

IX. BİLSEL ULUSLARARASI TRUVA BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR VE İNOVASYON KONGRESİ

23-24 MAYIS
2026

ÇANAKKALE

KONGRE KİTABI



**9. BİLSEL INTERNATIONAL TRUVA SCIENTIFIC
RESEARCH and INNOVATION CONGRESS BOOK
23-24 May 2026
ÇANAKKALE/TÜRKİYE**

**EDITOR
Assoc. Prof. Dr. Murat TASTANBEKOV**

ISBN: '978-625-8531-41-1'

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/>

10.06.2026

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

9. BİLSEL INTERNATIONAL TRUVA SCIENTIFIC RESEARCH and INNOVATION CONGRESS

DATE and PLACE

23-24 May 2026, ÇANAKKALE/TÜRKİYE

ORGANIZATION

**Bilgiseli Uluslararası Bilimsel
Araştırmalar Strateji Geliştirme
Kongre ve Org.Hizm.Tic.Ltd.Şti**

ORGANIZING COMMITTEE

Chairman of the Organizing Committee

Assoc. Prof. Dr. Murat TASTANBEKOV

University Academician Representative

Doç. Dr. Özge TEMİZ

Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi

PARTICIPANTS COUNTRY

***Albania/Algeria/ Azerbaijan / Hungary
India/Indonesia/Iran/Kosovo/ Morocco/Nigeria/North Macedonia/
Pakistan/ Romania/ /Uzbekistan/ United Kingdom***



CONGRESS ORGANIZING COMMITTEE MEMBERS

Prof. Dr. Karim KREIT

Prof. Dr. Mohammed Waheeb

Prof. Dr. Nana Jincharadze

Prof. Dr. Rana Kutlu

Prof. Dr. Eti Akyüz Levi

Doç. Dr. Kadir GÖKOĞLAN

Doç. Dr. Özel SEBETCİ

Doç. Dr. Aysun EKİNCİ

Doç. Dr. Cihan KÜRKÇÜ

Doç. Dr. Sedat ARSLAN

Doç. Dr. Hasan Mansur DURGUN

Assoc. Prof. Dr. Daniela Matušiková

Assoc. Prof. Dr. Abderrahmane Raji

Assoc. Prof. Dr. Enida KUME

Assoc. Prof. Dr. BELOUFA

Dr. Nihan TURHAN

Dr. Betül Ayman

Dr. Emre ALTAŞ

Dr. Cansu Mine AYDIN

Dr. Taner AKARSU

Dr. Abdulaziz ERTAŞ

Dr. F. Özlem KARGIN

Dr. Esra KÜRKÇÜ AKGÖNÜL

Dr. Elmassı SAID

Dr. Sahnoun ZENGAH

Dr. Leila Bijos

Dr. Elharrar Nouredine

Dr. hc Vicente Pironti

Dr. Vijay Singh

Dr. Abdelaati Soufiani



SCIENTIFIC COMMITTEE

Prof. Dr. Mustafa ÖZ

Aksaray Üniversitesi

Prof. Dr. Süleyman GÖKSOY

Düzce Üniversitesi

Prof. Dr. Fatma ÇALIŞANDEMİR

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi

Prof. Dr. Mehmet BAYIRLI

Balıkesir Üniversitesi

Prof. Dr. Mehmet Murat KARAOĞLU

Atatürk Üniversitesi

Prof. Dr. Karim KREIT

Cadi Ayyad University, Morocco

Prof. Dr. Mohammed Waheeb

Hashemite University, Jordan

Prof. Dr. Nana Jincharadze

European University Georgia

Prof. Dr. Shemsije Demiri

High Economic School- Gostivar North Macedonia

Prof. Dr. Tinatin Mshvidobadze

Gori State University (Georgia)

Prof. Dr. Valbon Ademi

University of Tetovo, North Macedonia

Prof. Dr. Valentina Marinescu

University of Bucharest

Prof. Dr. Hassan ZARIOUH

Mohammed I University, Oujda Morocco

Doç. Dr. Nursel ASLANTÜRK

Çankırı Karatekin Üniversitesi

Doç. Dr. Işıl ÖZDEMİR

Kocaeli Üniversitesi

Doç. Dr. Fikret YAZICI

Erciyes Üniversitesi

Doç. Dr. Özel SEBETCİ

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi

Doç. Dr. Cihan KÜRKÇÜ

Kırşehir Ahi Evran 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. Elife BÜYÜKÖZTÜRK
Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi

Dr. Şehadet BULUT
Kilis 7 Aralık Üniversitesi

Dr. Mustafa ÖZGERİŞ
Atatürk Üniversitesi

Dr. Fatma AYDIN
Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi

Dr. Mine AKKUŞ UÇAR
Mardin Artuklu Üniversitesi

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

Dr. K. Vignesh
Palar Agricultural 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. Elmassi SAID

Cadi Ayyad University

Dr. Sahnoun ZENGAH

University of Mustapha Stambouli Mascara, Algeria

Dr. Leila Bijos

Universidade Federal da Paraíba (UFPB),Brazil

Dr. Elharrar Noureddine

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 Çausi

Sport University of Tirana,Albania



9. BİLSEL INTERNATIONAL TRUVA SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS 23-24 MAY 2026

9. BİLSEL INTERNATIONAL TRUVA SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS

*23-24 MAY 2026
ÇANAKKALE / TÜRKİYE*

CONGRESS PROGRAM

Join Zoom Meeting ID: **820 8531 9613**

Passcode: **898971**

Join Zoom Meeting

<https://us06web.zoom.us/j/82085319613?pwd=OHEAi2z0X66u7Wv5G7i9VW3d445PkJ.1>

PARTICIPATING COUNTRIES

*Albania/Algeria/ Azerbaijan / Hungary
India/Indonesia/Iran/Kosovo/Morocco/Nigeria/North Macedonia/
Pakistan/ Romania/ /Uzbekistan/ United Kingdom*



9. BİLSEL INTERNATIONAL TRUVA SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS 23-24 MAY 2026

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.

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

TEKNİK BİLGİLER

Bilgisayarınızda çalışır durumda mikrofon bulunmalıdır.

Zoom'da ekran paylaşma özelliği kullanılabilir.

Katılım belgeleri kongre sonunda tarafınıza pdf olarak gönderilecektir.



24.05.2026
TÜRKİYE Local Time: 10:00-12:00

HEAD OF SESSION: Doç. Dr. Refik BOZBUĞA

SESSION-1 HALL-1

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Emirhan TOPRAKÇI Doç. Dr. Refik BOZBUĞA	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi	BAĞLARDA <i>Xiphinema index</i> VE KÖK-UR (<i>Meloidogyne</i> spp.) NEMATODLARININ ZARARLARI VE MÜCADELESİ
Emirhan TOPRAKÇI Doç. Dr. Refik BOZBUĞA	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi	BAĞLARDA ZARARLI BİTKİ PARAZİTİ NEMATODLAR: <i>Pratylenchus</i> spp. VE <i>Tylenchulus</i> <i>semipenetrans</i>
Doç. Dr. Filiz ÜNAL Serdar YEŞİLYURT	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi	BİBERDE PHYTOPHTHORA CAPSICI'YE KARŞI THYMUS VULGARIS VE ORIGANUM MINUTIFLORUM UÇUCU YAĞLARININ IN VIVO KOŞULLARDA ANTİFUNGAL ETKİNLİĞİNİN BELİRLENMESİ
Dr. Öğr. Üyesi, Dilgeş BASKIN	Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi	OAm-Mo/ZIF-8 NANOPARTİKÜLLERİN SENTEZİ VE DSPE-FAAS İLE SULU ÖRNEKLERDE KOBALT (II) TAYİNİNE UYGULANMASI
Öğrenci, Hatice Şevval FENT Doçent, Doğançan KAHYA	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi	TÜRKİYE'DE BUĞDAYDA SÜNE (EURYGASTER INTEGRICEPS PUT. (HETEROPTERA: SCUTELLERIDAE)) MÜCADELESİNDE TAHMİN VE ERKEN UYARI SİSTEMLERİNİN DURUMU
Doç. Dr. Filiz ÜNAL Damla Nur SARIKAYA	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi	HARPİN PROTEİNLERİ: YAPISI, ETKİ MEKANİZMALARI VE SÜRDÜRÜLEBİLİR TARIMDAKİ POTANSİYEL UYGULAMALARI
Samet ŞAHİN Doç. Dr. Refik BOZBUĞA	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi	ZEYTİN YETİŞTİRİCİLİĞİNDE KÖK-UR (<i>Meloidogyne</i> spp.) VE KÖK LEZYON (<i>Pratylenchus</i> spp.) NEMATODLARININ ZARARLARI VE MÜCADELESİ
Samet ŞAHİN Doç. Dr. Refik BOZBUĞA	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi	ZEYTİN YETİŞTİRİCİLİĞİNDE TURUNÇGİL NEMATODU (<i>Tylenchulus semipenetrans</i>), VE İĞNE NEMATODLARININ (<i>Longidorus</i> spp.) ÖNEMİ



9. BİLSEL INTERNATIONAL TRUVA SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS 23-24 MAY 2026

24.05.2026

TÜRKİYE Local Time: 10:00-12:00

HEAD OF SESSION: Dr. Öğr. Üyesi Süleyman ÖNER

SESSION-1 HALL-2

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Ziraat Yüksek Mühendisi Seval BAŞAYAN RESÜLOĞLU Prof. Dr. Emel SÖZEN Prof. Dr. Yasemin EVRENOSOĞLU	Tarım ve Orman Bakanlığı Çayıralan İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü, Eskişehir Teknik Üniversitesi,	FARKLI ARMUT (PYRUS COMMUNIS) ÇEŞİT VE GENOTİPLERİNDE GENETİK ÇEŞİTLİLİĞİN SSR MARKIRLARI İLE BELİRLENMESİ
Nebihan ERKAN Gıda Yük. Müh., Eylem ODABAŞ Prof Dr., Bülent KABAK	Hitit Üniversitesi	PİRİNÇTE OKRATOKSİN A RİSKİ
Burcu DURLUPINAR ÖNCÜL Gıda Yük. Müh., Eylem ODABAŞ Prof Dr., Bülent KABAK	Hitit Üniversitesi	HAVUÇLARDA PESTİSİT KALINTI RİSKİ
Ziraat Mühendisi, Halil AKSU Prof. Dr. Süleyman SOYLU	Selçuk Üniversitesi	ŞEKER MISIRININ (Zea mays saccharata Sturt.) KULLANIM ALANLARI VE ÖNEMLİ KALİTE KRİTERLERİ
Assoc. Prof. Dr., Suleyman Ercument ONEL	Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi	ANASON (PIMPINELLA ANISUM L.) YAĞALTI SUYU İLAVESİNİN JAPON BILDIRCINLARINDA YUMURTLAMA DÖNEMİNDE PERFORMANS VE BAZI DIŞ YUMURTA KALİTE ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ
Dr. Öğr. Üyesi Süleyman ÖNER	Muğla Sıtkı Koçman University, Milas	HAVYAR YEMEKLERİ
Dr. Öğr. Üyesi Süleyman ÖNER	Muğla Sıtkı Koçman University, Milas	SEA-ROBİNS FOOD



9. BİLSEL INTERNATIONAL TRUVA SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS 23-24 MAY 2026

24.05.2026
TÜRKİYE Local Time: 10:00-12:00

HEAD OF SESSION: Doç. Dr, Emel TUĞRUL

SESSION-1 HALL-3

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Hem, Nazlı BAŞARAN Dr. Öğr. Üyesi, Gül DURAL	Fırat Üniversitesi	KEMOTERAPİ TEDAVİSİ ALAN HASTALARDA SEMPATOM KONTROLÜNDE KANITA DAYALI UYGULAMALAR
Hem, Başak Doğan ARPACI Dr. Öğr. Üyesi, Gül DURAL	Fırat Üniversitesi	YOĞUN BAKIMDA TEDAVİ GÖREN HASTALARDA GÖRÜLEN NÖROLOJİK SEMPTOMLARDA HEMŞİRELİK YÖNETİMİ
Özer ÖNER Onur UYSAL Ayla EKER SARIBOYACI Sibel GÜNEŞ BAĞIŞ Hüseyin AVCI Emilia EKENEL İbrahim EKER Hamed GHORBANPOOR Bahar DEMİR CEVİZLİDERE Merve Nur SOYKAN Tayfun ŞENGEL Burcugül ALTUĞ Nadiye BONCUKÇU Onur SÜNNETÇİ Gizem YILDIRIM	Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Çukurova Üniversitesi	hsa-miR-675-5p İLE TRANSFEKTE EDİLMİŞ İNSAN SİNOVİYAL SIVI KÖKENLİ MEZENKİMAL KÖK HÜCRELERİN TÜMÖR BASKILAYICI ETKİSİ
Süleyman. Gökhan Kara Sibel GÜNEŞ BAĞIŞ Ayla EKER SARIBOYACI Onur UYSAL Hüseyin AVCI Merve Nur SOYKAN Emilia EKENEL Bahar DEMİR CEVİZLİDERE Tayfun ŞENGEL Nuray Varol Kayapınar Nadiye Boncuğu	Eskişehir Şehir Hastanesi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Uludağ Üniversitesi	hsa-miR-150-5p İLE TRANSFEKTE EDİLMİŞ WHARTON JELİ KÖKENLİ MEZENKİMAL KÖK HÜCRELERİN İNSAN KOLOREKTAL ADENOKARSİNOM HÜCRELERİ ÜZERİNDEKİ TÜMÖR BASKILAYICI ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ
Doç. Dr. Mustafa ERGÜL	Sivas Cumhuriyet Üniversitesi	PC-3 PROSTAT KANSER HÜCRELERİNDE PLK1 İNHİBİTÖRÜ RO3280 TARAFINDAN UYARILAN APOPTOSİSİN DEĞERLENDİRİLMESİ
Doç. Dr, Emel TUĞRUL	Aydın Adnan Menderes Üniversitesi	TELE- YOĞUN BAKIM ÜNİTESİ MODELLERİ
Doç. Dr, Emel TUĞRUL	Aydın Adnan Menderes Üniversitesi	YOĞUN BAKIMDA ZAMAN YÖNETİMİ



9. BİLSEL INTERNATIONAL TRUVA SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS 23-24 MAY 2026

24.05.2026

TÜRKİYE Local Time: 10:00-12:00

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

SESSION-1 HALL-4

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
<i>Yüksek Lisans Programı Öğrencisi, Melek EROL</i>	<i>Alpu Toplum Sağlığı Merkezi</i>	<i>HEMŞİRELİK BAKIMINDA İNOVATİF DÖNÜŞÜM: TELE HEMŞİRELİK</i>
<i>Doç. Dr., Gülcan BAHÇECİOĞLU TURAN Doç. Dr., Bahar ÇİFTÇİ Dr. Öğr. Üyesi, Serpil ÖZCAN Prof. Dr., Gülçin AVŞAR Doç. Dr., Arzu SARIALİOĞLU Doç. Dr., Yasemin ERDEN Dr. Öğr. Üyesi, Güzel Nur YILDIZ</i>	<i>Fırat Üniversitesi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum Teknik Üniversitesi, Muş Alparslan Üniversitesi,</i>	<i>HİPERTANSİYON HASTALARINDA İLAÇ UYUMUNUN ARTIRILMASINDA TELE HEMŞİRELİK MÜDAHALELERİNİN ROLÜ</i>
<i>Vet. Hek., Şehrinur ÇAVUŞ Prof. Dr., Didem PEKMEZCİ</i>	<i>Ondokuz Mayıs Üniversitesi</i>	<i>KEDİ VE KÖPEKLERDE DERMATOFİTOZİS: GÜNCEL TANI-TEDAVİ STRATEJİLERİ VE ZOO NOTİK RİSKLERİN KLİNİK AÇIDAN DEĞERLENDİRİLMESİ</i>
<i>Doç. Dr., Nurgül KARAKURT Doç. Dr., Yasemin ERDEN</i>	<i>Erzurum Teknik Üniversitesi</i>	<i>ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNDE SOSYAL MEDYA BAĞIMLILIĞI, FOMO VE ÇEVİRİMİÇİ TETİKTE OLMA: BİR DERLEME</i>
<i>Öğretim Görevlisi Hilal KUL</i>	<i>Kilis 7 Aralık Üniversitesi</i>	<i>SULTANLARIN HEKİMİ MUHAMMET BİN MAHMUT ŞİRVANİ; HEZARFEN MAHMUT</i>
<i>Dr. Öğr. Üyesi , Mustafa KUL</i>	<i>Selçuk Üniversitesi</i>	<i>VETERİNER HEKİMLİKTE İNTRAOPERATİF ELEKTROCERRAHİ VE POSTOPERATİF ELEKTROTERAPİ UYGULAMALARI: GÜNCEL YAKLAŞIMLAR</i>



9. BİSEL INTERNATIONAL TRUVA SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS 23-24 MAY 2026

24.05.2026

TÜRKİYE Local Time: 10:00-12:00

HEAD OF SESSION: Prof. Dr., Kübra ÖNDER

SESSION-1 HALL-5

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
<i>Prof. Dr. Kübra ÖNDER Lisans Öğrencisi Melek ÜLGEN</i>	<i>Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi</i>	<i>TÜRKİYE TEKSTİL VE HAZIR GİYİM SEKTÖRÜNDE PİYASA YAPISININ ÇOK BOYUTLU YOĞUNLAŞMA ANALİZİ (2020-2024)</i>
<i>Prof. Dr., Kübra ÖNDER Hilal Merve DEĞİRMENCİ</i>	<i>Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi</i>	<i>TÜRKİYE DEMİR-ÇELİK SEKTÖRÜNDE PİYASA YAPISI VE YOĞUNLAŞMA DİNAMİKLERİ: 2015- 2024 DÖNEMİ ANALİZİ</i>
<i>Yüksek Lisans Öğrencisi Hande KAZANCI</i>	<i>Bartın Üniversitesi</i>	<i>DÜŞÜNCE DEN PRATİĞE: NEZİHE MUHİDDİN'İN ERKEN CUMHURİYET DÖNEMİ KADIN HAREKETİNE ETKİSİ</i>
<i>Yüksek Lisans Öğrencisi, Onur Adıgüzel</i>	<i>Selçuk Üniversitesi</i>	<i>AKILLI MAĞAZA TEKNOLOJİLERİNİN MÜŞTERİ DENEYİMİ VE SATIN ALMA DAVRANIŞINA ETKİSİ</i>
<i>Sıla ULAŞ Dr. Öğr. Üyesi, Ahmet ERTEK Yasin GÜRSOY</i>	<i>Kastamonu Üniversitesi, KTO Karatay Üniversitesi</i>	<i>HAVACILIK SEKTÖRÜNDE TOPLUMSAL CİNSİYET EŞİTSİZLİĞİNE GENEL BİR BAKIŞ: HAVALİMANI KADIN ÇALIŞANLARI ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA</i>
<i>Doç. Dr. Ahmet KASAP Buse İTİK</i>	<i>Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi</i>	<i>SAHİPLİK ETKİSİ VE FİNANSAL KARAR ALMA: DAVRANIŞSAL FİNANS PERSPEKTİFİNDEN BİR DEĞERLENDİRME</i>



9. BİSEL INTERNATIONAL TRUVA SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS 23-24 MAY 2026

24.05.2026

TÜRKİYE Local Time: 10:00-12:00

HEAD OF SESSION: Dr. Semih YURTDAS

SESSION-1 HALL-6

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Enes Eren SUZGEN Halil İbrahim COŞAR M. Emin SAHİN Hasan ULUTAS	Yozgat Bozok Üniversitesi, İzmir Bakırçay Üniversitesi	CNN VE TRANSFORMER MODELLERİ KULLANILARAK DERİN ÖĞRENMEYE DAYALI ÇOK SINIFLI SALATALIK YAPRAĞI HASTALIKLARI SINIFLANDIRMASI
Enes Eren SUZGEN Hasan ULUTAS M. Emin SAHİN	Yozgat Bozok Üniversitesi, İzmir Bakırçay Üniversitesi	OPG-DETBENCH: YOLOv8 KULLANILARAK PANORAMİK RADYOGRAFİLERDE DIŞ RESTORASYONU TESPİTİ İÇİN ULUSLARARASI BİR REFERANS ÖLÇÜTÜ
M.Sc. Student Talha TIBİKOĞLU Assoc. Prof. Dr. Zülfikar ASLAN	Gaziantep Islam Science and Technology University	COMPARISON OF SMOTE AND COST-SENSITIVE LEARNING APPROACHES IN IMBALANCED CLASS DISTRIBUTION
Bayram KONCUK Arş. Gör. Havva Sevde İSKENDER KAYA Doç. Dr. Tahir AKGÜL	Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, İstanbul Gelişim Üniversitesi,	GEÇİCİ BETONARME RÖGAR KAPAKLARININ MEKANİK PERFORMANSININ İYİLEŞTİRİLMESİ
Dr. Semih YURTDAS Prof. Dr. Cem TOZLU	Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, İzmir Katip Çelebi Üniversitesi	TBA İLE MODİFİYE EDİLMİŞ ZnO'İN ORGANİK GÜNEŞ HÜCRELERİNDE VERİM ÜZERİNE ETKİSİ
Öğrenci, Hıracan KÖZ Öğrenci, Muhammet AKBABA Öğr. Gör. Fatih GÜLTEKİN	Karabük Üniversitesi	SSH PROTOKOLÜ VE SUNUCU UZAKTAN ERİŞİM GÜVENLİĞİ



9. BİLSEL INTERNATIONAL TRUVA SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS 23-24 MAY 2026

24.05.2026

TÜRKİYE Local Time: 10:00-12:00

HEAD OF SESSION: Doç. Dr, Engin ÇEVİK

SESSION-1 HALL-7

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Master of Science Student, Hüseyin EFEER Assoc. Prof. Dr. Aziz Barış BAŞYİĞİT	Kırıkkale University	SUBMERGED ARC WELDABILITY OF P265GH PRESSURE VESSEL STEEL WITH AISI 316L STAINLESS STEEL
Yüksek Lisans Öğrencisi Yunus Emre ÖZ Doç. Dr. Adem GÖLCÜK Dr. Öğr. Üyesi Tankut AKGÜL	Selçuk Üniversitesi, Medipol Üniversitesi	KURAL TABANLI ŞARJ SİSTEMİ: GÜNEŞ ENERJİSİ VE BATARYA DESTEKLİ DİNAMİK ENERJİ YÖNETİMİ İLE ELEKTRİKLİ ARAÇ ŞARJ OPTİMİZASYONU
Tasarım ve Gömülü Sistem Mühendisi, Barış ÇAKIR Tasarım ve Gömülü Sistem Mühendisi, Ebubekir POLAT Genel Müdür Yardımcısı, Serkan KABA	Klemsan Elektrik Elektronik A.Ş. İzmir	STM32H563 ÜZERİNDE YEDİ DİJİTAL FİLTRE ALGORİTMASININ GÜRÜLTÜ AZALTMA PERFORMANSININ KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ
Öğrenci, Emir Sefa Uğurlu Öğrenci, Miray Aksoy Öğrenci, Selim Yüce Öğr. Gör. Fatih Gültekin	Karabük Üniversitesi	LINUX SUNUCU DAĞITIMLARININ KARŞILAŞTIRILMASI: UBUNTU SERVER, DEBIAN VE ALMALINUX
Ömer Faruk AKÇAY Doç. Dr, Engin ÇEVİK	KARDÖKMAK A.Ş, Demir Çelik Üretimi, Karabuk Üniversitesi	MANYETİT KONSANTRESİNİN TOZ VE BRİKET FORMUNUN SİNTER ÜRETİM VERİMİNE ETKİSİ
Ömer Faruk AKÇAY Doç. Dr, Engin ÇEVİK	KARDÖKMAK A.Ş, Demir Çelik Üretimi, Karabuk Üniversitesi	SİNTERİN MEKANİK DAYANIMI VE İNDİRGEME BOZUNMA DAVRANIŞINA TOZ VE BRİKET FORMDA MANYETİT İLAVESİNİN ETKİSİ



