune (inset)**
Kilomètres	**Kilometres**
COMMUNE DE ADJOHOUN / DES AGUEGUES / AKPRO-MISSERETE	**ADJOHOUN / AGUEGUES / AKPRO-MISSERETE COMMUNE**
DEPARTEMENT DE L'ATLANTIQUE	**ATLANTIQUE DEPARTMENT**

2. Materials and Methods

2.1 Working materials

The materials used in this research included: questionnaires, an interview guide, an observation grid, topographic maps for orientation, a GPS (Global Positioning System) unit for recording geographic coordinates, a camera for photographs, and a motorcycle for travel.

2.2 Methods

The main steps of the methodological approach were data collection, data processing and analysis, and interpretation of results.

2.2.1 Data collection

Several types of data were used, namely: climatological statistics, agricultural statistics, demographic statistics obtained from INSAE, the Dangbo land-use master plan obtained from the Ministry of Urban Planning and Housing, and planimetric data collected from CENATEL.

1) Sampling

The sample was constructed purposively, based on the land-cover map, demographic weight, and population size. To gather representative information, 4 of the 7 districts (arrondissements) making up the Commune — Dékin, Gbéko, Houédomey and Zounguè — were surveyed, namely: Dékin, Gbéko, Houèdomey, Hozin, Késsounou, Zounguè and Dangbo-Centre. The sample size was obtained using the following formula:

T = M × F, where T: sample size, M: total number of households across all categories, and F: sampling rate set at 1/10.

The number of people interviewed totalled 273.

2) Data-collection technique

Documentation centres and specialized services likely to provide reliable information for the research were visited. Field surveys were carried out in the districts using the survey forms developed for this purpose. The data collected related to the changes that occurred in the locality during the selected period. These data varied depending on the target groups involved in the study. Within each household, the head of household was generally interviewed. Interviews were also conducted with political and administrative authorities (district heads, municipal councillors, village chiefs), health workers, and staff of the CeRPA (Communal Centre for Agricultural Promotion), in order to gain insight into changes in land use, environmental and population-related problems in the area, and the measures taken or planned to address them. In addition, direct field observations were carried out.

3) Data processing and analysis of results

The information gathered was cross-checked as far as possible, both internally and against field realities. Planimetric documents and statistics were subjected to specific processing. The data collected were analysed using Excel 2010 and MapInfo software.

Analysis of the change in the different land-use units between 1995 and 2010 was carried out using the protocol $\Delta S = S2010 - S1995$, where S1995 is the area occupied by a given unit in 1995, S2010 is the area occupied by the same unit in 2010, and ΔS is the change in that area between 1995 and 2010.

4) Rainfall data

The data used cover annual rainfall over an 80-year [sic, as stated in the original study] period (1980–2009). Variations in total rainfall were examined, and the typology of each year was determined. Years with rainfall totals above 120% of the mean were considered surplus years. Years with rainfall totals below 80% of the mean were considered deficit years, referred to as negative anomalies. Years with rainfall totals between 80% and 120% of the mean were considered normal.

5) Demographic and other data

The general population and housing censuses (RGPH) of Benin (2002 and 2013) at the communal scale were used. Combined with land-use data, this information makes it possible to describe the degree of anthropisation of the land and to assess the evolution of demographic pressure.

6) Analysis of results

The methodological approach used draws on the FPEIR model (Forces–Pressure–Impact–Responses, the French-language equivalent of the DPSIR framework). Adopting this model made it possible to better understand the factors driving natural-resource degradation and to identify solutions for effective management.

3. RESULTS

3.1 Physical factors of the study area

3.1.1 Climate

The Commune of Dangbo, located within the sub-equatorial climate zone, is characterized by four seasons: two rainy seasons and two dry seasons that alternate (Boko and Adam, 1993). The long rainy season, called “Amandji” in the Wémè language, runs from late March to mid-July, and the short rainy season, called “Zodji”, runs from

mid-September to mid-November. It is during these two favourable periods that farmers in the Commune mainly carry out their activities (field survey, May 2016). The two dry seasons are intermediate seasons running from mid- or late November to mid- or late March for the long dry season, and from July to August for the short dry season. The end of the short rainy season coincides with the start of the long dry season, which runs from December to March, while the end of the long rainy season coincides with the start of the short dry season, which extends from August to September (CeCPA/Dangbo, May 2016). Farmers in the Commune make use of the dry periods to prepare their fields.

Change in rainfall totals in Dangbo between 1981 and 2010

Average monthly totals over the period 1981 to 2010 show that the Commune of Dangbo has a bimodal rainfall regime (Figure 2).

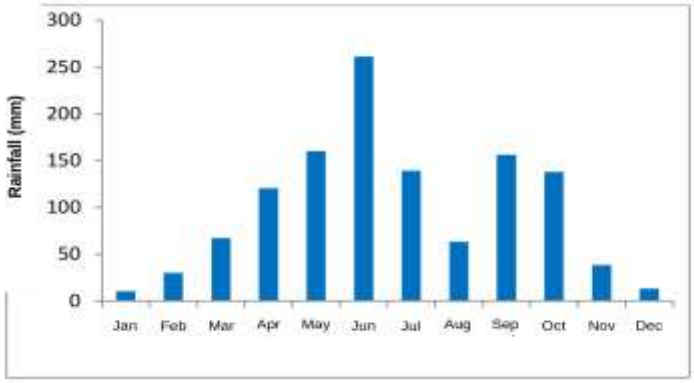


Figure 2: Average monthly rainfall regime (1981-2010) in Dangbo

***Source** of data: ASECNA, 2016*

Analysis of Figure 2 shows that the Commune's rainfall regime is bimodal. Such a regime allows farmers on the plateau to obtain two harvests per year, while those in the valley obtain only a single harvest, owing to the annual flooding of the Ouémé River. According to 81% of farmers, in recent years the wettest months (May, June) are no longer marked by their usual level of rainfall, which disrupts the normal course of the seasons. This situation is due to the fact that rainfall patterns have been changing in recent years (Figure 3).

Analysis of Figure 3 shows that the climate in the Commune of Dangbo is marked by strong inter-annual rainfall variability, characterized by an alternation of surplus and deficit years.

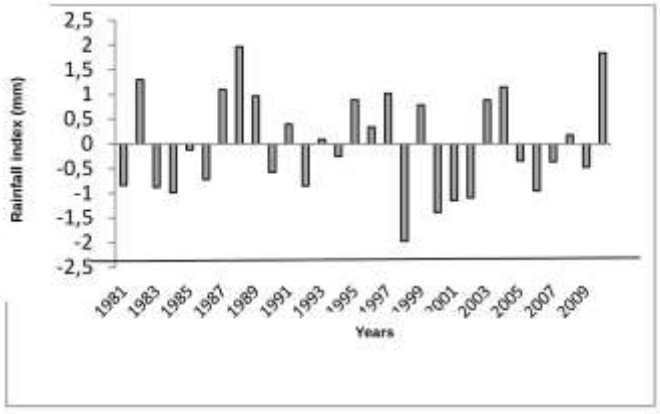


Figure 3: Rainfall indices in Dangbo over the period 1981-2010

***Source** of data: ASECNA, 2016*

Change in temperatures in Dangbo between 1981 and 2010

Figure 4 shows the inter-annual variation of minimum and maximum temperatures in the Commune of Dangbo over the period 1981-2010.

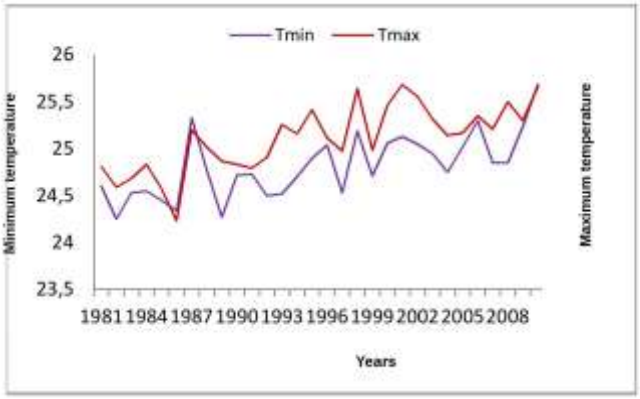


Figure 4: Inter-annual variation of minimum and maximum temperatures in the Commune of Dangbo over the period 1981-2010

***Source**: ASECNA, 2016*

Analysis of Figure 4 reveals an upward trend in both minimum and maximum temperatures in the Commune of Dangbo between 1981 and 2010. Minimum temperatures rose from 24.6 to 25.6°C, an increase of 1°C, while maximum temperatures rose from 29 to 31°C, an increase of 2°C; this shows that the Commune of Dangbo, like other Communes in Benin, is experiencing extreme climatic events. Overall, analysis of the climatological data for the Commune of Dangbo over the period 1981-2010 reveals a climatic dynamic characterized by:

- a progressive and sustained rise in minimum temperatures (1°C) and maximum temperatures (2°C) relative to the 1981-2010 average;
- substantial inter-annual rainfall variability, manifested as an alternation between deficit years (20%) and surplus years (27%);
- a disruption of the seasonal cycle, reflected in a late onset and an abnormal distribution of rainfall over the past two decades.

3.1.2 Soil characteristics of the study area

The pedological survey of the Commune of Dangbo reveals two main soil types: the plateau, characterized by ferrallitic soil, and the valley, characterized by vertisol, which is highly favourable to market-gardening production (CeCPA/Dangbo, 2016). The wetlands of the Commune of Dangbo comprise marshy lowlands favourable to agricultural production; these are essentially hydromorphic soils (Gandaho, 2009). Figure 5 shows the different soil formations in the Commune of Dangbo.