9. BİSEL INTERNATIONAL TRUVA SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS 23-24 MAY 2026

24.05.2026

TÜRKİYE Local Time: 10:00-12:00

HEAD OF SESSION: Prof. Dr. Mehmet Bayırlı

SESSION-1 HALL-8

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Prof. Dr. Mehmet Bayırlı Prof. Dr. Orhan Zeybek Doç. Dr. Aykut Ilgaz	Balıkesir Üniversitesi	PLATANUS ORİENTALİS VE ACER PSEUDOPLATANUS YAPRAKLARININ FRAKTAL BOYUT ANALİZİ İLE TAKSONOMİK AYRIMI
Prof. Dr. Mehmet Bayırlı Prof. Dr. Orhan Zeybek Doç. Dr. Aykut Ilgaz	Balıkesir Üniversitesi	GELENEKSEL KUADRATÜRLERDEN DERİN ÖĞRENMEYE: FİZİKSEL İNTEGRALLERİN NÜMERİK ÇÖZÜMÜNDE YÖNTEM SEÇİM KRİTERLERİ
Y.L. Öğr. Ayşenur KARABAĞ Prof. Dr. Mehmet AÇIKGÖZ	Gaziantep University	KLASİK ANALİZDEN KANIADAKİS ANALİZİNE: CHEBYSHEV POLİNOMLARININ YAPISAL İNCELENMESİ
MSc. Şafiq Mohamed Ismail Dr. Öğr. Üyesi Burak Yılmaz	Konya Technical University,	BIOMIMETIC DEEP LEARNING FOR DIFFERENTIAL DEMENTIA DIAGNOSIS: A PURKINJE CELL MODEL-INSPIRED NEURAL LAYER FOR EEG-BASED ANALYSIS
Güray GÜNAY Prof. Dr., Naci ZAFER	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi,	TOPOLOJİ OPTİMİZASYONU KULLANILARAK FDM TİPİ 3 BOYUTLU SCARA KOLU YAZICININ TASARLANMASI
Buse Ezgi IŞIKSAL Baran CENGİZOĞLU Erntal Chatzi MEMET Assoc. Prof. Dr. Cihat Çağdaş UYDUR	Trakya University	THE IMPACT OF SELF-CONSUMPTION PHOTOVOLTAIC SYSTEM INTEGRATION ON GRID PARAMETERS IN INDUSTRIAL FACILITIES: DIGSILENT ANALYSIS
Gökay ESENTÜRK Hüseyin Emirhan GENÇOĞLU Bilal ŞEN Mustafa Eray OFLUOĞLU Assoc. Prof. Dr. Cihat Çağdaş UYDUR	Trakya University	OPTIMIZATION OF VERTICAL ILLUMINANCE AND GLARE RATINGS IN STADIUM LIGHTING: A CASE STUDY BASED ON FIFA STANDARDS IN DIALUX SOFTWARE



9. BİLSEL INTERNATIONAL TRUVA SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS 23-24 MAY 2026

24.05.2026

TÜRKİYE Local Time: 10:00-12:00

HEAD OF SESSION: Doç. Dr. Salih ARSLAN

SESSION-1 HALL-9

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Doç. Dr. Yaşar Serhat YAŞGÜL Prof. Dr. Burak GÜRİŞ Araş. Gör. Buğra POLAT	Marmara Üniversitesi	TÜRKİYE EKONOMİSİNDE ENFLASYON KALICI MI?
Hakan AYÇOBAN	Karamanoğlu Mehmet bey Üniversitesi	TÜRKİYE’NİN FİLİSTİN-İSRAİL ÇATIŞMASINDAKİ TUTUMU: TARİHSEL SÜREÇ, DİNAMİKLER VE GÜNCEL POLİTİKA
Atabeg TASHPULATOV Doç. Dr. Salih ARSLAN	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi	TÜRKMENİSTAN KAMU YÖNETİMİNDE DİJİTAL DÖNÜŞÜM VİZYONU: TÜRKİYE’DEN İYİ ÖRNEKLER
Araştırma Görevlisi, Mustafa BOZOKLU	Marmara Üniversitesi	KREDİ-PARA REJİMİNİN KRİZİNE KARŞI KURUMSAL BİR YANIT: SERVET VERGİSİ, BORÇ AFFI VE MERKEZ BANKASI DİJİTAL PARASI
Dr. Öğr. Üyesi, Beylem ÇELİK Dr. Öğr. Üyesi, Yasemin ACAR UĞURLU	İstanbul Gedik Üniversitesi, İstanbul Arel Üniversitesi	HİLENİN EVRİMİ: ACFE RAPORLARI ÜZERİNE KARŞILAŞTIRMALI ANALİZ
Sedef CANAN Prof. Dr., Seçkin ARSLAN	Kayseri Üniversitesi	SERBEST BÖLGELERDE FAALİYET GÖSTEREN ÜRETİM İŞLETMELERİNDE VERGİSEL AVANTAJLARIN MUHASEBELEŞTİRİLMESİ VE FİNANSAL TABLOLARA ETKİSİ BİLDİRİ



9. BİLSEL INTERNATIONAL TRUVA SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS 23-24 MAY 2026

24.05.2026

TÜRKİYE Local Time: 10:00-12:00

HEAD OF SESSION: Prof. Dr., Özlem TAGAY

SESSION-1 HALL-10

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Büşra ULUSOY Dr. Öğr. Üyesi Filiz KUMOVA	Fatih Sultan Mehmet Vakıf Üniversitesi	BİLİNÇLİ FARKINDALIĞIN DUYGUSAL YEME İLE İLİŞKİSİNDE ÖZ-ELEŞTİREL RUMİNASYONUN ARACI ROLÜ
ARDA GÜL GÜLŞAH ERTEKİN	Nişantaşı Üniversitesi,	YETİŞKİN BİREYLERDE SOSYAL MEDYA BAĞIMLILIĞI, BİLİŞSEL ESNEKLİK VE ERKEN DÖNEM UYUMSUZ ŞEMALAR ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ
Öğr. Gör. Dr. Revşan ŞEN Bağımsız Araştırmacı, Helin Hazal ÇAKMAK	Gaziantep Üniversitesi, Bağımsız Araştırmacı	ZAMANIN RUHU VE AŞK: TINDER VE BUMBLE DİJİTAL FLÖRT UYGULAMALARININ İLİŞKİLERE ETKİSİ BAĞLAMINDA KULLANICI YORUMLARI ÜZERİNE İÇERİK ANALİZİ
Sevgi ÖZMEN YILDIRIM Prof. Dr., Özlem TAGAY	Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi	DÖNÜŞÜM YOLCULUĞU: 8 HAFTALIK YAŞANTISAL GRUP SÜRECİNİN ÜNİVERSİTE SINAVINA HAZIRLANAN ÖĞRENCİLER ÜZERİNDEKİ YANSIMALARI
Berna ERYİĞİT Prof. Dr., Özlem TAGAY Prof. Dr., Gökmen ARSLAN	Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi	GRUPLA PSİKOLOJİK DANIŞMA İLE DEĞİŞİM
Öğr. Gör. Serdar HOŞCAN	Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi,	POSTMODERNİZM VE BİLİMSEL SÖYLEM: SİĞARA KULLANIMINDA SAĞLIKÇI (BİLİMSEL) DİL
Venemin Gega, Ylli Alicka, Emirela Cenomeri, Admir Nake	University of Elbasan “Aleksandër Xhuvani” University Hospital Center “Mother Teresa”	ORDER OF DRAW IN PHLEBOTOMY AND PRE- ANALYTICAL QUALITY
Venemin Gega, Brunilda Mehilli, Admir Nake, Ylli Alicka, Rajmonda Hida Oboni, Arkida Skenderi, Ilma Toci, Gjergji Doka	Aleksander Xhuvani University of Elbasan University of Medicine, Tirana	ASSESSMENT OF NURSES KNOWLEDGE REGARDING HEMOLYSIS



9. BİLSEL INTERNATIONAL TRUVA SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS 23-24 MAY 2026

24.05.2026

TÜRKİYE Local Time: 10:00-12:00

HEAD OF SESSION: Doç. Dr. Mevlüt POYRAZ

SESSION-1 HALL-11

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Doç. Dr. Mevlüt POYRAZ	Artvin Çoruh Üniversitesi	YED-İ BEYZÂ MUCİZESİNİN ANTİK MISIR AYDINLATMA KÜLTÜRÜ BAĞLAMINDA YORUMLANMASI
Doç. Dr. Mevlüt POYRAZ	Artvin Çoruh Üniversitesi	GELENEKSEL İSRÂ VE MİRÂC TASAVVURLARININ KRİTİĞİ VE ÇAĞDAŞ FİZİK TEORİLERİ EKSENİNDE YENİDEN OKUNMASI
Mesut BAYGÜL	Batman Üniversitesi	KUR'AN-I KERİM'DE NÂSİH VE MENSÛH
Levent CİĞAL Prof. Dr. Şakir BERBER	Gazi Üniversitesi	NEVZAT KÖSOĞLU'NDA MİLLİ KİMLİĞİN KÜLTÜREL VE EĞİTSEL İNŞASI
Doç.Dr. ƏBÜLFƏZ TAHİR ƏZİMLİ	Naxçıvan Dövlət Universiteti,	AZƏRBAYCAN-SUMER ƏCDAD MİFOLOJİSİNDE VƏ NAĞILLARDA AİLƏ KAVRAMI VƏ FƏRDLƏRİNİN HƏYAT DRAMLARI



9. BİLSEL INTERNATIONAL TRUVA SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS 23-24 MAY 2026

24.05.2026

TÜRKİYE Local Time: 10:00-12:00

HEAD OF SESSION: Prof. Dr., Selhan ÖZBEY

SESSION-1 HALL-12

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
<i>Yüksek Lisans Öğrencisi, Kevser HEBİLOĞLU</i> <i>Doç. Dr. Ender KAZAK</i>	<i>Düzce Üniversitesi</i>	<i>ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN ÖĞRENME MOTİVASYONLARI İLE AKADEMİK ERTELEME DAVRANIŞLARI ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ</i>
<i>Uzman Öğretmen, Ahmet KEÇİCİ</i>	<i>Milli Eğitim Bakanlığı, 19 Mayıs İlkokulu, Düzce,</i>	<i>ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN SOSYAL MEDYA BAĞIMLILIĞI İLE OKULA BAĞLILIK DÜZEYLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ</i>
<i>Bağdagül DAROL</i> <i>Doç. Dr. Bayram GÖKBULUT</i>	<i>Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi,</i>	<i>İLKOKUL ÖĞRETMENLERİNİN ÖZYETERLİK ALGILARI</i>
<i>Prof. Dr., Selhan ÖZBEY</i> <i>Doç. Dr., Gülenaz SELÇUK</i> <i>Yüksel TAŞ</i>	<i>Manisa Celal Bayar Üniversitesi</i>	<i>OKULLARDA FUTBOL EĞİTİM PROGRAMLARI; FIFA VE UEFA</i>
<i>Prof. Dr., Selhan ÖZBEY</i> <i>Doç. Dr., Gülenaz SELÇUK</i> <i>Yüksel TAŞ</i>	<i>Manisa Celal Bayar Üniversitesi</i>	<i>FUTBOLDA SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK VE İNSAN HAKLARI STRATEJİSİ: FIFA DÜNYA KUPASI 2026</i>



9. BİLSEL INTERNATIONAL TRUVA SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS 23-24 MAY 2026

24.05.2026

TÜRKİYE Local Time: 10:00-12:00

HEAD OF SESSION: Dr. Ahmet AYDIN

SESSION-1 HALL-13

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
<i>Yüksek Lisans Öğrencisi Muhammed Khalaf Al-Ubeidi Dr. Öğr. Üyesi Ziya TAN</i>	<i>Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi,</i>	<i>SAMPLE EFFICIENCY IN DEEP REINFORCEMENT LEARNING: CHALLENGES AND CURRENT APPROACHES</i>
<i>Kometsi Raphael KHOTLE Doç. Dr. Mümtaz MUTLUE</i>	<i>1Konya Technical University,</i>	<i>MODELING AND DESIGN OF A DOUBLE-ROTOR AXIAL FLUX-REVERSAL PERMANENT MAGNET MOTOR</i>
<i>Yüksek Lisans Öğrencisi, Soner GÜNDOĞDU Prof. Dr., Bayram KILIÇ</i>	<i>Yalova Üniversitesi</i>	<i>TÜRK DENİZ KUVVETLERİ'NDE HİBRİT VE TAM ELEKTRİKLİ TAHRİK SİSTEMLERİNİN OPERASYONEL VERİMLİLİK, BAKIM LOJİSTİĞİ VE ENERJİ GÜVENLİĞİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ</i>
<i>Abdurrahim USLU Doç.Dr. Nilhan ÜRKMEZ TAŞKIN Doç.Dr. Vedat TAŞKIN</i>	<i>Trakya Üniversitesi</i>	<i>FARKLI HACİMSEL ORANLARDA SiC TAKVİYELİ AA5754 KOMPOZİTLERİN DİRENÇ NOKTA KAYNAĞI DAVRANIŞININ PARAMETRİK İNCELENMESİ</i>
<i>Arş. Gör. Dr. Ahmet AYDIN</i>	<i>Bursa Teknik Üniversitesi</i>	<i>EKLEMELİ İMALAT TEKNOLOJİLERİNDE KULLANILAN POLİMERİK MALZEMELERİN (PLA, ABS, PETG) MEKANİK VE KİMYASAL KARAKTERİZASYONU</i>



9. BİLSEL INTERNATIONAL TRUVA SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS 23-24 MAY 2026

24.05.2026

TÜRKİYE Local Time: 11:30-13:30

HEAD OF SESSION: Doç.Dr. ƏBÜLFƏZ TAHİR ƏZİMLİ

SESSION-2 HALL-14

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
<i>Nermin Qocayeva</i>	<i>Azərbaycan Devlet Pedagoji Universiteti,</i>	<i>TARİHİ HAFIZANIN KORUNMASINDA TOPONİMLERİN ROLÜ</i>
<i>Dr. Ülker Bahşiyeva</i>	<i>ADPU</i>	<i>M. FÜZULİ YARADICILIĞININ MÖVZU VƏ İDEYA XÜSUSİYYƏTLƏRİ</i>
<i>Prof. Dr. Elman Guliyev</i>	<i>Azərbaycan Dövlət Pedagoji Universiteti</i>	<i>İSMAYIL QASPIRALININ HƏYATI VƏ QƏZETÇİLİK FƏALİYYƏTİ</i>
<i>Gunel Shefiyeva</i>	<i>Azerbaijan State Pedagogical University,</i>	<i>CULTURAL AWARENESS IN ENGLISH-SPEAKING COUNTRIES</i>
<i>Qasimova Nigar Azad</i>	<i>Azərbaycan Dövlət Pedagoji Universiteti,</i>	<i>DİLÇİLİKDƏ JARGONİZMLƏR</i>
<i>Doç.Dr. ƏBÜLFƏZ TAHİR ƏZİMLİ</i>	<i>Naxçıvan Dövlət Universiteti,</i>	<i>FONOLİNGVİSTİK SƏS CİNSLƏRİ: SƏS SÖZÜN, NİTQİN İFADƏ RUHUDUR</i>
<i>Doç.Dr. ƏBÜLFƏZ TAHİR ƏZİMLİ</i>	<i>Naxçıvan Dövlət Universiteti,</i>	<i>BÜTÖV AZƏRBAYCANDA NAXÇIVAN MERİDİAN ÜFÜQLƏRİ: AĞRIDAĞDAN SAVALANA, SAVALANDAN SƏHƏNDƏ UZANAN MEKAN BAĞLILIQLARI</i>
<i>Natevan Paşayeva</i>	<i>Azərbaycan Dövlət Pedagoji Universiteti</i>	<i>PANDEMİ SONRASI AİLE EĞİTİM STRATEJİLERİ</i>
<i>Svetlana MƏMMƏDOVA</i>	<i>Azərbaycan Dövlət Pedagoji Universiteti,</i>	<i>DİLDƏ FUNKSIONAL QRAMMATİKANIN ROLU</i>
<i>P.H. Najafgulieva</i> <i>P.A. Abbasov</i>	<i>Azerbaijan Medical University,</i>	<i>ADVANCED ENERGY-BASED APPROACHES IN HEMORRHOİDAL SURGERY: A COMPARATIVE STUDY OF LASER THERAPY AND LIGASURE TECHNIQUE</i>
<i>dosent Qasimova Maya Rəhim qızı</i>	<i>Azərbaycan Dövlət Pedagoji Universiteti,</i>	<i>İBTİDAİ SİNİFLƏRDƏ AZƏRBAYCAN DİLİ DƏRSLƏRİNDƏ LAYİHƏ ƏSASLI TƏLİMİN TƏTBİQİ İMKANLARI</i>



9. BILSEL INTERNATIONAL TRUVA SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS 23-24 MAY 2026

24.05.2026

TÜRKİYE Local Time: 11:30-13:30

HEAD OF SESSION: Nafasov Ganisher Abdurashidovich

SESSION-2 HALL-15

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
<i>Nafasov Ganisher Abdurashidovich Ergashev Baxtiyor Baxriddinovich Xayrullayeva Moxinabonu Sherzodovna</i>	<i>Gulistan State University. Uzbekistan</i>	<i>INNOVATIVE APPROACHES TO ENHANCING PROFESSIONAL COMPETENCE OF FUTURE MATHEMATICS TEACHERS THROUGH DIGITAL GEOMETRY TECHNOLOGIES</i>
<i>Nafasov Ganisher Abdurashidovich Nazirov Qobiljon Qosim o'g'li A'zamova Ma'rifat Hamzayevna</i>	<i>Gulistan State University. Uzbekistan</i>	<i>DEVELOPING STUDENTS' SPATIAL THINKING AND ITS PEDAGOGICAL SIGNIFICANCE</i>
<i>Nafasov Ganisher Abdurashidovich Umarjonova Maxfirat Umidjonovna , Mamatkarimova Durdona Ikrom qizi</i>	<i>Gulistan State University. Uzbekistan</i>	<i>PEDAGOGICAL TECHNOLOGY FOR DEVELOPING STUDENTS' SPATIAL IMAGINATION BASED ON A SYNERGETIC APPROACH</i>
<i>Gaimnazarov Olimjon Gulmurodovich Xikmatova Gulruh O'sar qizi , Ravshanova Sadabgul Azamat qizi</i>	<i>Gulistan State University. Uzbekistan</i>	<i>PEDAGOGICAL DESIGN TECHNOLOGY FOR DEVELOPING STUDENTS' SPATIAL IMAGINATION BASED ON PEDAGOGICAL- SYNERGETIC PRINCIPLES</i>
<i>Dushaboyev Olimjon Nazarovich Halimjonov Jamshid Panji o'g'li , Abdurashidov Javoxir Farxod o'g'li</i>	<i>Gulistan State University. Uzbekistan</i>	<i>SOLVING PROBLEMS THAT DEVELOP STUDENTS' SPATIAL IMAGINATION BASED ON DESIGN TECHNOLOGY</i>
<i>Nafasov Ganisher Abdurashidovich Shermatov Abduxoliq Sattorkulovich , Turaboev Og'abek Usan o'g'li</i>	<i>Gulistan State University. Uzbekistan</i>	<i>IMPROVING THE EFFECTIVENESS OF MATHEMATICS TEACHING BASED ON STEM TECHNOLOGIES</i>
<i>Ergashev Baxtiyor Baxriddinovich Rahimjonov Sanjarbek Qobiljon o'g'li , Teshayev Bekmurod Furqat o'g'li</i>	<i>Gulistan State University. Uzbekistan</i>	<i>METHODOLOGY FOR DEVELOPING CREATIVE COMPETENCIES OF FUTURE MATHEMATICS TEACHERS</i>
<i>Nafasov Ganisher Abdurashidovich Ashirqulov Azizbek Shavkat o'g'li , Mustafauqulov Samandar Ilhom o'g'li</i>	<i>Gulistan State University. Uzbekistan</i>	<i>DEVELOPING STUDENTS' CRITICAL THINKING THROUGH MATHEMATICAL PROBLEMS</i>
<i>Olimov Bahriddin Jalol o'g'li , Nafasov Ganisher Abdurashidovich Eshmamatov Davron Mamarasul o'g'li</i>	<i>Gulistan State University. Uzbekistan</i>	<i>FORMING LOGICAL THINKING THROUGH GEOMETRIC PROBLEMS</i>
<i>Narjigitov Husanbay Kuchkarova Sarvinoz Ilhom qizi Jonibekova Malikaxon Davronbek qizi</i>	<i>Gulistan State University. Uzbekistan</i>	<i>DEVELOPING STUDENTS' ANALYTICAL THINKING BASED ON MATHEMATICAL MODELING</i>



9. BILSEL INTERNATIONAL TRUVA SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS 23-24 MAY 2026

24.05.2026

TÜRKİYE Local Time: 11:30-13:30

HEAD OF SESSION: Hendri Hermawan ADINUGRAHA

SESSION-2 HALL-16

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
<i>Rohmatunni'mah</i>	<i>Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan</i>	<i>THE CONCEPT OF ENVIRONMENTAL ETHICS IN ISLAM AND ITS RELEVANCE TO ECOLOGICAL EDUCATION</i>
<i>Hani Hidayah, Velisah Intan Editriya, Siska Afriani</i>	<i>State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan</i>	<i>GLOBAL BRAND INNOVATION IN THE HALAL CREATIVE SECTOR: CONSUMER BEHAVIOR, SUPPLY CHAIN INTEGRITY, AND TRANSNATIONAL MARKET DYNAMICS</i>
<i>Yulianti Aulia Diana Mohamad Erik Saputra M. Zulfa Attamama</i>	<i>IState Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan,</i>	<i>DIGITAL INVESTMENT AS A TREND OR NECESSITY: AN ANALYSIS OF THE RATIONALITY OF ECONOMIC BEHAVIOR IN SOCIETY</i>
<i>Velisah Intan Editriya Hani Hidayah Siska Afriani</i>	<i>Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan,</i>	<i>DIGITAL MARKETING AND HALAL CERTIFICATION AS DETERMINANTS OF GLOBAL COMPETITIVENESS FOR INDONESIAN HALAL MSMES</i>
<i>Siska Afriani Hani Hidayah Velisah Intan Editriya</i>	<i>Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan,</i>	<i>THE DEVELOPMENT OF DIGITALIZATION IN INDONESIA: CHALLENGES AND OPPORTUNITIES IN THE ERA OF THE INDUSTRIAL REVOLUTION 4.0</i>
<i>Widia Reza Valentina Nala Maghfiroh Navila Bunga Safira</i>	<i>Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan,</i>	<i>PARTNERSHIP MODEL OF BUMDES AND SHARIA PAWNSHOPS IN INCREASING THE LIQUIDITY AND GOLD INCLUSION OF THE VILLAGE COMMUNITY</i>
<i>Nafila Tri AFRIZA Takawa MAFAZA Laroena Nadia Ayu FATHMASARI Alfi Anita SASIA</i>	<i>Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan,</i>	<i>RUPIAH DEPRECIATION AMID GLOBAL ECONOMIC UNCERTAINTY: CHALLENGES TO INDONESIA'S FINANCIAL STABILITY AND ECONOMIC RESILIENCE</i>
<i>Zulfa Nur Aini Diah Ayu Sakinah Laelatunisa</i>	<i>Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan,</i>	<i>ANALYSIS OF TRANSPARENCY IN THE MANAGEMENT OF INDEPENDENCE DAY CONTRIBUTION FUNDS AT SEMUT VILLAGE, WONOKERTO DISTRICT, PEKALONGAN</i>
<i>Alfat Ibnu Firdan Affan Riffan Hakim Hana Vauziyah Khafidhatul Afida</i>	<i>Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan,</i>	<i>ANALISIS PENERAPAN AKUNTANSI SYARIAH PADA BISNIS MODERN</i>