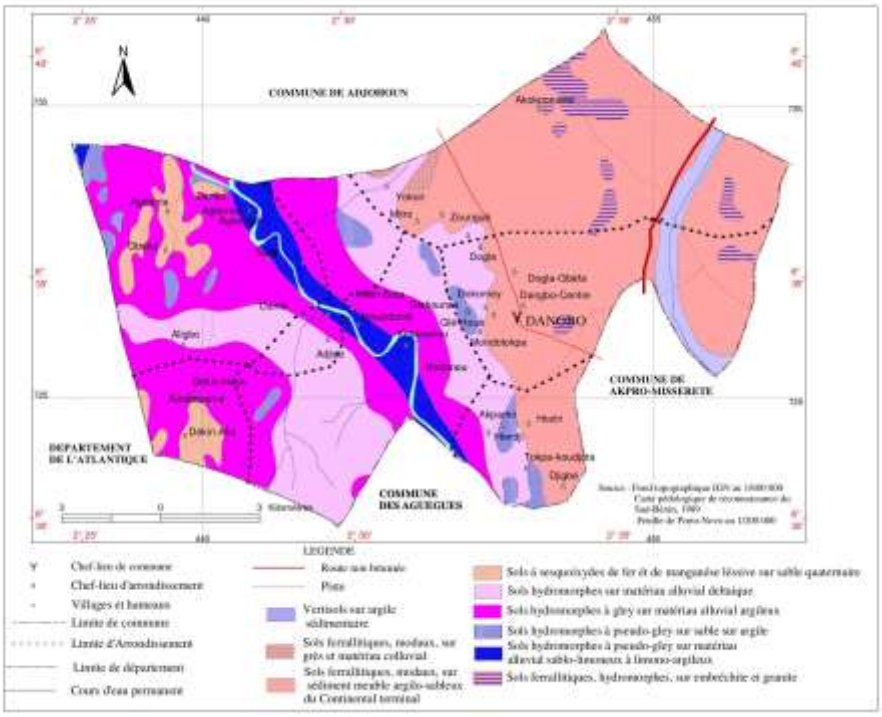


Figure 5: Soil formations in the Commune of Dangbo

***Source**: Topographic base map, IGN, 1992; Reconnaissance pedological map of southern Benin, 1989, Porto-Novo sheet, 1/200,000*

Map legend (translated for reference):

Original (French)	English translation
LEGENDE	**LEGEND**
Chef-lieu de commune	**Commune headquarters**
Chef-lieu d'arrondissement	**District headquarters**
Villages et hameaux	**Villages and hamlets**
Limite de commune	**Commune boundary**
Limite d'Arrondissement	**District boundary**
Limite de département	**Department boundary**
Route non bitumée	**Unpaved road**
Piste	**Track/path**
Cours d'eau permanent	**Permanent watercourse**
Vertisols sur argile sédimentaire	**Vertisols on sedimentary clay**
Sols ferrallitiques, modaux, sur grès et matériau colluvial	**Modal ferrallitic soils on sandstone and colluvial material**
Sols ferrallitiques, modaux, sur sédiment meuble argilo-sableux du Continental terminal	**Modal ferrallitic soils on loose clay-sand sediment of the Terminal Continental formation**

Original (French)	English translation
Sols à sesquioxydes de fer et de manganèse lessivé sur sable quaternaire	**Soils with leached iron and manganese sesquioxides on Quaternary sand**
Sols hydromorphes sur matériau alluvial deltaïque	**Hydromorphic soils on deltaic alluvial material**
Sols hydromorphes à gley sur matériau alluvial argileux	**Gleyed hydromorphic soils on clayey alluvial material**
Sols hydromorphes à pseudo-gley sur sable sur argile	**Pseudo-gleyed hydromorphic soils on sand over clay**
Sols hydromorphes à pseudo-gley sur matériau alluvial sablo-limoneux à limono-argileux	**Pseudo-gleyed hydromorphic soils on sandy-silt to silty-clay alluvial material**
Sols ferrallitiques, hydromorphes, sur embréchite et granite	**Hydromorphic ferrallitic soils on embrechite and granite**

Analysis of Figure 5 shows that vertisols and hydromorphic soils are dominant in the Commune of Dangbo. Both of these soil types are favourable to agricultural production. This explains the forms of pressure exerted on land within the Commune.

3.1.3 Hydrographic network

The Commune of Dangbo is watered by Benin's longest river, the Ouémé — known as Wogbo in the Wémè language. It rises in the Tanéka mountains, east of the Atacora massif. The Commune is crossed from north to south by this river over a distance of 15 km, navigable year-round. Its tributaries include the Tovè (Dangbo) and Togbodan (Gbéko) rivers. Numerous other streams feeding backwater channels also water the Commune and serve as a source of water supply for the population.

Alluvial deposits from this upper basin enrich this portion of the lower Ouémé valley with fertilizing elements. These alluvium-enriched soils are favourable to food-crop production.