9. BILSEL INTERNATIONAL TRUVA SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS 23-24 MAY 2026

24.05.2026

TÜRKİYE Local Time: 11:30-13:30

HEAD OF SESSION: Professor Valentina MARINESCU

SESSION-2 HALL-17

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
<i>Assoc.prof.dr. Valbon Bytyqi</i>	<i>University of Prishtina, Kosovo.</i>	<i>NATURAL CONDITIONS, HUMAN IMPACTS AND FLOOD VULNERABILITY IN KOSOVO</i>
<i>Lecturer, Ramona MARINACHE Professor Valentina MARINESCU</i>	<i>University of Bucharest,</i>	<i>ROMANIAN MEDICINE FROM THE LATE 18TH CENTURY TO THE EARLY 20TH CENTURY</i>
<i>Professor Valentina MARINESCU Lecturer, Ramona MARINACHE</i>	<i>University of Bucharest,</i>	<i>ROMANIAN MEDICAL SCIENCES BETWEEN ANTIQUITY AND MODERN ERA</i>
<i>SABINA OSMANI</i>		<i>“WORDS AT THE BEGINNING” A CASE STUDY ON VOCABULARY INSTRUCTION THROUGH TEACHERS’ REFLECTIONS IN ALBANIA’S EARLY ENGLISH PROGRAM</i>
<i>Sándor FÖLDVÁRI</i>	<i>Debrecen University,</i>	<i>LACRIMATION (WEEPING) OF VIRGIN MARY DURING THE AVAR SIEGE IN 626 AS DEPICTED IN THE HYMN OF GEORGIOS PISIDES</i>
<i>Gjylai ALIJA</i>	<i>State University of Tetova,</i>	<i>APPLICATION OF BIOANALYTICAL METHODS TO ASSESS VITAMIN A LEVELS IN DIETARY SUPPLEMENTS AND ITS IMPORTANCE FOR PUBLIC HEALTH</i>
<i>Mcs Vullnet Manushi Mcs Marlind Manushi</i>	<i>Sports University of Tirana</i>	<i>THE IMPACT OF FUNCTIONAL FOOTBALL TRAINING ON SPEED, AGILITY, AND SHOOTING PRECISION IN PARTIZANI U19 PLAYERS</i>
<i>Lindita Ademi, Valbon Ademi</i>	<i>University of Tetova,</i>	<i>INTELLIGENT INTERFACE MODEL FOR ALBANIAN LANGUAGE</i>
<i>Irina-Ana DROBOT</i>	<i>Technical University of Civil Engineering Bucharest,</i>	<i>AN ANALYSIS OF A HAIKU POEM ABOUT SPRING BY MARA FACCIONI</i>
<i>Irina-Ana DROBOT</i>	<i>Technical University of Civil Engineering Bucharest,</i>	<i>AN ANALYSIS OF A HAIKU POEM ABOUT LAST SNOW BY MARIA TERESA SISTI</i>
<i>Irina-Ana DROBOT</i>	<i>Technical University of Civil Engineering Bucharest,</i>	<i>AN ANALYSIS OF A HAIKU POEM ABOUT LINDEN BLOSSOMS BY ALVIN B. CRUZ</i>
<i>Dr. Mohammad Jafar Chamankar</i>	<i>Urmia University, Iran/</i>	<i>COMBATING THE PHENOMENON OF SMUGGLING IN THE PERSIAN GULF AND THE SEA OF OMAN DURING THE FIRST PAHLAVI ERA</i>
<i>Leonora BAJRAMI</i>	<i>'South East European University,</i>	<i>THE IMPACT OF THE TRUMP ADMINISTRATION ON THE KOSOVO-SERBIA DIALOGUE: TRANSATLANTIC DIVERGENCE OR CONSTRUCTED PERCEPTION?</i>



9. BİLSEL INTERNATIONAL TRUVA SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS 23-24 MAY 2026

24.05.2026

TÜRKİYE Local Time: 11:30-13:30

HEAD OF SESSION: Moses Adeolu AGOI

SESSION-2 HALL-18

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Hana Vauziyah Khafidhotul Afida Alfat Ibnu Firdan Afan Rifan Hakim	Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan,	ASSESSING THE IMPLEMENTATION OF IFRS S1 AND S2 SUSTAINABILITY DISCLOSURES: IMPLICATIONS FOR FINANCIAL REPORTING QUALITY
Sufa,faela,najma Amandhita,amalia,ayu Enriq,savana,kamila Shalsalavena,sheptiani,waynee Arifin,nuril,maulida	Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan,	GOVERNMENT STRATEGIES TO ADDRESS UNEMPLOYMENT IN INDONESIA
Shalsalavena Sheptiani Waynee, Amandhita Amelia Ayu, Sufa Faela Najma, Enriq Savana Kamila, Arifin Nuril Maulida	Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan,	PRODUCT PERSONALIZATION: THE KEY TO E-COMMERCE CUSTOMER LOYALTY
Ita Idzil Qurba, Chusnul Aulia Hadi, Afwa Zanuba	Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan,	THE IMPACT OF EARLY FINANCIAL EDUCATION WITHIN THE FAMILY ENVIRONMENT ON ADOLESCENT CONSUMPTION BEHAVIOR
Maulani Dwi Novi Fitri , Fitriyani Julia Fadhilah Ida Suryani Amalia Risna Vika	Universitas Islam Negeri K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan,	THE ROLE OF SHARIA AUDITS IN INCREASING PUBLIC TRUST IN ISLAMIC FINANCIAL INSTITUTIONS
Moses Adeolu AGOI Dr Muhammad Faisal Hendri Hermawan ADINUGRAHA Emmanuel Taiwo AGOI	Lagos State University of Education, Lagos Nigeria. Universitas Islam Negeri K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan. Loughborough University, United Kingdom.	CONSTRUCTION 4.0: DIGITAL INNOVATION AND ECONOMIC TRANSFORMATION IN THE GLOBAL BUILT ENVIRONMENT
Lafita Atiyani 1 , Eka Fairus Sabila	Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan,	THE ROLE OF DIGITAL GOVERNMENT IN INCREASING GENERATION Z PARTICIPATION IN PUBLIC POLICY
Callysta Catriona Marshanda	Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan,	THE RELATIONSHIP BETWEEN SCIENCE AND RELIGION IN MODERN SOCIETY
Suryani Fitriyani Julia Fadhilah Ida Maulani Dwi Novi Fitri	Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan,	THE ROLE OF ISLAMIC ACCOUNTING IN SUPPORTING FAIR AND ETHICAL TAXATION SYSTEMS



9. BİLSEL INTERNATIONAL TRUVA SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS 23-24 MAY 2026

24.05.2026

TÜRKİYE Local Time: 11:30-13:30

HEAD OF SESSION: MUHAMMAD FAISAL

SESSION-2 HALL-19

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
HASSAN ZARIOUH ADIL ZEROUALI AMRI	(CRMEFO),	THE PARADIGM OF ERROR AND THE NOTION OF OBSTACLE III
HASSAN ZARIOUH MOUNIA MOUZOURI	(CRMEFO),	LINKS BETWEEN KNOWLEDGE AND STUDENT BEHAVIOR WHEN FACED WITH A TASK
MUHAMMAD FAISAL		DEEP REINFORCEMENT LEARNING FOR AUTONOMOUS FLEET MANAGEMENT AND YIELD OPTIMIZATION IN SMART DEEP-SEA FISHERIES
BELAID Abdelaali BOURAS Brahim HASNAOUI Mohammed Islam Charaf Eddine BOURAS Oussama BOUAYED-AGHA Souheyla KAHOUDJI Chaima	(LAEPO) University of Tlemcen-Alegria	ECO-FRIENDLY CARBOXYMETHYLCELLULOSE-BASED COPOLYMERS AS EFFECTIVE CORROSION INHIBITORS FOR MILD STEEL IN ACIDIC MEDIA
MUHAMMAD FAISAL	Allama Iqbal Open University	SWARM INTELLIGENCE FOR OPTIMIZING DISASTER RESPONSE AND HIGH-VELOCITY INTERNATIONAL MICRO-FUNDRAISING
Muhammad Zamin Muhammad Adnan	Kohat University of Science and Technology	WILD EDIBLE PLANTS AND SUSTAINABLE FOOD SYSTEMS: AN ETHNOBOTANICAL STUDY FROM NORTHERN PAKISTAN
Edgina Amelia Asih, Meitya Djasmine Hayati	Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan,	THE BIOPHILIA EFFECT: ANALYZING THE PSYCHOLOGICAL BENEFITS OF NATURAL ENVIRONMENTS IN URBAN CENTERS
Risna Vika Amalia, Ida Fadhilah, Dwi Novi Fitri	Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan,	DIGITAL NAVIGATION VS. TRADITIONAL COMPASS: SURVIVAL CHALLENGES IN TODAY'S TROPICAL RAINFORESTS
Laroena Nadia Ayu FATHMASARI Nafila Tri AFRIZA Takawa MAFAZA Alfi Anita SASIA	State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan,	THE TRANSFORMATION OF THE ISLAMIC DIGITAL ECONOMY IN ENCOURAGING THE GROWTH OF THE HALAL INDUSTRY IN INDONESIA
Afan Rifan Hakim Hana Vauziyah Khafidhotul Afida Alfat Ibnu Firdan	State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan,	THE ROLE OF FINANCIAL RECORDING PRACTICES IN STRENGTHENING SMALL BUSINESS ECONOMIC STABILITY
Athaya CANDRAKANTA Abelia INTANI Lailatul MAULIDYA	State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan,	HALAL PRODUCT INNOVATION AS AN EFFORT TO DEVELOP SHARIA-BASED BUSINESSES



9. BİLSEL INTERNATIONAL TRUVA SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS 23-24 MAY 2026

24.05.2026

TÜRKİYE Local Time: 11:30-13:30

HEAD OF SESSION: PhD Petronela Daniela FERARU

SESSION-2 HALL-20

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Laelatunisa Zulfa Nur Aini Diah Ayu Sakinah	Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid	<i>THE ROLE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE (AI) IN CHANGING STUDENT LEARNING STYLES</i>
Meitya Djasmine Hayati, Edgina Amelia Asih	Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid	<i>COMPARISON OF UTILITY AND MASLAHAH IN (ISLAMIC) ECONOMICS</i>
Kamila Savana Enriq , Ayu Amelia Amandhita, Najma Faella Sufa, Waynee Sheptiani Shalsalavena , Maulida Nuril Arifin	Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan,	<i>THE EFFECTIVENESS OF BI-RATE REDUCTION ON BANK CREDIT DISTRIBUTION IN INDONESIA IN 2025</i>
Nayla Tara Chantika	Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan,	<i>THE ROLE OF ONLINE PRODUCT REVIEWS ON CONSUMER PURCHASE DECISIONS IN E-COMMERCE: A LITERATURE REVIEW</i>
Slamet Riyadi	Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan,	<i>THE IMPLEMENTATION OF ISLAMIC ACCOUNTING STANDARDS AND THEIR ROLE IN ENHANCING FINANCIAL TRANSPARENCY AND ACCOUNTABILITY IN SHARIA-BASED FINANCIAL INSTITUTIONS</i>
PhD Petronela Daniela FERARU	National College Iași and “Ion Neculce” High School,	<i>FROM HUMAN KNOWLEDGE TO ALGORITHMIC MEDIATION: ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND THE RECONSTRUCTION OF EDUCATIONAL LEGITIMACY</i>
PhD Petronela Daniela FERARU	National College Iași and “Ion Neculce” High School,	<i>MIGRATION, IDENTITY, AND SOCIAL COHESION: SOCIOLOGICAL INTERPRETATIONS OF DEMOGRAPHIC TRANSFORMATION IN THE EUROPEAN UNION</i>
PhD Petronela Daniela FERARU	National College Iași and “Ion Neculce” High School,	<i>YOUTH MIGRATION AND THE CRISIS OF REGIONAL SUSTAINABILITY: EDUCATIONAL ASPIRATIONS AND BRAIN DRAIN IN EASTERN EUROPE</i>
Muhammad Umar Chasani	Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan,	<i>TRANSFORMATION OF CONVENTIONAL HOTELS TOWARD A MUSLIM FRIEND CONCEPT: MANAGERS' MOTIVATION AND BARRIERS</i>
Citra Karina	K.H. Abdurrahman Wahid State Islamic University	<i>THE INFLUENCE OF E-COMMERCE ON SMALL BUSINESSES</i>
MSC. Armanda Xhani Baça		<i>“THE USE OF EDUCATIONAL GAMES IN TEACHING MATHEMATICS IN PRIMARY EDUCATION”</i>
MSC. Armanda Xhani Baça		<i>CREATIVE METHODS IN PRIMARY EDUCATION</i>



9. BILSEL INTERNATIONAL TRUVA SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS 23-24 MAY 2026

24.05.2026

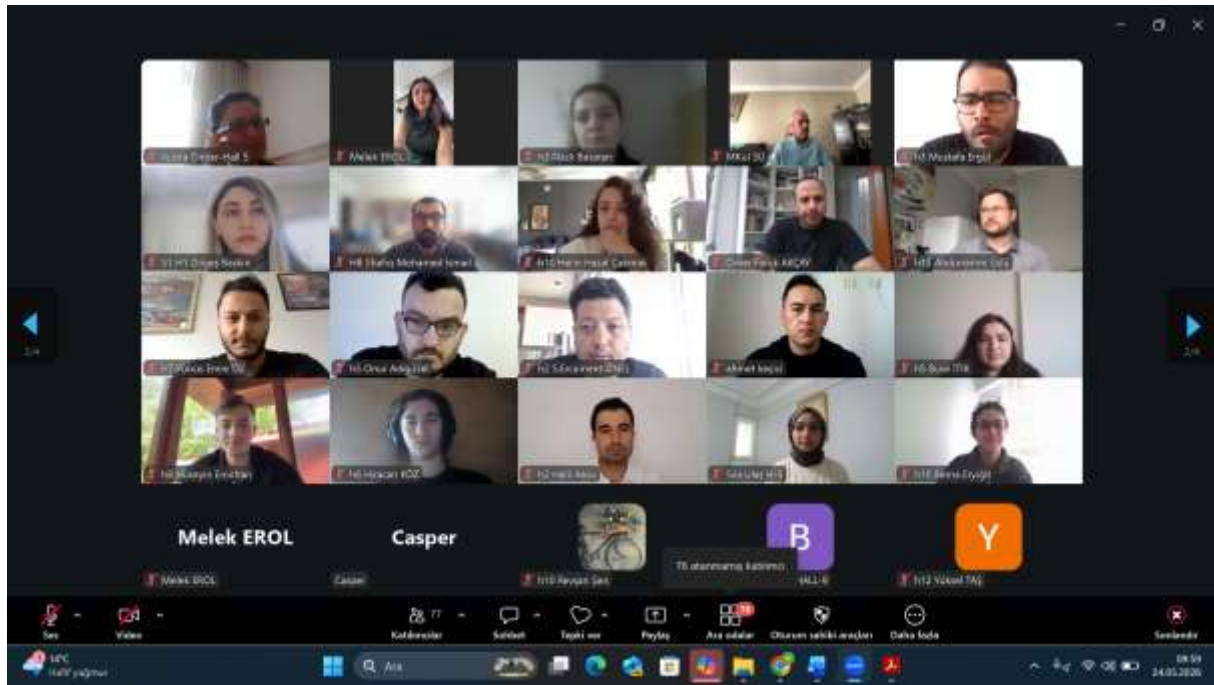
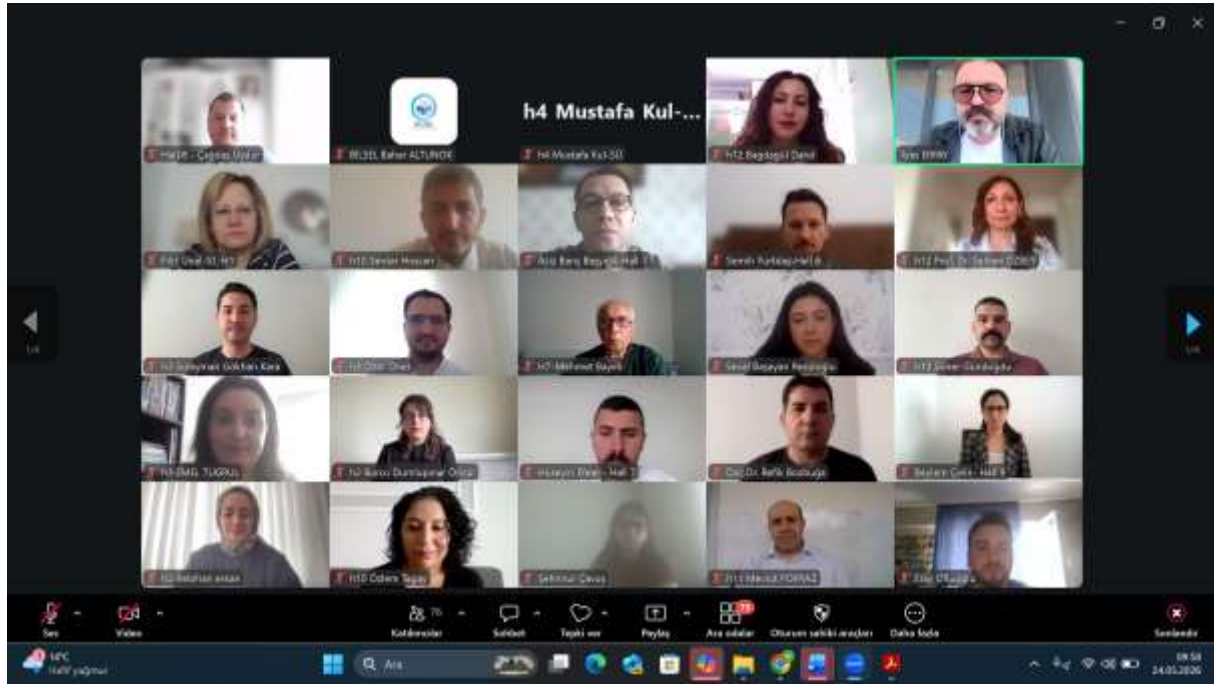
TÜRKİYE Local Time: 11:30-13:30

HEAD OF SESSION: Muhammad Umar Chasani

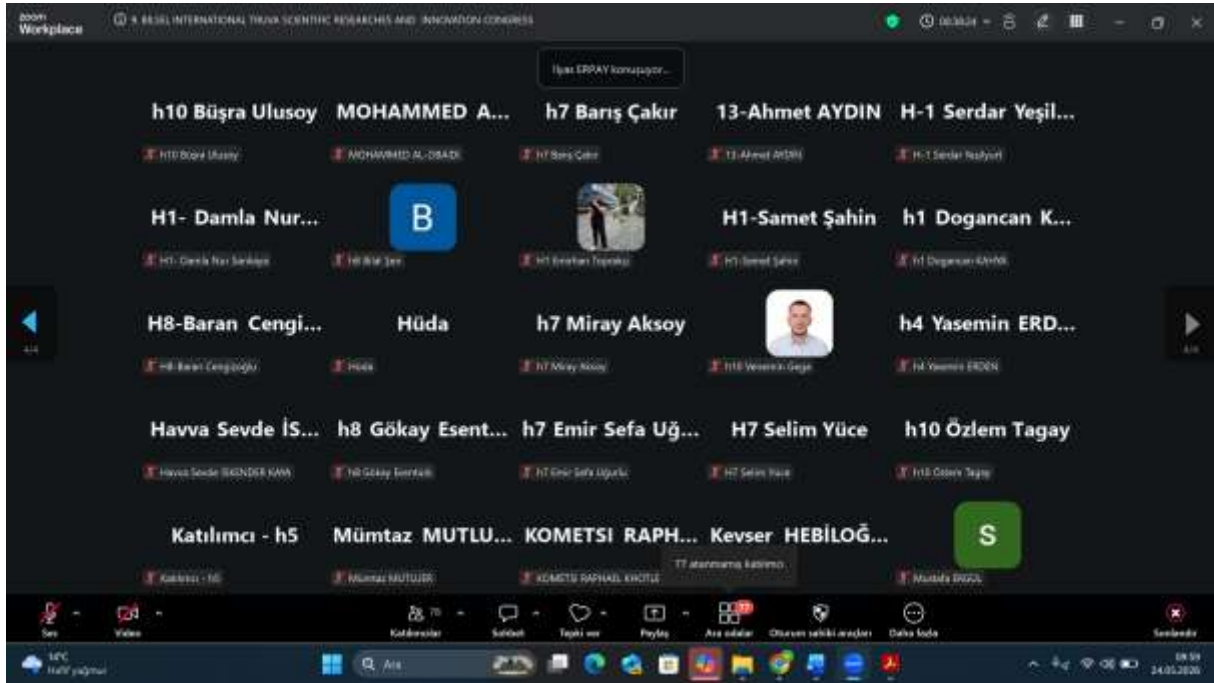
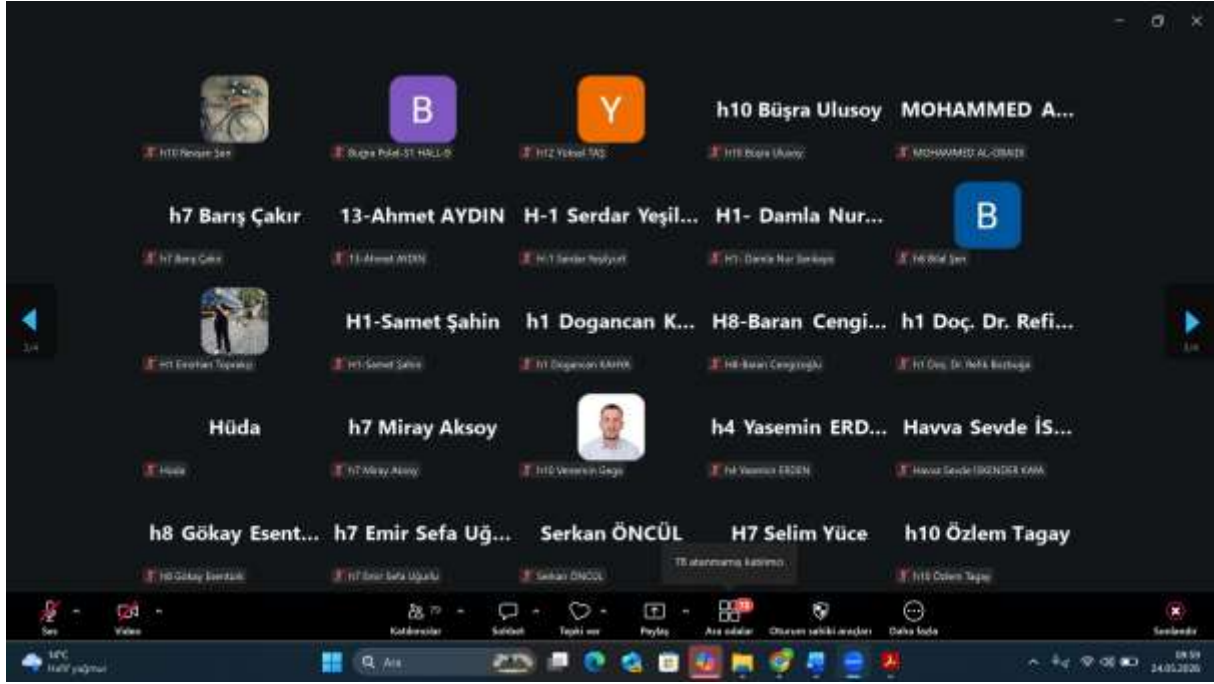
SESSION-2 HALL-21

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
<i>Arlenti Lidya KIRANI</i>	<i>Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan,</i>	<i>THE ROLE OF SHARIA AUDITORS IN MAINTAINING ISLAMIC FINANCIAL COMPLIANCE</i>
<i>Elsa Nor ROHMA</i>	<i>Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan,</i>	<i>THE IMPACT OF ENVIRONMENTAL, SOCIAL, AND GOVERNANCE (ESG) ON CORPORATE FINANCIAL PERFORMANCE.</i>
<i>Elsa Triana Vikky Amelia Putri Sheilla Nurul Mauliddah Farras Tsabitah Ikke Nur Khasanah</i>	<i>Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan,</i>	<i>THE ROLE OF SHARIA COOPERATIVES: KSPPS KOPENA IN BUILDING ECONOMIC INDEPENDENCE FOR RURAL WOMEN</i>
<i>Auliyail Izzah</i>	<i>Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan,</i>	<i>UTILIZATION OF ISLAMIC FINANCIAL TECHNOLOGY TO IMPROVE COMMUNITY WELFARE</i>
<i>Vikky Amelia Putri</i>	<i>Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan,</i>	<i>INTEGRATING ARTIFICIAL INTELLIGENCE INTO SHARIA ACCOUNTING FRAMEWORKS: OPPORTUNITIES AND ETHICAL GOVERNANCE FOR ISLAMIC FINANCIAL INSTITUTIONS</i>
<i>Ajeng Virjatullah Aziz</i>	<i>Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan,</i>	<i>THE ROLE OF ISLAMIC VALUES IN ENHANCING PRODUCTION ETHICS</i>
<i>Kurnia Andini</i>	<i>Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan,</i>	<i>THE IMPACT OF ISLAMIC ACCOUNTING IMPLEMENTATION ON TRANSPARENCY AND ACCOUNTABILITY IN FINANCIAL REPORTING OF ISLAMIC FINANCIAL INSTITUTIONS IN INDONESIA</i>
<i>Muhammad Umar Chasani</i>	<i>Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan,</i>	<i>A PHENOMENOLOGICAL ANALYSIS OF CONVENTIONAL HOTEL OWNERS' INTENTIONS TO TRANSFORM TOWARD HALAL TOURISM MANAGEMENT: A PERSPECTIVE FROM LINGGO ASRI HOTEL, PEKALONGAN</i>
<i>Risna Vika Amalia, Ida Fadhilah, Dwi Novi Fitri</i>		<i>CRACKING THE ALGORITHM: HOW TO MAXIMIZE YOUR AFFILIATE SALES PERFORMANCE</i>

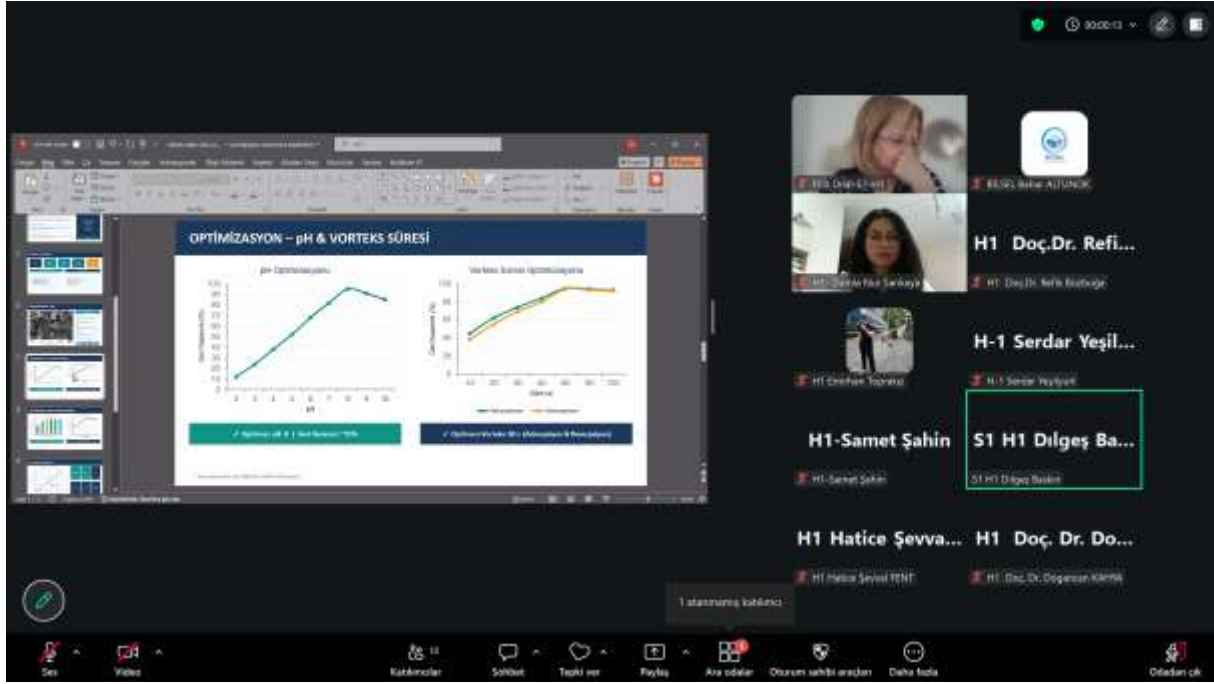
9. BİLSEL INTERNATIONAL TRUVA SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS 23-24 MAY 2026



9. BİLSEL INTERNATIONAL TRUVA SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS 23-24 MAY 2026



9. BİLSEL INTERNATIONAL TRUVA SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS 23-24 MAY 2026

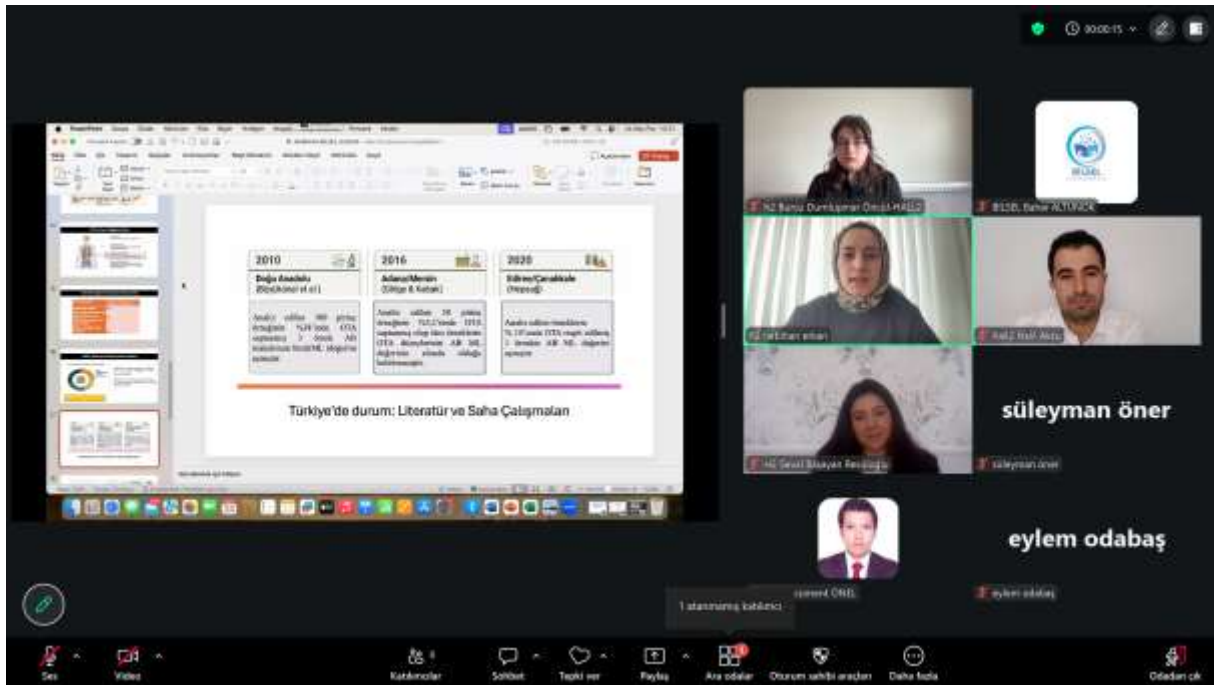


The screenshot shows a Zoom meeting interface. The main window displays a presentation slide titled "OPTİMİZASYON - pH & VORTEKS SÜRESİ". The slide contains two line graphs. The left graph is labeled "pH Optimizasyonu" and shows a curve that rises from approximately (0, 10) to a peak of about 100 at pH 10, then slightly declines. The right graph is labeled "Vortex Süresi Optimizasyonu" and shows a curve that rises from approximately (0, 10) to a peak of about 100 at 1000 seconds, then slightly declines. Below the graphs are two buttons: "Optimasyon pH 10 1000 Saniye - 1000" and "Optimasyon pH 10 1000 Saniye - 1000".

On the right side of the Zoom window, there is a grid of participant video feeds. The participants listed are:

- H1 Doç.Dr. Refi...
- H1 Doç.Dr. Refi...
- H1 Serdar Yeşil...
- H1-Samet Şahin
- H1 Hatice Şevva...
- H1 Doç. Dr. Do...

At the bottom of the Zoom window, there is a toolbar with icons for chat, video, screen sharing, and other controls.



The screenshot shows a Zoom meeting interface. The main window displays a presentation slide titled "Türkiye'de durum: Literatür ve Saha Çalışmaları". The slide contains a table with data for the years 2010, 2016, and 2020.

2010	2016	2020
Doğru Adresli (Doğru Adresli)	Adresli/Mezari (Adresli/Mezari)	Bilimsel/Genel (Bilimsel/Genel)
Ankara'da 100 kişi (Ankara'da 100 kişi)	Ankara'da 100 kişi (Ankara'da 100 kişi)	Ankara'da 100 kişi (Ankara'da 100 kişi)
100 kişi (100 kişi)	100 kişi (100 kişi)	100 kişi (100 kişi)
100 kişi (100 kişi)	100 kişi (100 kişi)	100 kişi (100 kişi)

Below the table, the text "Türkiye'de durum: Literatür ve Saha Çalışmaları" is displayed.

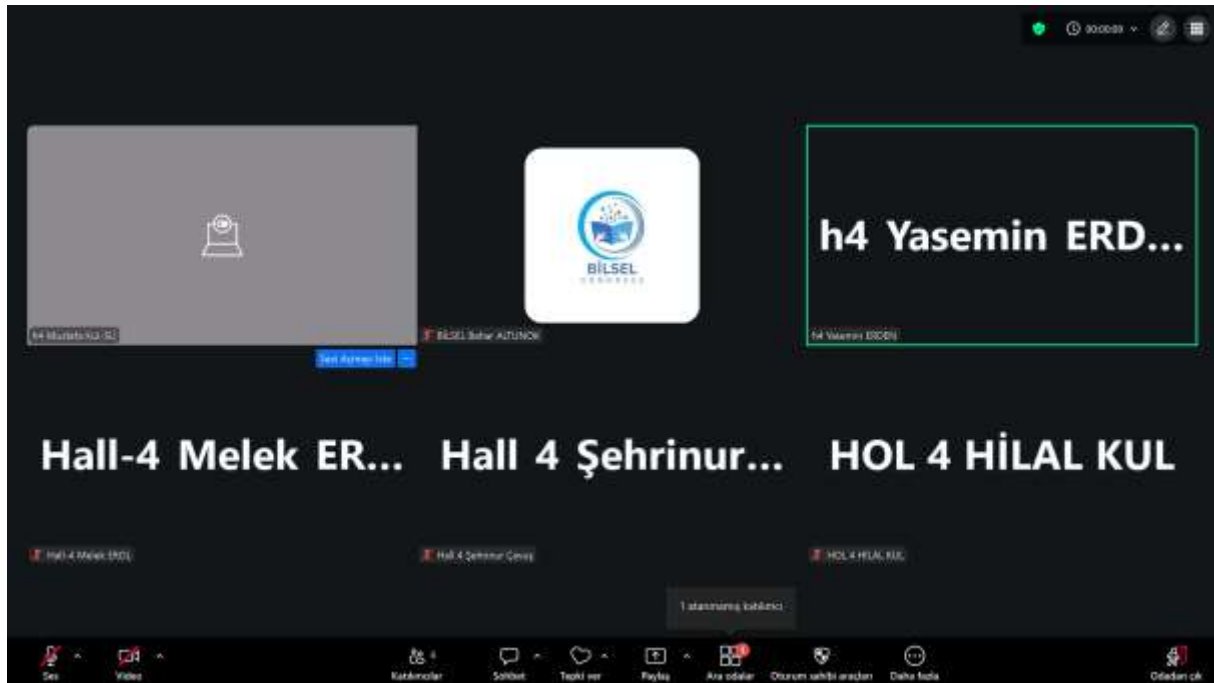
On the right side of the Zoom window, there is a grid of participant video feeds. The participants listed are:

- N2 Başu Dursunlar Ocağın...
- BİSİD, BİRER ALTYAZI...
- Süleyman Öner
- Eylem Odabaş

At the bottom of the Zoom window, there is a toolbar with icons for chat, video, screen sharing, and other controls.



9. BİLSEL INTERNATIONAL TRUVA SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS 23-24 MAY 2026



9. BİLSEL INTERNATIONAL TRUVA SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS 23-24 MAY 2026

[illegible]

9. BİLSEL INTERNATIONAL TRUVA SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS 23-24 MAY 2026

İşari ERYAY konuşuyor...

SONUÇLAR

- Kule-based projeler, IV yapay güney enerji ve teknoloji desteğiyle optimize edilir.
- Enerji maliyetlerini düşürürken, yerel ve ulusal enerji politikalarıyla uyumlu olur.
- Yerel talep ve üretim kapasitelerinde önemli gelişmeler.
- Enerji, Ekonomi, Sürdürülebilirlik projeleri.

Dinlediğiniz İçin Teşekkür Ederim!

1 oturumun katılımcısı

Sev, Video, Katılımcılar, Sohbet, Tebliğler, Paylaş, Araçlar, Durum sahifesi araçları, Daha fazla, Odağın çık

2 kişi beklemeye devam ediyor Gösteriliyor

H8 Mehmet Bayrak H8 Bülent ALTUNOK H8 Mehmet Ali BOZ H8 Eray Oflu...

H8-Baran Cengiz... **h8 Gökay Esentürk** **h8 Hüseyin Emir...**

H8 Baran Cengiz... H8 Gökay Esentürk H8 Hüseyin Emir...

AYŞENUR KARA... **HALL 8 Guray** **Hall 8 Eray Oflu...**

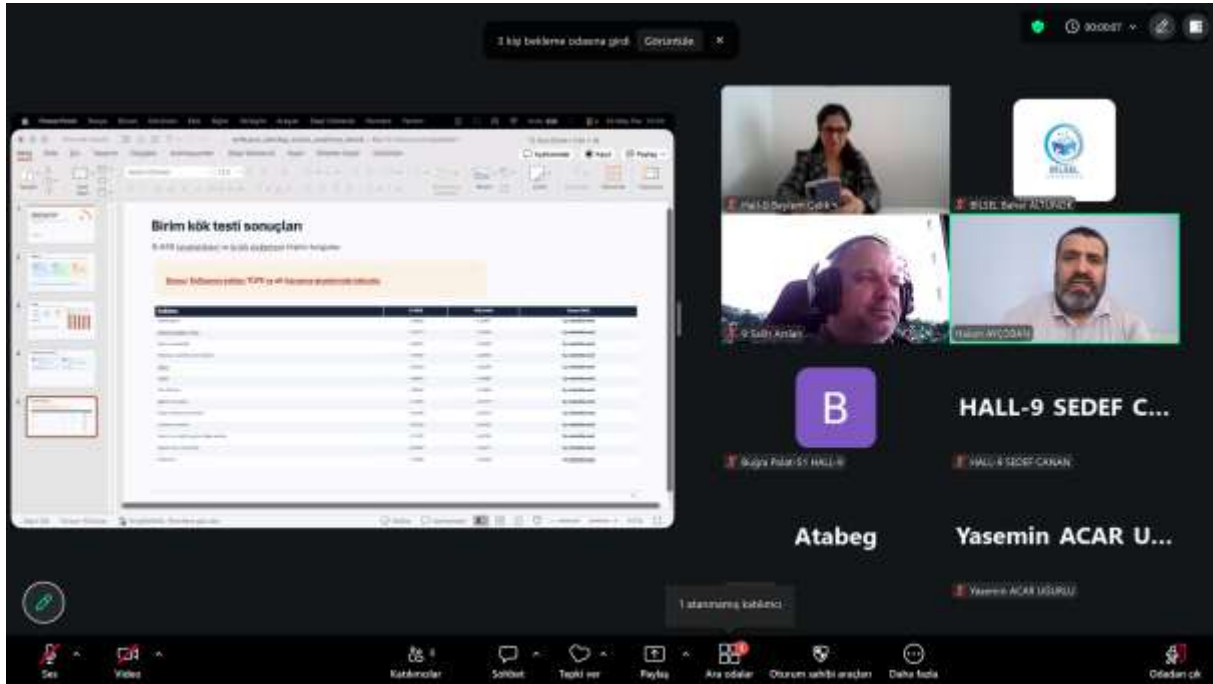
Hall 8 - Çaylak Yılmaz AYŞENUR KARA HALL 8 HALL 8 Guray Hall 8 Eray Oflu...

Büşra demez S1H5

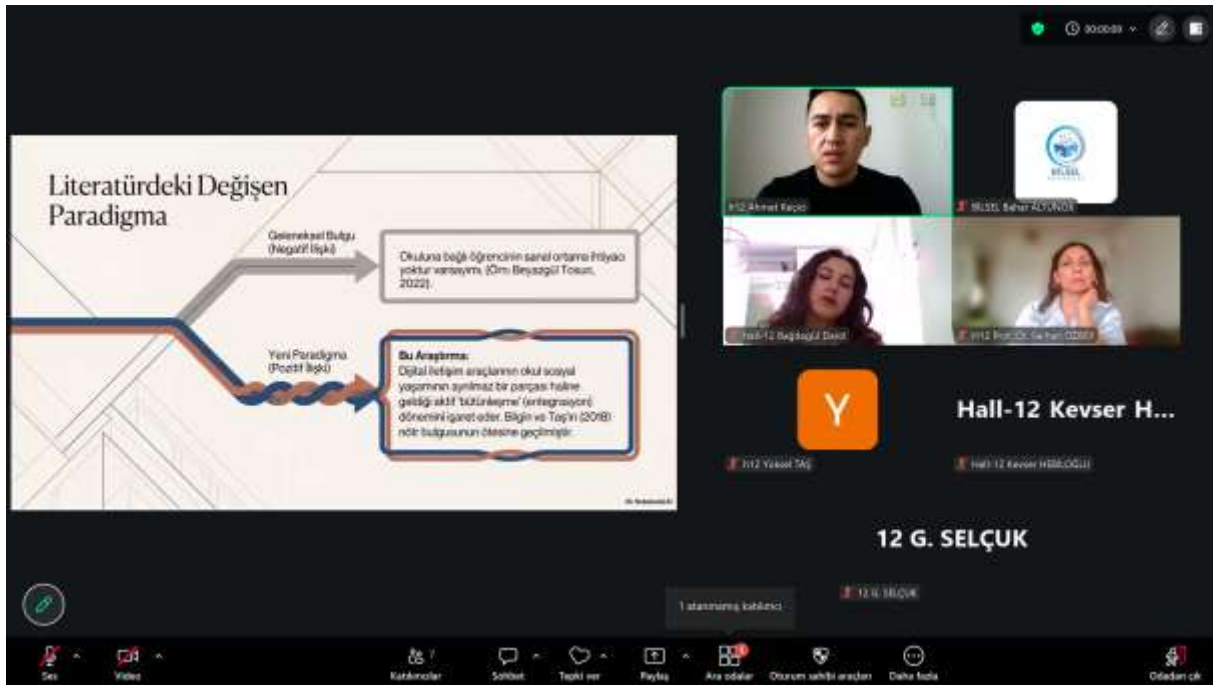
1 oturumun katılımcısı

Sev, Video, Katılımcılar, Sohbet, Tebliğler, Paylaş, Araçlar, Durum sahifesi araçları, Daha fazla, Odağın çık

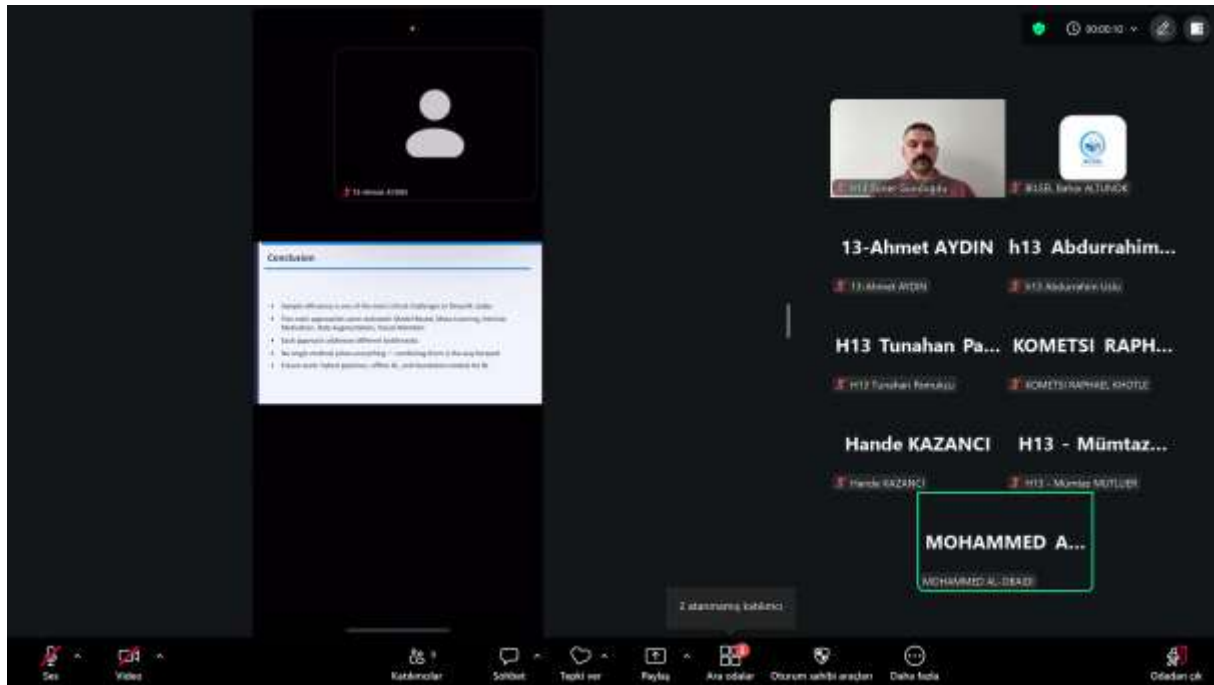
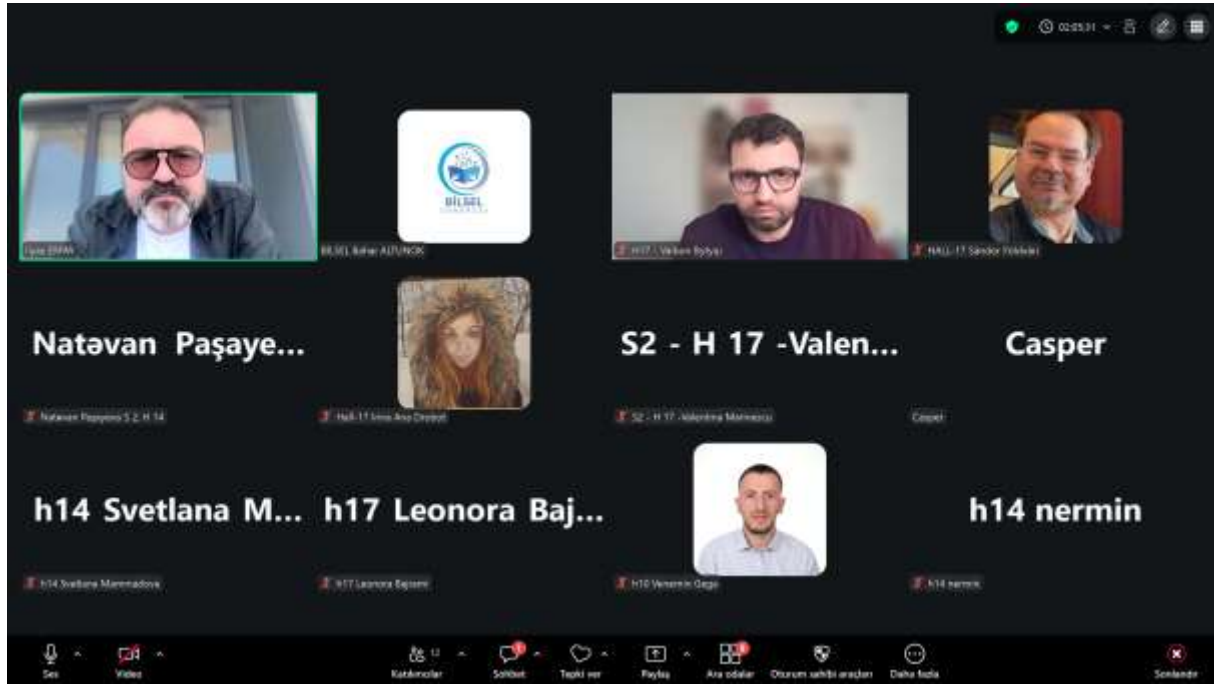
9. BİLSEL INTERNATIONAL TRUVA SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS 23-24 MAY 2026