Figure 6 presents the Commune's hydrographic network.

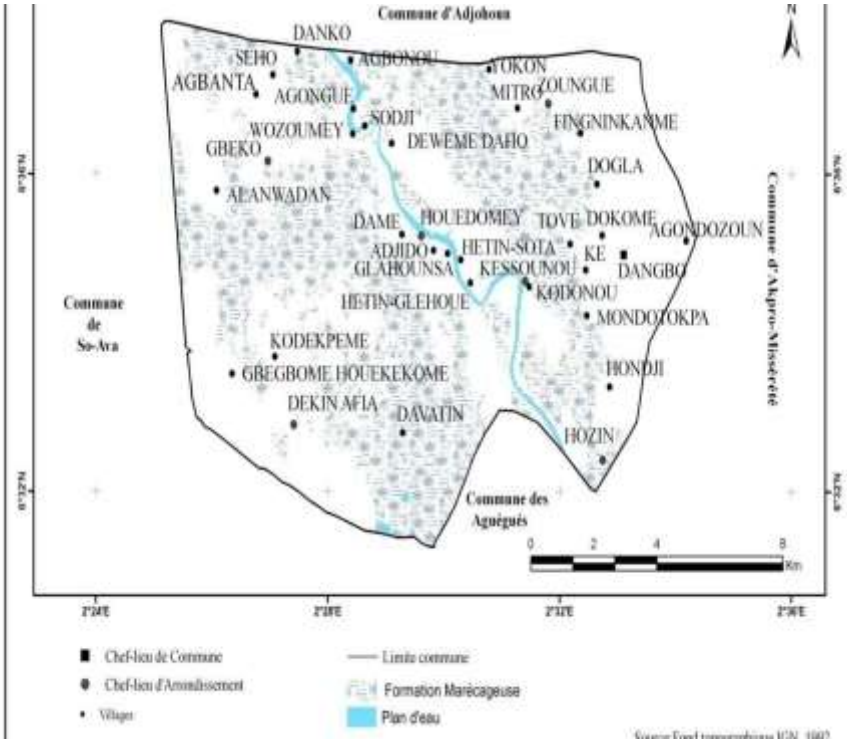


Figure 6: Hydrographic network of the Commune of Dangbo

***Source**: Topographic base map, IGN, 1992*

Map legend (translated for reference):

Original (French)	English translation
Chef-lieu de Commune	**Commune headquarters**
Chef-lieu d'Arrondissement	**District headquarters**
Villages	**Villages**
Limite commune	**Commune boundary**
Formation Marécageuse	**Swamp formation**
Plan d'eau	**Water body**

Analysis of Figure 6 shows that the Commune of Dangbo benefits from an extensive hydrographic network made up of the Ouémé River, the Porto-Novo lagoon, and various lakes and marshes. Overall, this hydrographic network is favourable to agricultural production and to land occupation.

3.2 Correlation between demographic dynamics and land use

The population of Dangbo, which is predominantly agricultural, is unevenly distributed. Housing is clustered in villages and farmsteads, with a strong concentration of people in areas favourable to agricultural activity, such as Dékin, Gbéko, Houédomey and Zounguè, owing to their relatively fertile land (field survey, May 2016). It thus appears clear that the population is more strongly drawn to primary-sector activities and tends to settle where such activities thrive best.

Agriculture is the main land-use factor in the Commune of Dangbo. Extensive in nature, agriculture there is highly dependent on climatic hazards and on the limited use of modern production techniques. Farming tools remain rudimentary (CeCPA/Dangbo, 2016). Animal-drawn cultivation is the most widely practised method. Vegetation cover is frequently subjected to burning and various other pressures.

In the Commune of Dangbo, two important food crops (maize and cassava) were the subject of detailed analysis in terms of their respective yields and the areas under cultivation. The evolution of cultivated area, yield and production is illustrated in Figures 7 and 8.

Figure 7 shows the evolution of area, production and yield for maize cultivation from 2000 to 2010. Examination of this figure reveals that the increase in maize production is linked to the increase in area under cultivation. The highest production levels were recorded during the 2001–2002 and 2008–2009 growing seasons, at 7,859.64 tonnes and 8,330 tonnes respectively, with corresponding areas of 7,964 hectares and 7,624 hectares. During the 2009–2010 season, production was at its lowest, at 1,226 tonnes, explained by the very small area under cultivation that season.

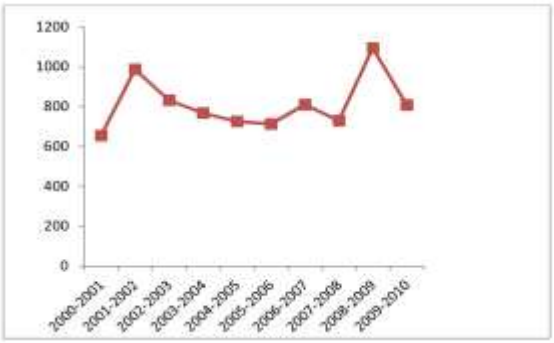


Figure 7: Evolution of maize yield (2000-2010)
***Source** of data: field surveys, May 2016*

With regard to the second food crop, cassava, Figure 8 shows the evolution of its yields, cultivated areas and production from 2000 to 2010.