9. BİLSEL INTERNATIONAL TRUVA SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS 23-24 MAY 2026

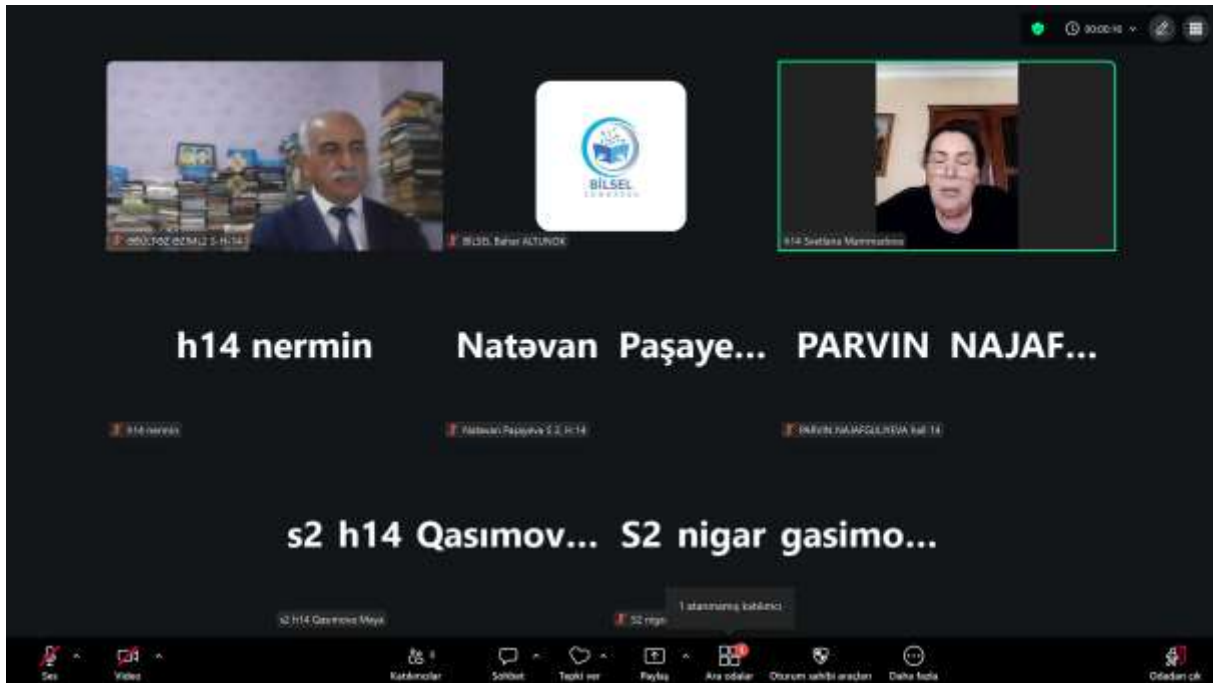


9. BİLSEL INTERNATIONAL TRUVA SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS 23-24 MAY 2026



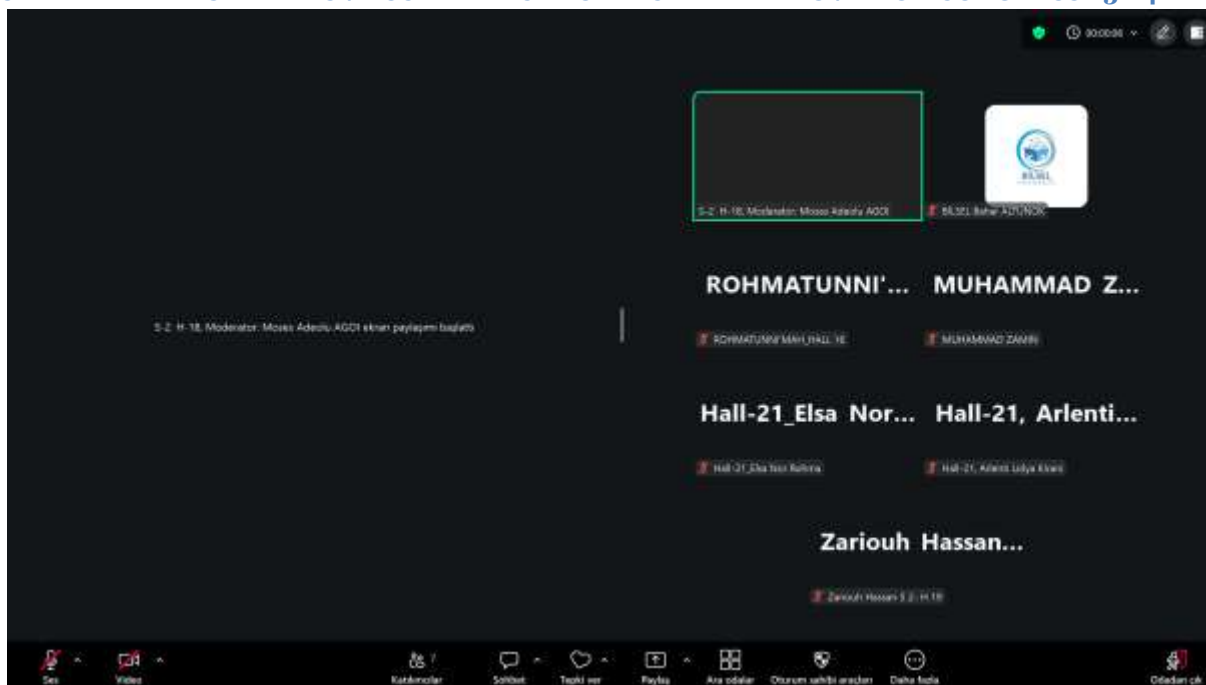


9. BİLSEL INTERNATIONAL TRUVA SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS 23-24 MAY 2026





9. BİLSEL INTERNATIONAL TRUVA SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS 23-24 MAY 2026





9. BİLSEL INTERNATIONAL TRUVA SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS 23-24 MAY 2026

Zoom meeting interface for MUHAMMAD Z... The screen shows a large video window on the left, a BİLSEL logo in the center, and the name MUHAMMAD Z... on the right. Below the name, it says "ROHMATUNNI'... Zariouh Hassan...". The bottom toolbar includes icons for chat, video, screen sharing, and other controls.

Zoom meeting interface for h17 Leonora Baj... The screen shows a grid of video windows with names like "h17 Leonora Baj...", "S2 - H 17 -Valen...", and "H17 - Valbon By...". The bottom toolbar includes icons for chat, video, screen sharing, and other controls.

BAĞLARDA Xiphinema index VE KÖK-UR (Meloidogyne spp.) NEMATODLARININ ZARARLARI VE MÜCADELESİ	12
EFFECTS AND CONTROL OF Xiphinema index AND ROOT-KNOT (Meloidogyne spp.) NEMATODES IN VINEYARDS	13
BAĞLARDA ZARARLI BİTKİ PARAZİTİ NEMATODLAR: <i>Pratylenchus</i> spp. VE <i>Tylenchulus semipenetrans</i>.....	20
HARPİN PROTEİNLERİ: YAPISI, ETKİ MEKANİZMALARI VE SÜRDÜRÜLEBİLİR TARIMDAKİ POTANSİYEL UYGULAMALARI	27
HARPIN PROTEINS: STRUCTURE, MECHANISMS OF ACTION, AND THEIR POTENTIAL APPLICATIONS IN SUSTAINABLE AGRICULTURE.....	28
BİBERDE <i>PHYTOPHTHORA CAPSICI</i>YE KARŞI <i>THYMUS VULGARIS</i> VE <i>ORIGANUM MINUTIFLORUM</i> UÇUCU YAĞLARININ <i>IN VIVO</i> KOŞULLARDA ANTİFUNGAL ETKİNLİĞİNİN BELİRLENMESİ.....	39
DETERMINATION OF THE <i>IN VIVO</i> ANTIFUNGAL EFFICACY OF <i>THYMUS VULGARIS</i> AND <i>ORIGANUM MINUTIFLORUM</i> ESSENTIAL OILS AGAINST <i>PHYTOPHTHORA CAPSICI</i> IN PEPPER	40
OAm-Mo/ZIF-8 NANOPARTİKÜLLERİN SENTEZİ VE DSPE-FAAS İLE SULU ÖRNEKLERDE KOBALT (II) TAYİNİNE UYGULANMASI	53
SYNTHESIS OF OAm-Mo/ZIF-8 NANOPARTICLES AND THEIR APPLICATION FOR COBALT (II) DETERMINATION IN AQUEOUS SAMPLES BY DSPE-FAAS.....	55
TÜRKİYE’DE BUĞDAYDA SÜNE (<i>EURYGASTER INTEGRICEPS</i> PUT. (HETEROPTERA: SCUTELLERİDAE)) MÜCADELESİNDE TAHMİN VE ERKEN UYARI SİSTEMLERİNİN DURUMU	57
CURRENT STATUS OF FORECASTING AND EARLY WARNING SYSTEMS IN THE MANAGEMENT OF SUNN PEST (<i>EURYGASTER INTEGRICEPS</i> PUT. (HETEROPTERA: SCUTELLERİDAE)) IN WHEAT PRODUCTION IN TÜRKİYE.....	58
ZEYTİN YETİŞTİRİCİLİĞİNDE KÖK-UR (<i>Meloidogyne</i> spp.) VE KÖK LEZYON (<i>Pratylenchus</i> spp.) NEMATODLARININ ZARARLARI VE MÜCADELESİ	62
EFFECTS AND CONTROL STRATEGIES OF ROOT-KNOT (<i>Meloidogyne</i> spp.) AND ROOT LESION (<i>Pratylenchus</i> spp.) NEMATODES IN OLIVE CULTIVATION	63
ZEYTİN YETİŞTİRİCİLİĞİNDE TURUNÇGİL NEMATODU (<i>Tylenchulus semipenetrans</i>) VE İĞNE NEMATODLARININ (<i>Longidorus</i> spp.) ÖNEMİ.....	74
IMPORTANCE OF CITRUS NEMATODE (<i>Tylenchulus semipenetrans</i>) AND NEEDLE NEMATODES (<i>Longidorus</i> spp.) IN OLIVE CULTIVATION.....	75
FARKLI ARMUT (<i>PYRUS COMMUNIS</i>) ÇEŞİT VE GENOTİPLERİNDE GENETİK ÇEŞİTLİLİĞİN SSR MARKIRLARI İLE BELİRLENMESİ.....	85
DETERMINATION OF GENETIC DIVERSITY IN DIFFERENT PEAR (<i>PYRUS COMMUNIS</i>) VARIETIES AND GENOTYPES WITH SSR MARKERS	86
PİRİNÇTE OKRATOKSİN A RİSKİ.....	87

RISK OF OCHRATOXIN A IN RICE	88
HAVUÇLARDA PESTİSİT KALINTI RİSKİ	94
RISK OF PESTICIDE RESIDUES IN CARROTS	95
ŞEKER MISIRININ (<i>Zea mays saccharata</i> Sturt.) KULLANIM ALANLARI VE ÖNEMLİ KALİTE KRİTERLERİ	102
USES AND IMPORTANT QUALITY CRITERIA OF SWEET CORN (<i>Zea mays saccharata</i> Sturt.).....	103
EFFECTS OF ANISE (<i>PIMPINELLA ANISUM</i> L.) DISTILLATION WATER SUPPLEMENTATION ON PERFORMANCE AND SOME EXTERNAL EGG QUALITY TRAITS IN JAPANESE QUAILS DURING THE LAYING PERIOD	109
ANASON (<i>PIMPINELLA ANISUM</i> L.) YAĞALTI SUYU İLAVESİNİN JAPON BILDİRCİNLERİNDE YUMURTLAMA DÖNEMİNDE PERFORMANS VE BAZI DIŞ YUMURTA KALİTE ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ	110
HAVYAR YEMEKLERİ.....	117
CAVIAR FOOD	118
KIRLANGIÇ BALIĞI YEMEKLERİ	119
SEA-ROBİNS FOOD	120
KEMOTERAPİ TEDAVİSİ ALAN HASTALARDA SEMPTOM KONTROLÜNDE KANITA DAYALI UYGULAMALAR	121
EVIDENCE-BASED PRACTICES FOR SYMPTOM MANAGEMENT IN PATIENTS UNDERGOING CHEMOTHERAPY	122
2. KEMOTERAPİ VE KANITA DAYALI SEMPTOM KONTROLÜ	130
YOĞUN BAKIMDA TEDAVİ GÖREN HASTALARDA GÖRÜLEN NÖROLOJİK SEMPTOMLARDA HEMŞİRELİK YÖNETİMİ	139
NURSİNG MANAGEMENT OF NEUROLOGICAL SYMPTOMS IN PATIENTS RECEİVİNG TREATMENT IN THE INTENSİVE CARE	140
<i>hsa-miR-675-5p</i> İLE TRANSFEKTE EDİLMİŞ İNSAN SİNOVİYAL SIVI KÖKENLİ MEZENKİMAL KÖK HÜCRELERİN TÜMÖR BASKILAYICI ETKİSİ	161
TUMOR-SUPPRESSIVE EFFECT OF <i>hsa-miR-675-5p</i> TRANSFECTED HUMAN SYNOVIAL FLUID DERIVED MESENCHYMAL STEM CELLS	162
<i>hsa-miR-150-5p</i> İLE TRANSFEKTE EDİLMİŞ WHARTON JELİ KÖKENLİ MEZENKİMAL KÖK HÜCRELERİN İNSAN KOLOREKTAL ADENOKARSİNOM HÜCRELERİ ÜZERİNDEKİ TÜMÖR BASKILAYICI ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ.....	163
DETERMINATION OF THE TUMOR-SUPPRESSIVE EFFECTS OF <i>hsa-miR-150-5p</i> -TRANSFECTED WHARTON'S JELLY-DERIVED MESENCHYMAL STEM CELLS ON HUMAN COLORECTAL ADENOCARCINOMA CELLS	164
PC-3 PROSTAT KANSER HÜCRELERİNDE PLK1 İNHİBİTÖRÜ RO3280 TARAFINDAN UYARILAN APOPTOSİSİN DEĞERLENDİRİLMESİ	165
ASSESSMENT OF APOPTOSIS INDUCED BY THE PLK1 INHIBITOR RO3280 IN PC-3 PROSTATE	

CANCER CELLS	165
TELE- YOĞUN BAKIM ÜNİTESİ MODELLERİ.....	170
TELE-INTENSİVE CARE UNIT MODELS	171
YOĞUN BAKIMDA ZAMAN YÖNETİMİ	177
TIME MANAGEMENT IN INTENSIVE CARE UNITS	178
INNOVATIVE TRANSFORMATION IN NURSING CARE: TELE NURSING	183
HİPERTANSİYON HASTALARINDA İLAÇ UYUMUNUN ARTIRILMASINDA TELE HEMŞİRELİK MÜDAHALELERİNİN ROLÜ	185
ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNDE SOSYAL MEDYA BAĞIMLILIĞI, FOMO VE ÇEVİRİMİÇİ TETİKTE OLMA: BİR DERLEME	192
SOCIAL MEDIA ADDICTION, FOMO, AND ONLINE ALERTNESS AMONG UNIVERSITY STUDENTS: A REVIEW.....	193
KEDİ VE KÖPEKLERDE DERMATOFİTOZİS: GÜNCEL TANI-TEDAVİ STRATEJİLERİ VE ZONOTİK RİSKLERİN KLİNİK AÇIDAN DEĞERLENDİRİLMESİ.....	201
CURRENT CLINICAL APPROACHES TO DERMATOPHYTOSS IN CATS AND DOGS: DIAGNOSIS, TREATMENT AND ZONOTIC RELEVANCE	202
SULTANLARIN HEKİMİ MUHAMMET BİN MAHMUT ŞİRVANİ; HEZARFEN MAHMUT.....	203
MUHAMMET BİN MAHMUT ŞİRVANİ AS A PHYSICIAN OF THE OTTOMAN SULTAN'S; <i>HEZARFEN (POLYMATH) MAHMUT</i>	204
VETERİNER HEKİMLİKTE İNTRAOPERATİF ELEKTROCERRAHİ VE POSTOPERATİF ELEKTROTERAPİ UYGULAMALARI: GÜNCEL YAKLAŞIMLAR.....	210
INTRAOPERATIVE ELECTROSURGERY AND POSTOPERATIVE ELECTROTHERAPY APPLICATIONS IN VETERINARY MEDICINE: CURRENT APPROACHES	211
TÜRKİYE TEKSTİL VE HAZIR GİYİM SEKTÖRÜNDE PİYASA YAPISININ ÇOK BOYUTLU YOĞUNLAŞMA ANALİZİ (2020-2024).....	212
MULTIDIMENSIONAL CONCENTRATION ANALYSIS OF MARKET STRUCTURE IN THE TURKISH TEXTILE AND APPAREL INDUSTRY (2020-2024).....	213
TÜRKİYE DEMİR-ÇELİK SEKTÖRÜNDE PİYASA YAPISI VE YOĞUNLAŞMA DİNAMİKLERİ: 2015- 2024 DÖNEMİ ANALİZİ	224
MARKET STRUCTURE AND CONCENTRATION DYNAMICS IN THE TURKISH IRON AND STEEL INDUSTRY: AN ANALYSIS OF THE 2015-2024 PERIOD	225
DÜŞÜNCE DEN PRATİĞE: NEZİHE MUHİDDİN'İN ERKEN CUMHURİYET DÖNEMİ KADIN HAREKETİNE ETKİSİ.....	236
AKILLI MAĞAZA TEKNOLOJİLERİNİN MÜŞTERİ DENEYİMİ VE SATIN ALMA DAVRANIŞINA ETKİSİ.....	243
THE EFFECT OF SMART STORE TECHNOLOGIES ON CUSTOMER EXPERIENCE AND PURCHASING BEHAVIOR.....	244
HAVACILIK SEKTÖRÜNDE TOPLUMSAL CİNSİYET EŞİTSİZLİĞİNE GENEL BİR BAKIŞ:	

HAVALİMANI KADIN ÇALIŞANLARI ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA	254
A GENERAL OVERVIEW OF GENDER INEQUALITY IN THE AVIATION INDUSTRY: A STUDY ON FEMALE AIRPORT EMPLOYEES.....	255
SAHİPLİK ETKİSİ VE FİNANSAL KARAR ALMA: DAVRANIŞSAL FİNANS PERSPEKTİFİNDEN BİR DEĞERLENDİRME	256
CNN VE TRANSFORMER MODELLERİ KULLANARAK DERİN ÖĞRENMEYE DAYALI ÇOK SINIFLI SALATALIK YAPRAĞI HASTALIKLARI SINIFLANDIRMASI	269
DEEP LEARNING-BASED MULTI-CLASS CLASSIFICATION OF CUCUMBER LEAF DISEASES USING CNN AND TRANSFORMER MODELS.....	270
OPG-DETBENCH: YOLOv8 KULLANILARAK PANORAMİK RADYOGRAFİLERDE DİŞ RESTORASYONU TESPİTİ İÇİN ULUSLARARASI BİR REFERANS ÖLÇÜTÜ	282
OPG-DETBENCH: A CROSS-NATIONAL BENCHMARK FOR DENTAL RESTORATION DETECTION ON PANORAMIC RADIOGRAPHS USING YOLOv8.....	283
COMPARISON OF SMOTE AND COST-SENSITIVE LEARNING APPROACHES IN IMBALANCED CLASS DISTRIBUTION	298
GEÇİCİ BETONARME RÖGAR KAPAKLARININ MEKANİK PERFORMANSININ İYİLEŞTİRİLMESİ	311
IMPROVEMENT OF THE MECHANICAL PERFORMANCE OF TEMPORARY REINFORCED CONCRETE MANHOLE COVERS	312
TBA İLE MODİFİYE EDİLMİŞ ZnO'İN ORGANİK GÜNEŞ HÜCRELERİNDE VERİM ÜZERİNE ETKİSİ.....	324
INFLUENCE OF TBA SURFACE MODIFICATION OF ZnO ON ORGANIC SOLAR CELL PERFORMANCE	325
SSH PROTOKOLÜ VE SUNUCU UZAKTAN ERİŞİM GÜVENLİĞİ	326
SSH PROTOCOL AND REMOTE ACCESS SECURITY.....	326
SUBMERGED ARC WELDABILITY OF P265GH PRESSURE VESSEL STEEL WITH AISI 316L STAINLESS STEEL.....	333
RULE-BASED CHARGING SYSTEM: ELECTRIC VEHICLE CHARGING OPTIMIZATION WITH SOLAR ENERGY AND BATTERY-SUPPORTED DYNAMIC ENERGY MANAGEMENT	341
STM32H563 ÜZERİNDE YEDİ DİJİTAL FİLTRE ALGORİTMASININ GÜRÜLTÜ AZALTMA PERFORMANSININ KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ.....	346
COMPARATIVE ANALYSIS OF THE NOISE REDUCTION PERFORMANCE OF SEVEN DIGITAL FİLTRE ALGORİTHMS ON THE STM32H563	347
LİNX SUNUCU DAĞITIMLARININ KARŞILAŞTIRILMASI: UBUNTU SERVER, DEBIAN VE ALMALİNX	348
COMPARISON OF LINUX SERVER DISTRIBUTIONS: UBUNTU SERVER, DEBIAN, AND ALMALİNX	349
SİNTERİN MEKANİK DAYANIMI VE İNDİRGEME BOZUNMA DAVRANIŞINA TOZ VE BRİKET	