This figure shows that the increase in cassava production is proportional to the increase in the area under cultivation. Cassava is the primary crop mobilizing the largest number of people, as local soils are well suited to it.

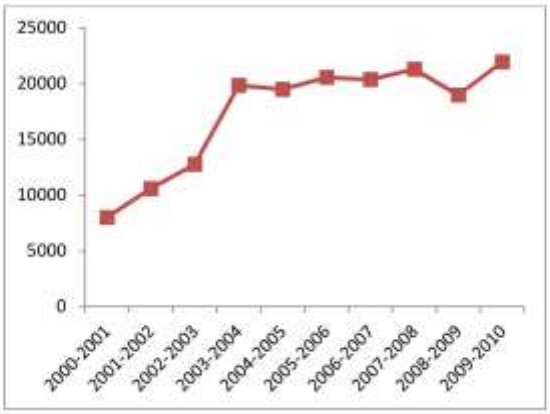


Figure 8: Evolution of cassava yield (2000-2010)

***Source** of data: field surveys, May 2016*

Besides agriculture, which occupies and degrades the soil, forest exploitation is also a notable factor.

Benefiting from a sub-equatorial climate, the Commune of Dangbo was once covered by dense forest. Humans have been the principal agent of its destruction. This forest was periodically cleared, not only for cultivation but also for housing needs, fuelwood, the manufacture of certain production tools, and, notably, for African traditional pharmacopoeia. Photo 1 shows a pile of fuelwood and construction timber.

Photo 1: Pile of fuelwood and construction timber
***Source** (photograph): Amossouvo, May 2016*

Photo 1 shows an already-cleared caïlcedra (African mahogany) plantation, covering an area of roughly four (4) hectares. The felled timber is used for construction, for sale, and above all for domestic use.

The dynamics of land occupation in the Commune of Dangbo were assessed through diachronic (multi-date) analysis.

Aerial photographs from different available dates were interpreted to produce three land-cover maps.

3.3 Land use in 1995

Figure 9 presents land use in the Commune of Dangbo in 1995.

This figure presents land occupation in the Commune of Dangbo. A commentary on this figure is provided via Table 1, followed by discussion.

The vegetation cover comprises the units presented in Table 1 below:

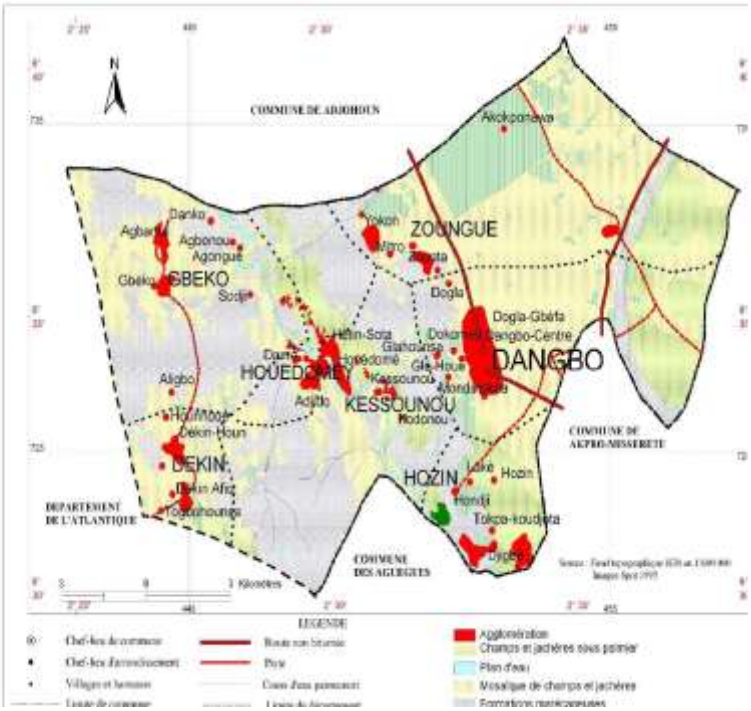


Figure 9: Land cover of the Commune of Dangbo in 1995

***Source**: Lacarto, 2026*

Map legend (translated for reference):

Original (French)	**English translation**
LEGENDE	**LEGEND**
Chef-lieu de commune	**Commune headquarters**
Chef-lieu d'arrondissement	**District headquarters**
Villages et hameaux	**Villages and hamlets**
Limite de commune	**Commune boundary**
Limite de département	**Department boundary**
Limite d'Arrondissement	**District boundary**
Route non bitumée	**Unpaved road**
Piste	**Track/path**
Cours d'eau permanent	**Permanent watercourse**
Agglomération	**Settlement**
Champs et jachères sous palmier	**Oil-palm cropland and fallow**
Plan d'eau	**Water body**
Mosaïque de champs et jachères	**Cropland/fallow mosaic**
Formations marécageuses	**Swamp formations**