FORMDA MANYETİT İLAVESİNİN ETKİSİ.....	354
THE EFFECT OF MAGNETITE ADDITION IN POWDER AND BRIQUETTE FORM ON THE MECHANICAL STRENGTH AND REDUCTION DEGRADATION BEHAVIOR OF SINTER	355
MANYETİT KONSANTRESİNİN TOZ VE BRİKET FORMUNUN SİNER ÜRETİM VERİMİNE ETKİSİ.....	361
THE EFFECT OF POWDER AND BRIQUETTE FORMS OF MAGNETITE CONCENTRATE ON SINTER PRODUCTION EFFICIENCY	362
GELENEKSEL KUADRATÜRLERDEN DERİN ÖĞRENMEYE: FİZİKSEL İNTEGRALLERİN NÜMERİK ÇÖZÜMÜNDE YÖNTEM SEÇİM KRİTERLERİ	371
PLATANUS ORİENTALİS VE ACER PSEUDOPLATANUS YAPRAKLARININ FRAKTAL BOYUT ANALİZİ İLE TAKSONOMİK AYRIMI.....	384
KLASİK ANALİZDEN KANIADAKİS ANALİZİNE: κ –CHEBYSHEV POLİNOMLARININ YAPISAL İNCELENMESİ.....	391
FROM CLASSICAL ANALYSIS TO KANIADAKİS ANALYSIS: A STRUCTURAL INVESTIGATION OF κ –CHEBYSHEV POLYNOMIALS.....	392
BIOMIMETIC DEEP LEARNING FOR DIFFERENTIAL DEMENTIA DIAGNOSIS: A PURKINJE CELL MODEL-INSPIRED NEURAL LAYER FOR EEG-BASED ANALYSIS	410
TOPOLOJİ OPTİMİZASYONU KULLANILARAK FDM TİPİ 3 BOYUTLU SCARA KOLU YAZICININ TASARLANMASI	417
THE IMPACT OF SELF-CONSUMPTION PHOTOVOLTAIC SYSTEM INTEGRATION ON GRID PARAMETERS IN INDUSTRIAL FACILITIES: DIGSILENT ANALYSIS	423
OPTIMIZATION OF VERTICAL ILLUMINANCE AND GLARE RATINGS IN STADIUM LIGHTING: A CASE STUDY BASED ON FIFA STANDARDS IN DIALUX SOFTWARE	431
TÜRKİYE EKONOMİSİNDE ENFLASYON KALICI MI?	438
IS INFLATION PERSISTENT IN THE TURKISH ECONOMY?	439
TÜRKİYE’NİN FİLİSTİN-İSRAİL ÇATIŞMASINDAKİ TUTUMU: TARİHSEL SÜREÇ, DİNAMİKLER VE GÜNCEL POLİTİKA.....	445
TÜRKMENİSTAN KAMU YÖNETİMİNDE DİJİTAL DÖNÜŞÜM VİZYONU: TÜRKİYE’DEN İYİ ÖRNEKLER.....	448
TURKMENISTAN'S VISION FOR DIGITAL TRANSFORMATION IN PUBLIC ADMINISTRATION: BEST PRACTICES FROM TÜRKİYE	449
HİLENİN EVRİMİ: ACFE RAPORLARI ÜZERİNE KARŞILAŞTIRMALI ANALİZ.....	450
THE EVOLUTION OF FRAUD: A COMPARATIVE ANALYSIS OF ACFE REPORTS	451
SERBEST BÖLGELERDE FAALİYET GÖSTEREN ÜRETİM İŞLETMELERİNDE VERGİSEL AVANTAJLARIN MUHASEBELEŞTİRİLMESİ VE FİNANSAL TABLOLARA ETKİSİ BİLDİRİ..	452
CCOUNTING OF TAX ADVANTAGES IN MANUFACTURING ENTERPRISES OPERATING IN FREE ZONES AND THEIR EFFECTS ON FINANCIAL STATEMENTS	453
BİLİNÇLİ FARKINDALIĞIN DUYGUSAL YEME İLE İLİŞKİSİNDE ÖZ-ELEŞTİREL	

RUMİNASYONUN ARACI ROLÜ	470
THE MEDIATING ROLE OF SELF-CRITICAL RUMINATION IN THE RELATIONSHIP BETWEEN MINDFULNESS AND EMOTIONAL EATING.....	471
YETİŞKİN BİREYLERDE SOSYAL MEDYA BAĞIMLILIĞI, BİLİŞSEL ESNEKLİK VE ERKEN DÖNEM UYUMSUZ ŞEMALAR ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ.....	474
AN INVESTIGATION OF THE RELATIONSHIP BETWEEN SOCIAL MEDIA ADDICTION, COGNITIVE FLEXIBILITY AND EARLY MALADAPTIVE SCHEMAS IN ADULTS.....	475
POSTMODERNİZM VE BİLİMSEL SÖYLEM: SİGARA KULLANIMINDA SAĞLIKÇI (BİLİMSEL) DİL	476
POSTMODERNISM AND SCIENTIFIC DISCOURSE: HEALTH (SCIENTIFIC) LANGUAGE IN SMOKING.....	477
ZAMANIN RUHU VE AŞK: TİNDER VE BUMBLE DİJİTAL FLÖRT UYGULAMALARININ İLİŞKİLERE ETKİSİ BAĞLAMINDA KULLANICI YORUMLARI ÜZERİNE TEMATİK ANALİZ	478
THE SPIRIT OF THE TIMES AND LOVE: A THEMATIC ANALYSIS OF USER REVIEWS IN THE CONTEXT OF THE IMPACT OF DIGITAL DATING APPS LIKE TINDER AND BUMBLE ON RELATIONSHIPS.....	479
DÖNÜŞÜM YOLCULUĞU: 8 HAFTALIK YAŞANTISAL GRUP SÜRECİNİN ÜNİVERSİTE SINAVINA HAZIRLANAN ÖĞRENCİLER ÜZERİNDEKİ YANSIMALARI	491
THE JOURNEY OF TRANSFORMATION: REFLECTIONS OF AN 8-WEEK EXPERIENTIAL GROUP PROCESS ON STUDENTS PREPARING FOR THE UNIVERSITY ENTRANCE EXAM	492
GRUPLA PSİKOLOJİK DANIŞMA İLE DEĞİŞİM	498
CHANGE THROUGH GROUP PSYCHOLOGICAL COUNSELING Berna ERYİĞİT (First author)1/	499
ASSESSMENT OF NURSES KNOWLEDGE REGARDING HEMOLYSIS	509
ORDER OF DRAW IN PHLEBOTOMY AND PRE-ANALYTICAL QUALITY	510
YED-İ BEYZÂ MUCİZESİNİN ANTİK MISIR AYDINLATMA KÜLTÜRÜ BAĞLAMINDA YORUMLANMASI	511
THE INTERPRETATION OF THE MIRACLE OF YAD AL-BAYḌĀ' IN THE CONTEXT OF ANCIENT EGYPTIAN LIGHTING CULTURE	512
GELENEKSEL İSRÂ VE Mİ'RÂC TASAVVURLARININ KRİTİĞİ VE ÇAĞDAŞ FİZİK TEORİLERİ EKSENİNDE YENİDEN OKUNMASI	523
A CRITIQUE OF TRADITIONAL PERCEPTIONS OF ISRA AND MI'RAJ AND THEIR REREADING ALONG THE AXIS OF CONTEMPORARY PHYSICAL THEORIES.....	524
KUR'AN-I KERİM'DE NÂSİH VE MENSÛH	535
NEVZAT KÖSOĞLU'NDA MİLLİ KİMLİĞİN KÜLTÜREL VE EĞİTSEL İNŞASI.....	537
THE CULTURAL AND EDUCATIONAL CONSTRUCTION OF NATIONAL IDENTITY IN NEVZAT KÖSOĞLU	538
AZƏRBAYCAN-SUMER ƏCDAD MİFOLOJİSİNDE VƏ NAĞILLARDA AİLƏ KAVRAMI VƏ	

FƏRDLƏRİNİN HƏYAT DRAMLARI	539
AÇAR SÖZLƏR: AZERBAIJAN-SUMER ECDAD MİFOLOJİSİNDƏ AİLƏ KAVRAMI; SUMER ANA LAYLAI; NAĞILLARDA AİLƏ KÜLTÜRÜ.	540
ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN ÖĞRENME MOTİVASYONLARI İLE AKADEMİK ERTELEME DAVRANIŞLARI ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ	547
AN EXAMINATION OF THE RELATIONSHIP BETWEEN MIDDLE SCHOOL STUDENTS' LEARNING MOTIVATION AND ACADEMIC PROCRASTINATION	548
ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN SOSYAL MEDYA BAĞIMLILIĞI İLE OKULA BAĞLILIK DÜZEYLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ	556
EXAMINING THE RELATIONSHIP BETWEEN SOCIAL MEDIA ADDICTION AND SCHOOL ENGAGEMENT LEVELS OF SECONDARY SCHOOL STUDENTS	557
İLKOKUL ÖĞRETMENLERİNİN ÖZYETERLİK ALGILARI.....	564
SELF-EFFICACY PERCEPTIONS OF PRIMARY SCHOOL TEACHERS	565
FUTBOLDA SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK VE İNSAN HAKLARI STRATEJİSİ: FIFA DÜNYA KUPASI 2026	570
OKULLARDA FUTBOL EĞİTİM PROGRAMLARI: FIFA VE UEFA	585
FOOTBALL EDUCATION PROGRAMS IN SCHOOLS: FIFA AND UEFA	586
SAMPLE EFFICIENCY IN DEEP REINFORCEMENT LEARNING: CHALLENGES AND CURRENT APPROACHES	597
MODELING AND DESIGN OF A DOUBLE-ROTOR AXIAL FLUX-FLUX REVERSAL PERMANENT MAGNET MOTOR.....	598
TÜRK DENİZ KUVVETLERİNDE HİBRİT VE TAM ELEKTRİKLİ TAHRİK SİSTEMLERİNİN OPERASYONEL VERİMLİLİK, BAKIM LOJİSTİĞİ VE ENERJİ GÜVENLİĞİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ	620
EVALUATION OF HYBRID AND FULLY ELECTRIC PROPULSION SYSTEMS IN THE TURKISH NAVAL FORCES IN TERMS OF OPERATIONAL EFFICIENCY, MAINTENANCE LOGISTICS AND ENERGY SECURITY.....	621
FARKLI HACİMSSEL ORANLARDA SiC TAKVİYELİ AA5754 KOMPOZİTLERİN DİRENÇ NOKTA KAYNAĞI DAVRANIŞININ PARAMETRİK İNCELENMESİ.....	622
PARAMETRIC INVESTIGATION OF RESISTANCE SPOT WELDING BEHAVIOR OF AA5754 COMPOSITES REINFORCED WITH SiC AT VARIOUS VOLUME FRACTIONS	623
EKLEMELİ İMALAT TEKNOLOJİLERİNDE KULLANILAN POLİMERİK MALZEMELERİN (PLA, ABS, PETG) MEKANİK VE KİMYASAL KARAKTERİZASYONU.....	632
MECHANICAL AND CHEMICAL CHARACTERIZATION OF POLYMERIC MATERIALS (PLA, ABS, PETG) USED IN ADDITIVE MANUFACTURING TECHNOLOGIES.....	633
TARİHİ HAFIZANIN KORUNMASINDA TOPONİMLERİN ROLÜ.....	640
FÜZULİ YARADICILIĞININ MÖVZU VƏ İDEYA XÜSUSİYYƏTLƏRİ.....	645
İSMAYIL QASPIRALININ HƏYATI VƏ QƏZETÇİLİK FƏALİYYƏTİ.....	648

CULTURAL AWARENESS IN ENGLISH-SPEAKING COUNTRIES	653
DİLÇİLİKDƏ JARGONİZMLƏR.....	654
FONOLİNGVİSTİK SƏS CİNSLƏRİ: SƏS SÖZÜN, NİTQİN İFADƏ RUHUDUR	657
BÜTÖV AZƏRBAYCANDA NAXÇIVAN MERİDİAN ÜFÜQLƏRİ: AĞRIDAĞDAN SAVALANA, SAVALANDAN SƏHƏNDƏ UZANAN MEKAN BAĞLILIQI.....	667
PANDEMİ SONRASI AİLE EĞİTİM STRATEJİLERİ.....	675
DİLDƏ FUNKSİONAL QRAMMATİKANIN ROLU	677
ADVANCED ENERGY-BASED APPROACHES IN HEMORRHOIDAL SURGERY: A COMPARATIVE STUDY OF LASER THERAPY AND LIGASURE TECHNIQUE.....	685
HEMOROID CERRAHİSİNDE MODERN ENERJİ TABANLI YAKLAŞIMLAR: LAZER TEDAVISI VE LIGASURE TEKNİĞİNİN KARŞILAŞTIRMALI ANALIZI	686
İBTİDAİ SİNİFLƏRDƏ AZƏRBAYCAN DİLİ DƏRSLƏRİNDƏ LAYİHƏ ƏSASLI TƏLİMİN TƏTBİQİ İMKANLARI	690
INNOVATIVE APPROACHES TO ENHANCING PROFESSIONAL COMPETENCE OF FUTURE MATHEMATICS TEACHERS THROUGH DIGITAL GEOMETRY TECHNOLOGIES.....	695
DEVELOPING STUDENTS' SPATIAL THINKING AND ITS PEDAGOGICAL SIGNIFICANCE.....	699
PEDAGOGICAL TECHNOLOGY FOR DEVELOPING STUDENTS' SPATIAL IMAGINATION BASED ON A SYNERGETIC APPROACH	703
PEDAGOGICAL DESIGN TECHNOLOGY FOR DEVELOPING STUDENTS' SPATIAL IMAGINATION BASED ON PEDAGOGICAL-SYNERGETIC PRINCIPLES.....	706
SOLVING PROBLEMS THAT DEVELOP STUDENTS' SPATIAL IMAGINATION BASED ON DESIGN TECHNOLOGY	710
IMPROVING THE EFFECTIVENESS OF MATHEMATICS TEACHING BASED ON STEM TECHNOLOGIES.....	714
METHODOLOGY FOR DEVELOPING CREATIVE COMPETENCIES OF FUTURE MATHEMATICS TEACHERS.....	718
DEVELOPING STUDENTS' CRITICAL THINKING THROUGH MATHEMATICAL PROBLEMS...	722
FORMING LOGICAL THINKING THROUGH GEOMETRIC PROBLEMS.....	726
DEVELOPING STUDENTS' ANALYTICAL THINKING BASED ON MATHEMATICAL MODELING	730
THE CONCEPT OF ENVIRONMENTAL ETHICS IN ISLAM AND ITS RELEVANCE TO ECOLOGICAL EDUCATION.....	734
GLOBAL BRAND INNOVATION IN THE HALAL CREATIVE SECTOR: CONSUMER BEHAVIOR, SUPPLY CHAIN INTEGRITY, AND TRANSNATIONAL MARKET DYNAMICS	740
DIGITAL INVESTMENT AS A TREND OR NECESSITY: AN ANALYSIS OF THE RATIONALITY OF ECONOMIC BEHAVIOR IN SOCIETY	741
DIGITAL MARKETING AND HALAL CERTIFICATION AS DETERMINANTS OF GLOBAL COMPETITIVENESS FOR INDONESIAN HALAL MSMES.....	742

THE DEVELOPMENT OF DIGITALIZATION IN INDONESIA: CHALLENGES AND OPPORTUNITIES IN THE ERA OF THE INDUSTRIAL REVOLUTION 4.0.....	743
PARTNERSHIP MODEL OF BUMDES AND SHARIA PAWNSHOPS IN INCREASING THE LIQUIDITY AND GOLD INCLUSION OF THE VILLAGE COMMUNITY	744
RUPIAH DEPRECIATION AMID GLOBAL ECONOMIC UNCERTAINTY: CHALLENGES TO INDONESIA'S FINANCIAL STABILITY AND ECONOMIC RESILIENCE.....	745
ANALYSIS OF TRANSPARENCY IN THE MANAGEMENT OF INDEPENDENCE DAY CONTRIBUTION FUNDS AT SEMUT VILLAGE, WONOKERTO DISTRICT, PEKALONGAN.....	746
ANALISIS PENERAPAN AKUNTANSI SYARIAH PADA BISNIS MODERN	747
NATURAL CONDITIONS, HUMAN IMPACTS AND FLOOD VULNERABILITY IN KOSOVO.....	748
ROMANIAN MEDICINE FROM THE LATE 18th CENTURY TO THE EARLY 20th CENTURY.....	749
ROMANIAN MEDICAL SCIENCES BETWEEN ANTIQUITY AND MODERN ERA	750
"WORDS AT THE BEGINNING" A CASE STUDY ON VOCABULARY INSTRUCTION THROUGH TEACHERS' REFLECTIONS IN ALBANIA'S EARLY ENGLISH PROGRAM.....	751
626'DAKİ AVAR KUŞATMASI SIRASINDA MERYEM ANA'NIN AĞLAMASI GEORGIOS PISIDES'İN İLAHİSİNDE ANLATILDIĞI GİBİ	752
LACRIMATION (WEEPING) OF VIRGIN MARY DURING THE AVAR SIEGE IN 626 AS DEPICTED IN THE HYMN OF GEORGIOS PISIDES	753
APPLICATION OF BIOANALYTICAL METHODS TO ASSESS VITAMIN A LEVELS IN DIETARY SUPPLEMENTS AND ITS IMPORTANCE FOR PUBLIC HEALTH	754
THE IMPACT OF FUNCTIONAL FOOTBALL TRAINING ON SPEED, AGILITY, AND SHOOTING PRECISION IN PARTIZANI U19 PLAYERS.....	755
INTELLIGENT INTERFACE MODEL FOR ALBANIAN LANGUAGE	756
AN ANALYSIS OF A HAIKU POEM ABOUT SPRING BY MARA FACCIONI	762
AN ANALYSIS OF A HAIKU POEM ABOUT LAST SNOW BY MARIA TERESA SISTI	765
AN ANALYSIS OF A HAIKU POEM ABOUT LINDEN BLOSSOMS BY ALVIN B. CRUZ.....	768
COMBATING THE PHENOMENON OF SMUGGLING IN THE PERSIAN GULF AND THE SEA OF OMAN DURING THE FIRST PAHLAVI ERA.....	771
THE IMPACT OF THE TRUMP ADMINISTRATION ON THE KOSOVO-SERBIA DIALOGUE: TRANSATLANTIC DIVERGENCE OR CONSTRUCTED PERCEPTION?.....	777
ASSESSING THE IMPLEMENTATION OF IFRS S1 AND S2 SUSTAINABILITY DISCLOSURES: IMPLICATIONS FOR FINANCIAL REPORTING QUALITY	778
GOVERNMENT STRATEGIES TO ADDRESS UNEMPLOYMENT IN INDONESIA.....	779
PRODUCT PERSONALIZATION: THE KEY TO E-COMMERCE CUSTOMER LOYALTY	780
THE IMPACT OF EARLY FINANCIAL EDUCATION WITHIN THE FAMILY ENVIRONMENT ON ADOLESCENT CONSUMPTION BEHAVIOR.....	781
THE ROLE OF SHARIA AUDITS IN INCREASING PUBLIC TRUST IN ISLAMIC FINANCIAL	

INSTITUTIONS.....	782
CONSTRUCTION 4.0: DIGITAL INNOVATION AND ECONOMIC TRANSFORMATION IN THE GLOBAL BUILT ENVIRONMENT	783
THE ROLE OF DIGITAL GOVERNMENT IN INCREASING GENERATION Z PARTICIPATION IN PUBLIC POLICY.....	794
THE RELATIONSHIP BETWEEN SCIENCE AND RELIGION IN MODERN SOCIETY	795
THE ROLE OF ISLAMIC ACCOUNTING IN SUPPORTING FAIR AND ETHICAL TAXATION SYSTEMS.....	796
THE PARADIGM OF ERROR AND THE NOTION OF OBSTACLE III.....	797
LINKS BETWEEN KNOWLEDGE AND STUDENT BEHAVIOR WHEN FACED WITH A TASK	798
DEEP REINFORCEMENT LEARNING FOR AUTONOMOUS FLEET MANAGEMENT AND YIELD OPTIMIZATION IN SMART DEEP-SEA FISHERIES.....	799
ECO-FRIENDLY CARBOXYMETHYLCELLULOSE-BASED COPOLYMERS AS EFFECTIVE CORROSION INHIBITORS FOR MILD STEEL IN ACIDIC MEDIA	800
SWARM INTELLIGENCE FOR OPTIMIZING DISASTER RESPONSE AND HIGH-VELOCITY INTERNATIONAL MICRO-FUNDRAISING.....	801
WILD EDIBLE PLANTS AND SUSTAINABLE FOOD SYSTEMS: AN ETHNOBOTANICAL STUDY FROM NORTHERN PAKISTAN.....	802
The Biophilia Effect: Analyzing the Psychological Benefits of Natural Environments in Urban Centers ...	803
DIGITAL NAVIGATION VS. TRADITIONAL COMPASS: SURVIVAL CHALLENGES IN TODAY'S TROPICAL RAINFORESTS.....	804
THE TRANSFORMATION OF THE ISLAMIC DIGITAL ECONOMY IN ENCOURAGING THE GROWTH OF THE HALAL INDUSTRY IN INDONESIA	805
THE ROLE OF FINANCIAL RECORDING PRACTICES IN STRENGTHENING SMALL BUSINESS ECONOMIC STABILITY.....	806
HALAL PRODUCT INNOVATION AS AN EFFORT TO DEVELOP SHARIA-BASED BUSINESSES. 807	
THE ROLE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE (AI) IN CHANGING STUDENT LEARNING STYLES	808
MEITYA DJASMINE HAYATI, EDGINA AMELIA ASIH	809
THE EFFECTIVENESS OF BI-RATE REDUCTION ON BANK CREDIT DISTRIBUTION IN INDONESIA IN 2025	810
THE ROLE OF ONLINE PRODUCT REVIEWS ON CONSUMER PURCHASE DECISIONS IN E-COMMERCE: A LITERATURE REVIEW.....	811
THE IMPLEMENTATION OF ISLAMIC ACCOUNTING STANDARDS AND THEIR ROLE IN ENHANCING FINANCIAL TRANSPARENCY AND ACCOUNTABILITY IN SHARIA-BASED FINANCIAL INSTITUTIONS.....	812
FROM HUMAN KNOWLEDGE TO ALGORITHMIC MEDIATION: ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND THE RECONSTRUCTION OF EDUCATIONAL LEGITIMACY	813

MIGRATION, IDENTITY, AND SOCIAL COHESION: SOCIOLOGICAL INTERPRETATIONS OF DEMOGRAPHIC TRANSFORMATION IN THE EUROPEAN UNION.....	850
YOUTH MIGRATION AND THE CRISIS OF REGIONAL SUSTAINABILITY: EDUCATIONAL ASPIRATIONS AND BRAIN DRAIN IN EASTERN EUROPE	874
TRANSFORMATION OF CONVENTIONAL HOTELS TOWARD A MUSLIM FRIEND CONCEPT: MANAGERS' MOTIVATION AND BARRIERS	900
THE INFLUENCE OF E-COMMERCE ON SMALL BUSINESSES	901
“THE USE OF EDUCATIONAL GAMES IN TEACHING MATHEMATICS IN PRIMARY EDUCATION”	902
CREATIVE METHODS IN PRIMARY EDUCATION	903
THE ROLE OF SHARIA AUDITORS IN MAINTAINING ISLAMIC FINANCIAL COMPLIANCE.....	904
THE IMPACT OF ENVIRONMENTAL, SOCIAL, AND GOVERNANCE (ESG) ON CORPORATE FINANCIAL PERFORMANCE.	905
THE ROLE OF SHARIA COOPERATIVES: KSPPS KOPENA IN BUILDING ECONOMIC INDEPENDENCE FOR RURAL WOMEN	906
UTILIZATION OF ISLAMIC FINANCIAL TECHNOLOGY TO IMPROVE COMMUNITY WELFARE	907
INTEGRATING ARTIFICIAL INTELLIGENCE INTO SHARIA ACCOUNTING FRAMEWORKS: OPPORTUNITIES AND ETHICAL GOVERNANCE FOR ISLAMIC FINANCIAL INSTITUTIONS.....	908
THE ROLE OF ISLAMIC VALUES IN ENHANCING PRODUCTION ETHICS	909
THE IMPACT OF ISLAMIC ACCOUNTING IMPLEMENTATION ON TRANSPARENCY AND ACCOUNTABILITY IN FINANCIAL REPORTING OF ISLAMIC FINANCIAL INSTITUTIONS IN INDONESIA.....	910
A PHENOMENOLOGICAL ANALYSIS OF CONVENTIONAL HOTEL OWNERS' INTENTIONS TO TRANSFORM TOWARD HALAL TOURISM MANAGEMENT: A PERSPECTIVE FROM LINGGO ASRI HOTEL, PEKALONGAN	911
CRACKING THE ALGORITHM: HOW TO MAXIMIZE YOUR AFFILIATE SALES PERFORMANCE	912

BAĞLARDA *Xiphinema index* VE KÖK-UR (*Meloidogyne* spp.) NEMATODLARININ ZARARLARI VE MÜCADELESİ**Emirhan TOPRAKÇI¹ / Doç. Dr. Refik BOZBUĞA²**¹Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Eskişehir/Türkiye, emirhantoprakci7@gmail.com, ORCID: 0009-0005-1905-8450²Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Eskişehir/Türkiye, refik.bozbuga@ogu.edu.tr, ORCID: 0000-0001-9201-5725**Özet**

Bağcılıkta verim ve kaliteyi sınırlayan en önemli biyotik stres faktörlerinden biri bitki paraziti nematodlardır. Bu derleme, özellikle *Xiphinema index* ve *Meloidogyne* spp. türlerinin asma üzerindeki etkilerini ve mücadele yaklaşımlarını ele almaktadır. *X. index*, ektoparazitik beslenme şekliyle kök dokularında doğrudan hücresel hasara yol açmanın yanı sıra, Grapevine fanleaf virus'ün vektörü olarak dolaylı fakat daha yıkıcı etkiler oluşturmaktadır. Bu virüs enfeksiyonu; yaprak deformasyonları, boğum aralarında kısılma, zayıf sürgün gelişimi ve ciddi verim kayıpları oluşturabilmektedir. Buna karşılık *Meloidogyne* türleri endoparazitik olmasıyla kök sistemine yerleşerek dev hücre oluşumu ve köklerde ulanmalar meydana getirmektedirler. Bu yapısal bozulmalar su ve besin alımını azaltarak bitkide kloroz, bodurluk ve genel gelişme geriliğine neden olur. Ayrıca kök dokularının bütünlüğünün bozulması, *Fusarium* spp. gibi toprak kökenli patojenlere karşı duyarlılığı artırmaktadır. Bazı kimyasal fümigantların çevresel ve sağlık riskleri nedeniyle kullanımının azalması, alternatif mücadele stratejilerini ön plana çıkarmıştır. Bu bağlamda kültürel uygulamalar, biyolojik mücadele ve entegre nematod yönetimi sürdürülebilir bağcılık için kritik öneme sahiptir. Bu derlemede, bağlarda nematod zararlarını ve güncel mücadele yaklaşımlarını sentezleyerek gelecekteki araştırmalar için bütüncül bir kaynak sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Bitki Paraziti Nematodlar, *Xiphinema index*, *Meloidogyne* spp., Bağ

EFFECTS AND CONTROL OF *Xiphinema index* AND ROOT-KNOT (*Meloidogyne* spp.) NEMATODES IN VINEYARDS**Emirhan TOPRAKÇI¹ / Doç. Dr. Refik BOZBUĞA²**¹Eskisehir Osmangazi University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Eskisehir/Türkiye, emirhantoprakci7@gmail.com, ORCID: 0009-0005-1905-8450²Eskisehir Osmangazi University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Eskişehir/Türkiye, refik.bozbuga@ogu.edu.tr, ORCID: 0000-0001-9201-5725**Abstract**

Grapevine production is severely inhibited by several biotic stress factors, among which plant-parasitic nematodes are of major importance. This review focuses on the impacts of *Xiphinema index* and *Meloidogyne* spp. on grapevine health, as well as current management strategies. *X. index* is an ectoparasitic nematode that causes direct cellular damage to root tissues; however, its most destructive impact arises from its role as a vector of Grapevine fanleaf virus. Infection by this virus leads to foliar deformities, shortened internodes, poor shoot development, and significant yield losses. In contrast, *Meloidogyne* spp., as endoparasitic nematodes, invade the root system and induce the formation of giant cells and characteristic root galls. These structural alterations impair water and nutrient uptake, resulting in chlorosis, stunting, and overall reduced plant vigor. Furthermore, disruption of root integrity increases susceptibility to soil-borne pathogens such as *Fusarium* spp. The reduced use of chemical fumigants due to environmental and human health concerns has highlighted the need for alternative control strategies. In this context, cultural practices, biological control agents, and integrated nematode management approaches are essential for sustainable viticulture. This review synthesizes current knowledge on nematode-induced damage in vineyards and provides an integrated framework for future research and management strategies.

Key Words: Plant Parasitic Nematodes, *Xiphinema index*, *Meloidogyne* spp., Grapevine

GİRİŞ

Tarım, insanın temel ihtiyaçlarını karşılamaya çalışan ve ülkelerin kalkınması için vazgeçilmez bir öneme sahip olan çok temel bir üretim alanıdır (Direk, 2012). Tarımsal faaliyetler yürütülürken, azalan doğal kaynaklar ve çevresel tahribat gibi sorunlarla başa çıkabilmek adına sürdürülebilir tarım ilkelerine uyulması gerekmektedir (Velten ve ark., 2015). Bu sürdürülebilir tarım ekosistemi içerisinde çok önemli bir yere sahip olan asma (*Vitis vinifera* L.), tarımsal üretimde yüksek ekonomik değere sahip çok yıllık odunsu bir bitkidir (Mullins ve ark., 1992). Anavatanı Yakın Doğu ve Anadolu olan asmanın tarımındaki en önemli ülkelerden biri olan Türkiye, dünya yaş üzüm üreticiliğinde sahip olduğu uygun koşullar ile devasa bir paya sahiptir (Sağlam ve Çalkan Sağlam, 2018). Türkiye'de özellikle Ege, Akdeniz, İç Anadolu ve Marmara bölgelerinde yaygın olarak yapılan bağcılık, hem iç pazar hem de dünya ihracatı açısından ülkeye liderlik konumları kazandıran büyük bir endüstri oluşturmaktadır (Semerci ve ark., 2015).

Bu zararlılar arasında, toprak ekosisteminde yaşayan ve küresel anlamda birçok bitkide hasara yol açan obligat (zorunlu) bitki paraziti nematodlar (BPN), ekonomik kayıpların en gizli ve tehlikeli sebeplerinden biridir (Özdemir, 2022). Morfolojik olarak basit yapılı ve mikroskopik olan bitki paraziti nematodlar, ağızlarında bulunan "stilet" adı verilen iğne benzeri yapılarla bitki köklerine zarar vererek beslenmektedir (Devran ve Mıstanoglu, 2017). Nematodların köklerdeki bu beslenme faaliyetleri ve yayılımları, dünya genelindeki tarımsal üretim sistemlerinde geri döndürülemez verim düşüşlerine ve çok büyük maliyetli ekonomik kayıplara zemin hazırlamaktadır (Nicol ve ark., 2011).

Dünya genelinde bağ alanlarında karşılaşılan ve en fazla tahribata yol açan türlerden biri, göçmen ektoparazitik beslenme stratejisine sahip olan kama nematodudur (*Xiphinema index*) (Rubio ve ark., 2020). Bu nematod, toprak profilinde yaşayarak stiletini asma köklerinin su ve mineral alan aktif meristematik uç kısımlarına batırmak suretiyle hücresel tahribat yaratmaktadır (Van Zyl ve ark., 2012). Kama nematodu, asma köklerindeki doğrudan mekanik beslenme zararından çok, Asma Kısa Boğum Virüsü'nün (Grapevine fanleaf virus - GFLV) ana vektörlüğünü yaparak zarar oluşturmaktadır (M'rabet Samaali ve ark., 2024). Enfekteli bir nematodun beslenmesi sonucu asmaya aktarılan bu yıkıcı virüs, bitkide yaprak deformasyonları, damar bantlaşması, boğum aralarında kısılma ve üzüm tanelerinde küçülme gibi şiddetli fizyolojik anormalliklere neden olmaktadır (Andret-Link ve ark., 2004). Bağdaki hastalıklı bitki tamamen sökülüp alan temizlense dahi, *X. index* popülasyonları toprakta kalan ölü kök parçaları arasında virüsü uzun yıllar boyunca bünyelerinde koruyarak enfeksiyon döngüsünü canlı tutabilmektedir (Demangeat ve ark., 2005).

Dünyada tarımsal üretimi sınırlandıran ve asma kök-ur nematodlarıdır (*Meloidogyne* spp.) (Jones ve ark., 2013). İkinci dönem larvaları (J2) ile bitki köklerine giriş yapan bu canlılar, asma hücrelerine yerleşerek hücre bölünmesini durdurmakta ve hayatlarını sürdürecekleri dev hücreler oluşturmaktadır (Mıstanoglu ve Devran, 2015). Kök sistemi içerisindeki bu beslenme durakları, topraktan alınan su ve inorganik maddelerin iletimini bloke eden veya parçalayan karakteristik kök urlarının (gal) ortaya çıkmasıyla sonuçlanmaktadır (Abad ve ark., 2008). İletim demetleri parçalanmış asmalarda, toprak üstü organlarda sekonder stres belirtileri olarak kloroz (sararma), gelişim geriliği ve sürgünlerde gerileme gibi semptomlar gözlemlenmektedir (Elekçioğlu ve Uygun, 1994). Üstelik nematodların köklerde açtığı hücresel düzeydeki fiziksel yaralar, asmanın *Fusarium* ve *Phytophthora* gibi toprak kökenli tehlikeli fungal patojenlere karşı sahip olduğu doğal savunmasını yıkararak hızlı çürüklüklere ve bitki ölümlerine yol açmaktadır (Anwar ve McKenry, 2000).

Nematod popülasyonlarını kontrol altına almak için geçmişte kullanılan bazı kimyasallar yeraltı sularına karışma riskleri ve ekosisteme verdikleri ağır tahribatlar yüzünden modern tarımda genel olarak yasaklanmıştır (Djennane ve ark., 2021). Çevre ve insan sağlığını koruyan modern bağcılık vizyonu, sürdürülebilir entegre mücadele yöntemlerinin ve çevre dostu tarımsal taktiklerin kimyasallara alternatif olarak bir arada kullanılmasını zorunlu kılmaktadır (Sasanelli ve ark., 2021). Ekim nöbeti uygulamaları, organik madde yönünden zengin hayvan gübreleri ile kompostların toprağa karıştırılması ve faydalı antagonist mikroorganizmaların teşviki bu entegre

yönetimin temel basamaklarını oluşturmaktadır (Stirling, 2014). Bununla beraber, yüksek nematod baskısı olan arazilerde hem zararlıya hem de taşıdığı virüslere karşı en kalıcı ve kesin çözüm, melezleme yoluyla elde edilen genetik olarak dayanıklı asma anaçlarının kullanılmasıdır (Hwang ve ark., 2011). Bu derlemenin amacı; bağ alanlarında verim kayıplarına neden olan *Xiphinema index* ile *Meloidogyne* türlerinin morfolojik ve biyolojik yapılarını, patojenik mekanizmalarını ve modern bağcılıktaki en güncel entegre mücadele olanaklarını akademik veriler ışığında derlemektir.

BAĞLARDA ZARARLI *Xiphinema index*

Bitki paraziti nematodlar dünya genelinde önemli zararlara sebep olan canlılardır ve bu nematodlar arasında özellikle bağlarda büyük etki yapan *Xiphinema index* yani kama nematodu göçmen bir ektoparazittir (Rubio ve ark., 2020). *Xiphinema index* Dorylaimida takımı Longidoridae familyasına bağlı olan bu tür ilk kez asma köklerinde görülmüştür (Hewitt ve ark., 1958). *Xiphinema index* sadece köklerde beslenerek zararlı olmaz aynı zamanda virüs hastalığı olan Asma Kısa Boğum Virüsü (Grapevine fanleaf virüs – GFLV) vektörlüğünü yapar (M'rabet Samaali ve ark., 2024). *Xiphinema index* taşıdığı virüs, bağcılıkta verim ve kaliteyi ulusal anlamda etkilemektedir, bu gibi kayıpların sonucunda *X.index* ile mücadele yöntemlerinin çalışılması ve nematodun morfolojik özelliklerini, biyolojisini, virüs vektörlüğü ve güncel mücadele yöntemlerini akademik anlamda ele almaktadır (Decraemer & Geraert, 2006).

Xiphinema index, bitki hücrelerini delmek ve sitoplazmayı emmek suretiyle özelleşmiş oldukça uzun ve iğne benzeri “odontostylet” yapısına sahiptir (M'rabet Samaali ve ark., 2024). Ergin dişilerin vücut uzunluğu genellikle 2.8 ile 3.4 mm arasında değişiklik göstermektedir (Decraemer ve Geraert, 2006). Erkek bireylerin vücut şekilleri dişilerle aynı olmasına rağmen, güçlü spiküllere ve zıt yönlü uzanan çift testise sahiptirler (Decraemer ve Geraert, 2006). Türün çoğalması, doğada erkek bireylerin genetik katkısına ihtiyaç duyulmadan, partenogenez çoğalma ile döllemesiz üreme stratejisi gerçekleşir (Cohn, 1970). Bu döllemsiz çoğalma yeteneği alet ve ekipmanlarla bulaşarak kolayca tarla alanlarına bulaşmasına ve kolayca çoğalmalarına sebep olur (Garcia ve ark., 2019). Nematodun kütikülü sert ve oldukça kalın bir yapıda olup, keskin toprak partiküllerin arasından kolayca sürtünmeler ve yüksek fiziksel koruma sağlar (Brown ve ark., 1993). Nematodun hareketini sağlayan somatik kas sistemi oldukça gelişmiş olup dar toprak gözenekleri arasında güçlü ve hareketli bir şekilde ilerlemesine yardımcı olur (Raski ve ark., 1983).

Xiphinema index, yaşam sürecinin neredeyse tüm zamanını karanlık toprak katmanlarında geçiren ve sadece canlı konukçu bitkilerin köklerine dışarıdan tutunarak beslenen obligat ektoparazittir (Van Zyl ve ark., 2012). Kökte beslenen nematodlar bitkinin genellikle köklerinin topraktaki suyu ve minerali alan, aktif olarak büyüyen uç kısımları yani meristematik bölgeleri seçerler (Weischer ve Wyss, 1976). Stileti yardımıyla bitki hücre çeperi delindikten sonra, nematod özeagus bezlerinden salgıladığı güçlü sindirim enzimlerini bitkinin içine enjekte eder. Enjekte edilen bu sıvı bitki hücresindeki çekirdek ve organellerin parçalanmasını sağlayarak nematodun kolayca emebileceği sıvı bir sitoplazmik formu oluşturur (Demangeat ve ark., 2005; Andret-Link ve ark., 2004). Asma köklerinde beslenmeleri sonucu köklerde hipertrofi ve hiperplazi (hücrelerin anormal büyümesi ve kontrolsüz çoğalması) reaksiyonlarını tetikler ve sonuç olarak kök uçlarında karakteristik galler oluşur ikinci köklerin uzaması tamamen durur (Hwang ve ark., 2011; Abad ve ark., 2008) Kök sisteminin bu kadar zarar görmesi sonucu bitki ihtiyaç duyduğu su ve besin maddelerinin alımını neredeyse sıfıra indirir (Hewitt ve ark., 1958). Konukçu bitki ortadan kaldırılsa bile, toprakta kalan ölü kök kalıntıları arasında uzun süre canlılıklarını sürdürebilirler (Rubio vd., 2020).

BAĞLARDA KÖK-UR NEMATODLARI (*Meloidogyne* spp)

Kök-ur nematodları (*Meloidogyne* spp.), dünyada tarımsal üretimi tehdit eden ve milyarlarca dolarlık ekonomik kayıplara yol açan en önemli bitki paraziti nematod gruplarının başında gelmektedir (Jones ve ark., 2013). Bu canlılar zorunlu iç parazit formunda yaşamakta olup, bitki köklerinde beslenmekte ve yaşam döngülerinin büyük

bir kısmını toprağın altında tamamlamaktadır (Abad ve ark., 2008). Dünyada bugüne kadar tanımlanmış yüze yakın *Meloidogyne* türü bulunmasına rağmen, bunların büyük bir çoğunluğu tropikal ve subtropikal iklim kuşaklarında yayılış göstermektedir (Mıstanoglu & Devran, 2015). Polifag bir zararlı olan kök-ur nematodları, sebzelerden meyve ağaçlarına kadar binlerce farklı bitki türünü konukçu olarak kabul edebilmektedir (Maleita ve ark., 2011). Asma köklerine yerleşen bu canlılar, zamanla bitkinin su ve besin alım kapasitesini dramatik ölçüde düşürerek üzüm kalitesini ve miktarını olumsuz yönde etkilemektedir (Nicol ve ark., 1999). Türkiye'nin de içinde bulunduğu Akdeniz havzasındaki bağ alanlarda, kök-ur nematodlarının popülasyon yoğunluğu uygun iklim şartları nedeniyle giderek artış göstermektedir (Elekçioğlu ve Uygun, 1994). Özellikle kumlu ve tınlı-kumlu topraklarda kurulan bağ tesislerinde nematod zararlarının şiddeti çok daha yüksek boyutlara ulaşabilmektedir (Devran ve Söğüt, 2009). Üzüm bağlarında küresel ölçekte en çok karşılaşılan ve ekonomik olarak en ciddi zarara neden olan kök-ur nematodu türleri arasında *Meloidogyne incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria* ve *M. hapla* bulunmaktadır (Gagnier, 2024). Türkiye'deki bağ bölgelerinde yapılan detaylı morfolojik ve moleküler teşhis çalışmaları, farklı *Meloidogyne* türlerinin sıklıkla karışık popülasyonlar halinde bulunduğunu ortaya koymaktadır (Öztürk ve Elekçioğlu, 2021). Farklı türlerin asma üzerindeki patojenite seviyeleri değişkenlik gösterse de, tümü bitki kök yapısı hücresel boyutta değiştirme yeteneğine sahiptir (Jones ve ark., 2013). Kök-ur nematodlarının yaşam döngüsü; yumurta, dört farklı larva dönemi (J1, J2, J3, J4) ve ergin evrelerinden oluşmaktadır (Williamson ve Kumar, 2006). Birinci larva dönemi (J1) yumurta kabuğu içerisinde gerçekleşmekte ve ilk deri değişiminin ardından enfektif olan ikinci dönem larva (J2) yumurtadan çıkarak toprağa geçmektedir (Abad ve ark., 2008). Topraktaki asma kök salgılarının sayesinde J2'ler, köklerin büyüme noktalarına doğru hareket ederek hücresel boşluklardan kök içine giriş yapmaktadır (Mıstanoglu ve Devran, 2015). Kök sistemi içerisine yerleşen nematod, stileti aracılığıyla bitki hücrelerine özofagus salgılarını enjekte ederek hücre bölünmesini durdurmakta ve çok çekirdekli "dev hücreler" oluşturmaktadır (Aslan, 2024). Bu dev hücreler, nematodun hayatı boyunca ihtiyaç duyacağı besin maddelerini sağlayan beslenme bölgesi görevi görmektedir. Beslenmeye başlayan J2, arka arkaya üç kez daha gömlek değiştirerek önce şişkinleşmekte, ardından da armut veya limon şeklini alan ergin dişi formuna dönüşmektedir (Anwar ve McKenry, 2000). Erkek bireyler ise genellikle ipliksi formda olmakta ve olumsuz çevre koşullarında veya popülasyon yoğunluğunun aşırı arttığı durumlarda daha yüksek oranda meydana gelmektedir (Devran ve Söğüt, 2009). Çiftleşmeye ihtiyaç duymadan partenogenez yoluyla üreyebilen tek bir ergin dişi asma kökünde, jelatinimsi bir matriks içerisine 500 ila 1000 civarında yumurta bırakabilmektedir (Maleita et al., 2011). Kök-ur nematodları ile mücadelede kimyasal yöntemlerin çevresel riskler göz önüne alındığında, dayanıklı asma anaçlarının kullanımı modern bağcılıkta en temel stratejidir (Williamson ve Kumar, 2006). Amerikan asma türlerinden elde edilen bazı melez anaçlar, nematod beslenmesine karşı genetik bir aşırı duyarlılık reaksiyonu göstererek enfeksiyonu kök hücrelerinde savunabilir (Gagnier, 2024). Ramsey, Dog Ridge, Harmony ve Freedom gibi bazı anaçlar anaçlar, yüksek nematod baskısının olduğu topraklarda mükemmel gelişim göstermeleri amacıyla ıslah edilmiştir (Anwar ve McKenry, 2000). Bu anaçların dayanıklılık genleri spesifik *Meloidogyne* türlerine karşı çalıştığı için bağ kurulmadan önce toprakta hangi nematod türü olduğu teşhis edilmelidir (Nicol ve ark., 1999). *Pasteuria penetrans* gibi bakteri parazitleri ile *Purpureocillium lilacinum* gibi nematod yumurtalarını tahrip eden funguslar, biyolojik ajanlar olarak bağ topraklarına inoküle edilmektedir (Özdemir, 2014). Bazı bitkisel uçucu yağlar, bitki ekstraktları ve organik asit türevleri, sulama sistemleri üzerinden asma kök bölgesine uygulanarak larvaların hareket kabiliyetini zarara uğratabilmektedir (Aslan, 2024).

SONUÇ

Bu çalışma kapsamında, asma yetiştiriciliğinde yeni kurulan bağ tesisleri ve genç plantasyonlar için en büyük ekonomik tehditlerden ikisini oluşturan *Xiphinema index* ve kök-ur nematodlarının (*Meloidogyne* spp.) biyolojileri, patolojik etkileri ve mücadele yöntemleri üzerine yapılmış güncel araştırmalar kapsamlı bir literatür senteziyle bir araya getirilmiştir. Yürütülen incelemeler sonucunda, ektoparazit karakterindeki *Xiphinema index* aktif büyüyen meristematik kök uçlarındaki beslenme faaliyetiyle kök gelişimini durdurduğu, zorunlu iç parazit formundaki kök-ur nematodlarının ise kök dokusu içerisine yerleşerek çok çekirdekli dev hücreler ve karakteristik

kök urları meydana getirmektedir. Söz konusu toprak altı zararlılarının kök sisteminde meydana getirdiği bu doğrudan hücrel tahribat, asmanın topraktan su ve besin elementi emilim kapasitesini kısıtlayarak bitki fizyolojisini bozmakta; toprak üstü aksamda bodurlaşma, kloroz ve sürgün gerilemesi gibi abiyotik stres belirtilerine karşı duyarlılığını artırmaktadır. Tüm bunlara ek olarak, kama nematodunun stiletinde taşıdığı Asma Kısa Boğum Virüsü'nü sağlıklı bitkilere enfekte ederek yıkıcı fizyolojik dejenerasyonları başlatması, kök-ur nematodlarının ise beslenme amacıyla açtığı mikroskobik yaralarla *Fusarium* gibi toprak kaynaklı fungal patojenlerin köklere girişini kolaylaştırarak ölümcül hastalık komplekslerini tetiklemesi, böylece teşhisi zor ve fidan ölümlerine zemin hazırladığı vurgulanmıştır. Bu derlemede sentezlenen temel ve güncel verilerin, gelecekte asma nematodolojisi alanında yürütülecek yeni dayanıklılık ıslahı projeleri, çevreci biyokontrol araştırmaları için sağlam bir teorik altyapı ve güvenilir bir kaynağı oluşturacağı öngörülmektedir.