Table 1: Areas of land-use units in 1995

Land-use unit	Area (ha)	Percentage (%)
Dense forest (relic)	102	0.31
Swamp formation	2,550	7.71
Oil-palm cropland/fallow mosaic	15,778	48.1
Cropland/fallow mosaic	12,446	38
Plantation	1,732	5.28
Settlement	192	0.6
Total	32,800	100

***Source**: Lacarto, 2026*

Table 1 shows a predominance of oil-palm cropland/fallow mosaic (48.1%), distributed across the whole Commune but more heavily concentrated on the plateau to the west. This is followed by cropland/fallow mosaic (38%), strongly present in the depression to the south of the Commune, and swamp formations (7.71%) in the central and eastern parts of the valley. Plantations (5.28%) occupy part of the valley and the plateau. Relic forest and settlements account for 0.31% and 0.6% respectively.

The extensive occupation of land by oil-palm cropland/fallow mosaic reflects the particular importance that Benin placed on agriculture. Figure 10 presents the land-use units in 2010.

3.4 Land use in 2010

Figure 10 presents land use in the Commune of Dangbo in 2010.

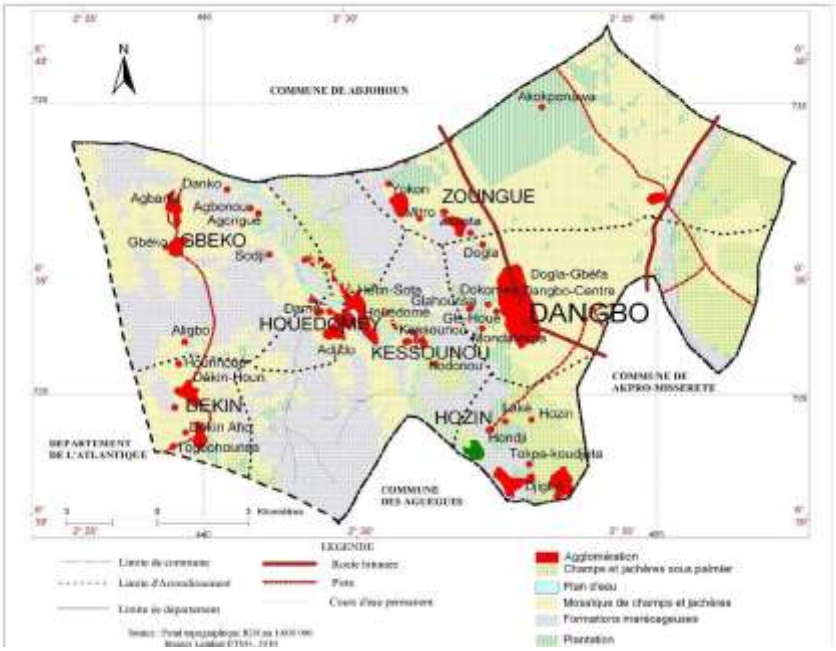


Figure 10: Land cover of the Commune of Dangbo in 2010

***Source**: Lacarto, 2026*

Map legend (translated for reference):

Original (French)	English translation
LEGENDE	**LEGEND**
Limite de commune	**Commune boundary**
Limite d'Arrondissement	**District boundary**
Limite de département	**Department boundary**
Route bitumée	**Paved road**
Piste	**Track/path**
Cours d'eau permanent	**Permanent watercourse**
Agglomération	**Settlement**
Champs et jachères sous palmier	**Oil-palm cropland and fallow**
Plan d'eau	**Water body**
Mosaïque de champs et jachères	**Cropland/fallow mosaic**
Formations marécageuses	**Swamp formations**
Plantation	**Plantation**

The units making up this 2010 land cover are presented in Table 2 below, followed by discussion:

Table 2: Areas of land-use units in 2010

Land-use unit	Area (ha)	Percentage (%)
Dense forest (relic)	81	0.24
Swamp formation	555	1.7
Oil-palm cropland/fallow mosaic	16,332	49.8
Cropland/fallow mosaic	13,324	40.62
Plantation	2,129	6.49
Settlement	379	1.15
Total	32,800	100

***Source**: Lacarto, 2026*

In this table, two formations stand out clearly from the others in terms of area, though at different proportions than in 1995. Oil-palm cropland/fallow mosaics clearly dominate the remaining formations, covering 16,332 hectares, or 49.8% of the total area under occupation. They extend across the whole territory but are more heavily concentrated on the plateaus of the centre and east and to the south of the depression, where they are more extensive than elsewhere. They are followed by cropland/fallow mosaics, covering 13,324 hectares, or 40.62% of the total occupied area. Cropland/fallow mosaics are located on the plateaus of the north and centre, extending to the valley in the east.

The final, clearly distinguishable category consists solely of relic dense forest, covering 81 hectares, or 0.24% of the total area.

3.5 Synthesis of land use

This synthesis was produced by superimposing and comparing the two preceding land-use datasets.

Table 3 summarizes the land-use units for 1995 and 2010.

Table 3: Synthesis of land use in 1995 and 2010

Land-use unit	Area (ha) 1995	Area (ha) 2010	Trend
Settlement	445.15	841.53	increase
Oil-palm cropland and fallow	17,943.31	13,564.52	decrease
Water body	491.18	335.10	decrease
Cropland and fallow	5,981.24	10,806.73	increase
Swamp formations	9,366.88	8,581.91	decrease
Plantation	0.00	97.98	increase
Total	34,227.77	34,227.77	

***Source**: Lacarto, 2026*

Examination of this table shows that swamp formations, oil-palm cropland/fallow, and water bodies are land-use units that have declined. The decline in oil-palm cropland/fallow is explained by the use of these plants for medicinal, commercial and domestic purposes. It should also be noted that water bodies have been lost to housing development.

The decline in swamp formations is attributable to market-gardening and rice cultivation. This table also shows an increase in settlements, cropland and fallow, and plantations relative to their initial area. This growth in anthropic (human-modified) land units is linked to population growth in the study area and the resulting increased demand for agricultural land.

The strong growth in the area occupied by plantations has systematically and substantially driven down the area occupied by swamp formations. Photo 2 shows a teak plantation in a village within the Houédomey district.

Photo 2: Teak plantation in the village of Houédomey

***Source** (photograph): Amoussouvo, December 2026*

This plantation covers an area of 6.73 hectares spread over two (2) kilometres. It consists of young, commercially oriented plantings. This teak plantation is the most developed in the Commune.

Overall, the Commune of Dangbo has experienced a generalized decline in plant formations over the past twenty (20) years, alongside an increase in cultivated and/or fallow land and residential areas. This pressure on ecosystems, and on plant formations in particular, is explained by population growth.

CONCLUSION

At the conclusion of this study, it is clear that rapid population growth is the primary driver of land-use dynamics in the Commune of Dangbo. The absence of a formal subdivision (allotment) plan has led to the unplanned, haphazard establishment of residents and infrastructure, particularly roads.

Rapid demographic growth in recent years has led to strong anthropisation, reflected in the search for new agricultural land through burning, stump removal, degradation, and even destruction of ecosystems. The first hypothesis is thus confirmed. The diachronic study revealed a marked regression of natural plant formations (forests, wooded savannas) between 1985 and 2005. This decline pertains to anthropic natural formations (cropland mosaics and fallow plantations). In the Commune of Dangbo, not all districts have been formally subdivided; there is no genuine allotment plan. The population is settling in an unplanned, haphazard manner. The second hypothesis is thus also confirmed.

Population growth has placed strong pressure on land. The development of informal housing has resulted in the loss of vegetation cover and the expansion of cultivated areas.

REFERENCES

Amoussou E. (2010): Variabilité pluviométrique et dynamique hydro-sédimentaire du bassin versant du complexe fluvio-lagunaire Mono-Ahémé-Couffo (Afrique de l'Ouest). PhD thesis, CNRS-UMR de Géographie-Bourgogne, 280 p.

Geny P., Waechter P., Yatchinovsky A. (1992): Environnement et développement rural. Guide de la gestion des ressources naturelles. FRISON – ROCHE – ACCT, Paris, 418 p.

Lieugomg M. and Foudoussia I. A. (2006): L'exploitation du bois énergie, une stratégie de survie à Meskine-Baguiri (Sud-Est de N'Djamena au Tchad). Recherche Africaine, no. 04, http://www.recherches-africaines.net/document.php?id=52

Ogbu O. and Ikiara G. (1995): La crise de l'urbanisation en Afrique subsaharienne.

Vennetier P. (1993): Géographie des espaces tropicaux. Presses Universitaires de Bordeaux, 269 p.

Note: the original publication's in-text citations "Boko and Adam, 1993", "CeCPA/Dangbo", "Gandaho, 2009", and "AfDB and ADF, 1990" do not appear in the bibliography list as provided in the source document; this inconsistency is reproduced from the original and flagged here for the authors' verification.

ROADMAP FOR CENTRAL JAVA AS A HALAL CREATİVE ECONOMY CENTER

Siti Rizkia Seprina WULANDARI (First author)1/ Muhammad Zaky MARDIKA(Second author)2/ Maia Salsa NURFARADISA (Third author)3/ Ika Fatimah Az ZAHRA(Fourth author)4/ Malika Kaza FATIYA (Fifth author)5

1UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Sharia Economics,
siti.rizkia.seprina.wulandari24111@mhs.uingusdur.ac.id, https://orcid.org/0009-0008-2502-5809
2 UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Sharia Economics,
muhammad.zaky.mardika24102@mhs.uingusdur.ac.id, https://orcid.org/0009-0008-7618-4949
3 UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Sharia Economics,
maia.salsa.nurfaradisa24109@mhs.uingusdur.ac.id, https://orcid.org/0009-0002-6083-9492
4 UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Sharia Economics,
ika.fatimah.az.zahra24113@mhs.uingusdur.ac.id,https://orcid.org/0009-0007-7862-4226
5 UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Sharia Economics,
malika.kaza.fatiya24115@mhs.uingusdur.ac.id, https://orcid.org/0009-0008-6648-3099

Abstract

This chapter discusses a strategic roadmap for positioning Central Java as a leading center of the halal creative economy in Indonesia. The development of the halal creative economy is viewed as an important opportunity to strengthen regional economic growth, increase the competitiveness of local products, and create sustainable employment opportunities. The roadmap begins with the mapping of regional potential and competitive advantages, including local creative industries, cultural heritage, agricultural resources, culinary products, fashion, crafts, tourism, and other sectors with strong halal value. This mapping provides a foundation for identifying areas with the greatest potential for development. The chapter then focuses on determining priority products and leading creative subsectors that can become regional economic drivers. The development of these sectors requires strong support through infrastructure improvement and human resource development, particularly in halal standards, digital technology, entrepreneurship, innovation, product development, marketing, and certification. Furthermore, the integration of the creative economy and halal economy is emphasized through collaboration among government institutions, businesses, creative communities, educational institutions, financial institutions, and other stakeholders. Such integration is expected to create an ecosystem that supports production, certification, distribution, promotion, and market expansion. Finally, the chapter formulates a vision of Central Java as a national hub for the halal creative economy. This vision requires coordinated policies, innovation-based development, digital transformation, strengthening of local identities, and access to broader domestic and international markets. Through a systematic and collaborative roadmap, Central Java has the potential to transform its local resources and creative capabilities into competitive halal economic products while promoting inclusive, sustainable, and regionally based economic development.

Keywords: Central Java; Halal Creative Economy; Creative Industries; Regional Economic Development; Halal Ecosystem; Human Resource Development; Economic Integration.

THE CREATIVE ECONOMY AND HALAL INDUSTRY POLICY

Ika Fatimah Az ZAHRA(First author)1/ Muhammad Zaky MARDIKA(Second author)2/ Maia Salsa NURFARADISA (Third author)3/ Siti Rizkia Seprina WULANDARI(Fourth author)4/ Malika Kaza FATIYA (Fifth author)5

1UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Sharia Economics,
ika.fatimah.az.zahra24113@mhs.uingusdur.ac.id, https://orcid.org/0009-0007-7862-4226
2 UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Sharia Economics,
muhammad.zaky.mardika24102@mhs.uingusdur.ac.id, https://orcid.org/0009-0008-7618-4949
3 UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Sharia Economics,
maia.salsa.nurfaradisa24109@mhs.uingusdur.ac.id, https://orcid.org/0009-0002-6083-9492
4 UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Sharia Economics,
siti.rizkia.seprina.wulandari24111@mhs.uingusdur.ac.id, https://orcid.org/0009-0008-2502-5809
5 UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Sharia Economics,
malika.kaza.fatiya24115@mhs.uingusdur.ac.id, https://orcid.org/0009-0008-6648-3099

Abstract

This chapter examines the policies and governance of the creative economy and halal industry in Central Java as part of the effort to strengthen the region's position as a national halal economic center. The discussion begins with the national creative economy policy, particularly Law Number 24 of 2019, which provides a legal foundation for developing a creative economy ecosystem through research, education, financing, infrastructure, marketing, incentives, intellectual property protection, and creativity protection. The chapter then discusses Indonesia's halal industry policy based on Law Number 33 of 2014 on Halal Product Assurance, Government Regulation Number 42 of 2024, and Presidential Regulation Number 153 of 2024. These regulations establish the framework for halal certification, production processes, financing, supervision, and the institutional strengthening of the Halal Product Assurance Organizing Agency (BPJPH). At the regional level, Central Java's creative economy development is supported by Regional Regulation Number 5 of 2021, which emphasizes data management, planning, human resource development, financing, marketing, intellectual property protection, institutional development, and stakeholder collaboration. The chapter also highlights the importance of synchronizing central and regional policies through formal planning, institutional coordination, and collaborative programs involving government, academia, business, communities, financial institutions, and other stakeholders. Despite substantial progress, challenges remain, particularly in infrastructure, digital literacy, inter-institutional coordination, and the development of an integrated halal industrial area. Therefore, stronger policy integration and collaborative governance are needed to develop a sustainable, competitive, and locally based creative and halal economic ecosystem in Central Java.

Keywords: creative economy, halal industry, public policy, governance, Central Java