KAYNAKLAR

- Abad, P., Gouzy, J., Aury, J. M., Castagnone-Sereno, P., Danchin, E. G., Deleury, E., ... & Wincker, P. (2008). Genome sequence of the metazoan plant-parasitic nematode *Meloidogyne incognita*. *Nature biotechnology*, 26(8), 909-915. <https://doi.org/10.1038/nbt.1482>
- Andret-Link, P., Laporte, C., Valat, L., Ritzenthaler, C., Demangeat, G., Vigne, E., ... & Fuchs, M. (2004). Grapevine fanleaf virus: still a major threat to the grapevine industry. *Journal of Plant Pathology*, 183-195. <https://www.jstor.org/stable/41992424>
- Anwar, S. A., & McKenry, M. V. (2000). Penetration, development, and reproduction of *Meloidogyne arenaria* on two new resistant *Vitis* spp. rootstocks. *Nematopica*, 30(1), 9-17.
- Aslan, A. (2024). *Erzurum ili patates üretim alanlarında bulunan bitki paraziti nematod türlerinin tespiti ve popülasyon yoğunlukları* (Doktora tezi, Atatürk Üniversitesi).
- Brown, D. J. F., Halbrecht, J. M., Robbins, R. T., & Vrain, T. C. (1993). Transmission of nepoviruses by *Xiphinema americanum*-group nematodes. *Journal of Nematology*, 25(3), 349-354.
- Cohn, E. (1970). Observations on the feeding and symptomatology of *Xiphinema* and *Longidorus* on selected host roots. *Journal of Nematology*, 2(2), 167-173.
- Decraemer, W., & Geraert, E. (2006). Ectoparasitic nematodes. In *Plant nematology* (pp. 153-184). Wallingford UK: CABI. <https://doi.org/10.1079/9781845930561.0153>
- Demangeat, G., Komar, V., Cornuet, P., Esmenjaud, D., & Fuchs, M. (2004). Sensitive and reliable detection of grapevine fanleaf virus in a single *Xiphinema* index nematode vector. *Journal of virological methods*, 122(1), 79-86. <https://doi.org/10.1016/j.jviromet.2004.08.006>
- Devran, Z., & Mıstanoğlu, İ. (2017). Bitki paraziti nematodların beslenme stratejileri. *Türkiye Entomoloji Bülteni*, 7(3), 249-258. <https://doi.org/10.16969/entoteb.326853>
- Devran, Z., & Söğüt, M. A. (2009). Distribution and identification of root-knot nematodes from Turkey. *Journal of Nematology*, 41(2), 128-133.
- Direk, M. (2012). *Tarım tarihi ve deontoloji*. Eğitim Yayınevi, 9-37.
- Djennane, S., Prado, E., Dumas, V. ve diğerleri. Asma yaprak lekesi virüsünden kaynaklanan bağ dejenerasyonunu çözmek için tek bir direnç faktörü. *Commun Biol* 4, 637 (2021). <https://doi.org/10.1038/s42003-021-02164-4>
- Elekcioğlu, İ. H., & Uygun, N. (1994, September). Occurrence and distribution of plant parasitic nematodes in cash crop in Eastern Mediterranean region of Turkey. In *Proceedings of 9th Congress of the Mediterranean Phytopathological Union, Kuşadası-Aydın-Türkiye* (pp. 409-410).

- Gagnier, B. K. (2024). *Reducing Meloidogyne hapla (northern root-knot nematode) using cover crops, fallow periods and Vitis spp. rootstocks* (Doctoral dissertation, Washington State University).
- Garcia, S., Hily, J.-M., Komar, V., Gertz, C., Demangeat, G., Lemaire, O., & Vigne, E. (2019). Tek bir Xiphinema indeks nematodunda Asma Yalpaze Yaprak Virüsünün Çoklu Varyantlarının Tespiti . Virüsler , 11 (12), 1139. <https://doi.org/10.3390/v11121139>
- Hewitt, W. B., Raski, D. J., & Goheen, A. C. (1958). Nematode vector of soil-borne fanleaf virus of grapevines. *Phytopathology*, 48(10), 586-595.
- Hwang, CF., Xu, K., Hu, R. ve diğerleri. Üzümde hançer nematodu direncinden sorumlu bir lokus olan *XiRI*'in klonlanması ve karakterizasyonu . *Theor Appl Genet* **121** , 789–799 (2010). <https://doi.org/10.1007/s00122-010-1349-y>
- Jones, J. T., Haegeman, A., Danchin, E. G., Gaur, H. S., Helder, J., Jones, M. G., ... & Perry, R. N. (2013). Top 10 plant-parasitic nematodes in molecular plant pathology. *Molecular plant pathology*, 14(9), 946-961. <https://doi.org/10.1111/mpp.12057>
- Maleita, C. M., Curtis, R. H., Powers, S. J., & Abrantes, I. M. (2011). Host status of cultivated plants to *Meloidogyne hispanica*. *European Journal of Plant Pathology*, 130(1), 119-128.
- Mıstanoğlu, İ., & Devran, Z. (2015). Kök-ur nematodları ve konukçuları arasındaki ilişkiler. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 29(1), 37-46. <https://izlik.org/JA28EY38TE>
- M'rabet Samaali, A., Mougou Hamdane, A., Toumi, F., Dhaouadi, S., & Kallel, S. (2024). Acquisition and transmission of Grapevine fanleaf virus (GFLV) by *Xiphinema index* and *Xiphinema italiae* (Longidoridae). *Journal of Helminthology*, 98, e16.
- Mullins, M. G., Bouquet, A., & Williams, L. E. (1992). *Biology of the Grapevine*. Cambridge University Press.
- Nicol, J. M., Stirling, G. R., Rose, B., May, P., & Van Heeswijck, R. (1999). Impact of nematodes on grapevine growth and productivity: current knowledge and future directions, with special reference to Australian viticulture. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 5(3), 109-127.
- Nicol, J. M., Turner, S. J., Coyne, D. L., Nijs, L. D., Hockland, S., & Maafi, Z. T. (2011). Current nematode threats to world agriculture. In *Genomics and molecular genetics of plant-nematode interactions* (pp. 21-43). Dordrecht: Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-007-0434-3_2
- Özdemir, E. (2014). Bazı bitkisel uçucu yağların kök-ur nematodu *Meloidogyne incognita* üzerine etkileri. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 51(2), 145-152.
- Özdemir, F. G. G. (2022). Bazı Bitki Besin Elementlerinin Bitki Paraziti Nematodlar Üzerine Etkisi. *Bartın University International Journal of Natural and Applied Sciences*, 5(2), 114-121. <https://doi.org/10.55930/jonas.1185112>
- Öztürk, L., & Elekçioğlu, İ. H. (2021). Some plant parasitic nematodes associated with grapevines in Thrace, Turkey. *Viticulture Studies*, 1(1), 29-37. <https://doi.org/10.52001/vis.2021.4>
- Raski, D. J., Goheen, A. C., Lider, L. A., & Meredith, C. P. (1983). Strategies against grapevine fanleaf virus and its nematode vector. *Plant Disease*, 67(3), 335-339
- Rubio, B., Lalanne-Tisné, G., Voisin, R. ve diğerleri. Muscadine kökenli Bitkilerde Filoksera, *Daktulosphaira Vitifoliae* Ve Hançer Nematodu *Xiphinema Index*'e Karşı Direncin Genetik Belirleyicilerinin Karakterizasyonu . *BMC Plant Biol* **20** , 213 (2020). <https://doi.org/10.1186/s12870-020-2310-0>

- Sağlam, H., & Çalkan Sağlam, Ö. (2018). Türkiye Bağcılığına Tarihsel Bir Bakış; Asma Genetik Kaynaklarının Önemi. *Selcuk Journal Of Agriculture & Food Sciences/Selcuk Tarım Ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 32(3).
- Samaali, BR, Loulou, A., MougouHamdane, A. ve Kallel, S. (2024). Asma yaprağı virüsünün (GFLV) *Xiphinema index* ve *Xiphinema italiae* (Longidoridae) tarafından edinilmesi ve bulaşması. *Helminтологи Dergisi*, 98, e26. <https://doi.org/10.1017/S0022149X24000154>
- Sasanelli, N., Konrat, A., Migunova, V., Toderas, I., Iurcu-Straistaru, E., Rusu, S., ... & Veronico, P. (2021). Review on control methods against plant parasitic nematodes applied in southern member states (C Zone) of the European Union. *Agriculture*, 11(7), 602.
- Semerçi, A., Kızıltuğ, T., Çelik, A., & Kiracı, M. (2015). Türkiye bağcılığının genel durumu. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(2). <https://izlik.org/JA79UC49NW>
- Stirling, G. R. (2014). Biological Control Of Plant-Parasitic Nematodes: Soil Ecosystem Management In Sustainable Agriculture. Cabi.
- Van Zyl, S., Vivier, M. A., & Walker, M. A. (2012). *Xiphinema index* and its relationship to grapevines: A review. *South African Journal of Enology and Viticulture*, 33(1), 21-32.
- Velten, S., Leventon, J., Jager, N., & Newig, J. (2015). What is sustainable agriculture? A systematic review. *Sustainability*, 7(6), 7833-7865.
- Weischer, B., & Wyss, U. (1976). Feeding behaviour and pathogenicity of *Xiphinema index* on grapevine roots. *Nematologica*, 22(3), 319-325.
- Williamson, V. M., & Kumar, A. (2006). Nematode resistance in plants: the battle underground. *Trends in Genetics*, 22(7), 396-403.

BAĞLARDA ZARARLI BİTKİ PARAZİTİ NEMATODLAR: *Pratylenchus* spp. VE *Tylenchulus semipenetrans***Emirhan TOPRAKÇI¹ / Doç. Dr. Refik BOZBUĞA²**¹Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Eskişehir/Türkiye, emirhantoprakci7@gmail.com, ORCID: 0009-0005-1905-8450²Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Eskişehir/Türkiye, refik.bozbuga@ogu.edu.tr, ORCID: 0000-0001-9201-5725**Özet**

Bağlarda ekonomik kayıplara neden olan birçok bitki paraziti nematod türü bulunmaktadır. Bu zararlılar arasında kök lezyon nematodları (*Pratylenchus* spp.) ve turuncgil nematodu (*Tylenchulus semipenetrans*), bağ yetiştiriciliğinde önemli zararlılar olarak öne çıkmaktadır. *Pratylenchus* türleri, endoparazitik yaşam biçimleriyle kök dokularında mekanik ve enzimatik zarar oluşturarak nekrotik lezyonların meydana gelmesine neden olmaktadır. Kök sisteminde oluşan bu zararlar, bitkinin su ve besin elementi alımını olumsuz yönde etkileyerek gelişim geriliğine ve stres faktörlerine karşı duyarlılığın artmasına yol açmaktadır. Ayrıca, oluşan kök yaralanmaları sekonder fungal ve bakteriyel etmenlerin girişini kolaylaştırabilmektedir. Diğer yandan, *T. semipenetrans* yarı-endoparazitik yaşam şekli göstererek kök korteksine yerleşmekte ve beslenme sırasında bitki metabolizmasını etkileyerek kök fonksiyonlarının bozulmasına neden olmaktadır. Bu durum, bitkide genel gelişim geriliği, verim düşüklüğü ve kalite kayıplarıyla sonuçlanabilmektedir. Bağ alanlarında bu nematodların neden olduğu olumsuz etkilerin azaltılması amacıyla, sertifikalı ve sağlıklı fidan kullanımı, dikim öncesi toprak dezenfeksiyonu veya nematod yoğunluğunun azaltılmasına yönelik uygulamalar, dayanıklı veya toleranslı anaçların tercih edilmesi ve biyolojik mücadele yöntemlerinin entegre bir şekilde uygulanması önem taşımaktadır. Sonuç olarak, bağ alanlarında zararlı bitki paraziti nematodların biyolojisi, yayılışı ve etkilerinin daha iyi anlaşılması, sürdürülebilir mücadele stratejilerinin geliştirilmesine katkı sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Bağ, *Pratylenchus* spp., *Tylenchulus semipenetrans*, bitki paraziti nematodlar

PLANT-PARASITIC NEMATODES IN VINEYARDS: *Pratylenchus* spp. AND *Tylenchulus semipenetrans***Emirhan TOPRAKÇI¹ / Doç. Dr. Refik BOZBUĞA²**¹Eskisehir Osmangazi University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Eskisehir/Türkiye, emirhantoprakci7@gmail.com, ORCID: 0009-0005-1905-8450²Eskisehir Osmangazi University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Eskişehir/Türkiye, refik.bozbuga@ogu.edu.tr, ORCID: 0000-0001-9201-5725**Abstract**

Numerous plant-parasitic nematode species are responsible for significant economic losses in vineyards. Among these pests, root lesion nematodes (*Pratylenchus* spp.) and the citrus nematode (*Tylenchulus semipenetrans*) are prominent in viticultural systems. *Pratylenchus* species, through their endoparasitic mode of life, induce both mechanical and enzymatic damage within root tissues, leading to the formation of necrotic lesions. Such root damage adversely affects the uptake of water and essential nutrients, resulting in stunted plant growth and increased susceptibility to stress factors. Moreover, these lesions may facilitate the entry of secondary fungal and bacterial pathogens. In contrast, *T. semipenetrans* exhibits a semi-endoparasitic lifestyle, establishing itself within the root cortex and interfering with plant metabolism during feeding, thereby disrupting root function. This ultimately leads to general growth decline, reduced yield, and deterioration in fruit quality. To mitigate the adverse effects of these nematodes in vineyards, the use of certified and healthy planting material, pre-plant soil disinfection or other practices aimed at reducing nematode populations, the selection of resistant or tolerant rootstocks, and the integrated application of biological control methods are of considerable importance. In conclusion, a better understanding of the biology, distribution, and impacts of plant-parasitic nematodes in vineyard systems will contribute to the development of sustainable management strategies.

Keywords: Vineyards, *Pratylenchus* spp., *Tylenchulus semipenetrans*, Plant parasitic nematodes

GİRİŞ

Tarım, artan dünya nüfusunun gıda ihtiyacını karşılamak ve ülkelerin ekonomik kalkınmasını sağlamak açısından kritik bir ekolojik ve ekonomik öneme sahiptir (Demir ve ark., 2023). Özellikle asma ve turunçgil gibi ekonomik değeri yüksek olan çok yıllık bitkilerin yetiştiriciliği, küresel tarımsal üretimin temel yapı taşlarından birini oluşturmaktadır (Sağlam ve Çalkan Sağlam, 2018). Bu biyotik stres faktörleri arasında yer alan bitki paraziti nematodlar, obligat parazit formunda yaşayarak dünya genelinde yıllık milyarlarca dolarlık ekonomik kayba yol açan mikroskobik canlılardır (Jones ve ark., 2013). Bitkilerin kök sistemlerine yerleşerek beslenen bu organizmalar, bitkinin su ve besin alımını doğrudan engelleyerek ciddi verim ve kalite kayıplarına neden olmaktadır (Nicol ve ark., 1999).

Küresel çapta tarımsal üretimi tehdit eden en önemli nematod gruplarından biri, geniş bir konukçu dizisine sahip olan kök lezyon nematodlarıdır (*Pratylenchus* spp.) (Castillo ve Vovlas, 2007). Bu nematodlar, bitki köklerinin içine girerek hücreden hücreye göç eden ve endoparazitik beslenme stratejisi izleyen zararlılardır (Anwar ve Van Gundy, 1989). Beslenme aktiviteleri sırasında stiletleri yardımıyla hücre duvarlarını parçalayarak kök dokularında koyu renkli, nekrotik lezyonların oluşmasına sebebiyet verirler (Jones ve ark., 2013). Kök sisteminde meydana gelen bu mekanik ve enzimatik tahribat, bitkinin çevresel stres faktörlerine karşı direncini zayıflatmaktadır (Zasada ve ark., 2010). Ayrıca, köklerde açılan bu yaralar toprak kökenli patojenik mantar ve bakterilerin bitkiye girişini kolaylaştırarak yıkıcı sekonder enfeksiyonlara doğrudan zemin hazırlamaktadır (Pinkerton ve ark., 1999).

Tarımsal alanlarda ekonomik açıdan büyük önem taşıyan bir diğer tür ise ana konukçusu turunçgiller olan ancak asma (bağ) alanlarında da ciddi zararlara yol açtığı bilinen turunçgil nematodudur (*Tylenchulus semipenetrans*) (Tennant ve ark., 2009). Bu nematod türü, yaşam döngüsünün büyük bir kısmını kök dışında geçirip sadece baş kısmını kök korteksine yerleştirerek yarı-endoparazitik bir beslenme davranışı sergilemektedir (Duncan, 2009). Bu parazitik aktivite sonucunda, hücresel düzeyde mikroskobik yaralar meydana gelir ve bitki fizyolojisi olumsuz yönde etkilenir (Stirling, 2014). Enfeksiyonun ilerlemesiyle birlikte bitkilerde "yavaş gerileme" (slow decline) adı verilen kronik bir hastalık tablosu ortaya çıkarak uzun vadede sürgün gelişiminde yavaşlama ve yapraklarda belirgin kloroz gözlemlenmektedir (Afzal ve ark., 2021).

Hem *Pratylenchus* türleri hem de *T. semipenetrans*, bitki kök sistemini tahrip ederek toprak üstü aksamda genel gelişim geriliği ve salkım ile meyve veriminde düşüşler gibi ortak sonuçlar doğurmaktadır (McKenry, 1992). Geçmiş yıllarda bu obligat toprak altı zararlıları ile mücadelede metil bromür gibi geniş spektrumlu toksik fümigantlar yaygın olarak kullanılmıştır (Zasada ve ark., 2010). Ancak, söz konusu kimyasalların çevreye, ozon tabakasına ve insan sağlığına olan ağır olumsuz etkileri nedeniyle dünya genelinde yasaklanması, nematod yönetiminde büyük bir boşluk yaratmıştır (Aballay ve ark., 2009). Bu durum, modern tarımda nematod popülasyonlarını baskılamak için entegre, doğa dostu ve sürdürülebilir alternatif mücadele yöntemlerinin geliştirilmesini zorunlu kılmıştır (Sasanelli ve ark., 2021). Karantina tedbirlerine sıkı sıkıya uyulması, sertifikalı temiz üretim materyallerinin kullanılması, biyolojik kontrol ajanlarının sisteme entegre edilmesi ve özellikle genetik olarak nematodlara dayanıklı melez anaçların tercih edilmesi bu sürdürülebilir yöntemlerin temelini oluşturmaktadır (Williamson ve Kumar, 2006).

Bu bağlamda, bitki paraziti nematodların biyolojilerinin ve bitki-nematod etkileşimlerinin derinlemesine anlaşılması, etkili ve ekolojik mücadele stratejilerinin oluşturulması için ön koşuldur (Khan ve Quintanilla, 2023). Bu derlemenin temel amacı, tarımsal üretimde önemli verim kayıplarına neden olan kök lezyon nematodları (*Pratylenchus* spp.) ve turunçgil nematodunun (*Tylenchulus semipenetrans*) morfolojik, biyolojik ve patojenik özelliklerini kapsamlı bir şekilde incelemektir (Castillo ve Vovlas, 2007). Ayrıca, bu zararlılara karşı uygulanan güncel, sürdürülebilir ve çevre dostu entegre mücadele yöntemlerinin modern bilimsel literatür ışığında değerlendirilmesi hedeflenmektedir (Askary ve Martinelli, 2015). Elde edilen bu derleme verilerinin,

karşıtırmacılar ve tarımsal üreticilere sürdürülebilir ürün yönetimi konusunda akademik bir perspektif sunması ve gelecekteki dayanıklılık ıslahı çalışmaları teorik bir zemin hazırlaması amacıyla yapılmıştır.

Bağlarda Kök Lezyon Nematodu (*Pratylenchus* spp.)

Kök lezyon nematodları (*Pratylenchus* spp.) diğer nematod türleri gibi ekonomik kayıplara neden olan ve geniş bir konukçu dizisine sahip mikroskobik canlılardır (Castillo ve Vovlas, 2007). Üzüm bağlarının kök sistemini hedef alarak su ve besin maddesi alımını ciddi şekilde engellemektedir (McKenry, 1992). *Pratylenchus* türleri asmanın kök içine girerek (endoparazit) beslenme stratejisi izleyerek doğrudan doku ölümüne sebep olur (Anwar ve Van Gundy, 1989). Bağlarda görülen kök lezyon nematodları bitkinin çevresel stres faktörlerine karşı direncini zayıflatmaktadır (Zasada ve ark., 2010). Kök lezyon nematodları köklerde yaptığı hasarlardan dolayı sekonder etmenlerin gelişip zarar yapmasına sebep olmaktadır (Nicol ve ark., 2011).

Küresel olarak bağ alanlarında en çok görülen ve asmalarda ciddi ekonomik kayıplara sebep olan başlıca tür *Pratylenchus vulnus*'tur (Handoo ve ark., 2001). ABD'deki bağ alanlarında yapılan çalışmalarda bu nematodların asma köklerinde %50'den fazla bulunma olasılığına sahip olduğu saptanmıştır (Howland ve ark., 2014). *Pratylenchus vulnus* dışında *P. penetrans* ve *P. neglectus* gibi türlerde üzüm bağlarında bulunabilmekte ve lokal olarak zarar yapabilmektedirler (Pinkerton ve ark. 1999). Avusturalya'daki bağlık alanlarda yapılan çalışmalarda, kök lezyon nematodlarının zamansal ve mekansal dağılımının bağın yaşıyla doğrudan ilişkili olduğu gösterilmiştir (Quader ve ark., 2001).

Pratylenchus spp., yaşam döngülerinin tüm aktif evrelerinde bitki kökleri içerisinde ya da toprakta olup göç edebilen canlılardır (Castillo ve Vovlas, 2007). Yumurtalarını genellikle kök içine veya doğrudan rizosfer bölgesindeki toprağa bırakırlar (Askary ve Martinelli, 2015). İkinci dönem larvalar (J2), güçlü stiletleri sayesinde kök epidermisini delerek içeri girerler (Jones ve ark., 2013). Kök içinde hücreden hücreye geçerek beslenirler ve beslendikleri yerlerde nekrotik lezyonlar bırakırlar (Lamberti ve Baines, 1969). Üzüm bağlarında nematodların yol açtığı hasar, hücre duvarlarının parçalanması ve içeriğinin emilmesine dayanır (Téliz ve ark., 2007). Çevresel koşullara (sıcaklık, nem, vs.) bağlı olarak yaşam döngülerini ortalama 4 ila 8 hafta içinde tamamlarlar (McKenry, 1992).

Kök lezyon nematodlarının beslenmesi sonucu asma köklerinde küçük, koyu renkli ve giderek büyüyen nekrotik lekeler meydana gelir (Anwar ve Van Gundy, 1989). Toprak üstü organlarda kök sisteminde oluşan zararlardan ötürü gelişme geriliği, yapraklarda kloroz ve salkım veriminde düşüş görülür (Pinkerton ve ark., 1999). Kök lezyon nematodlarının neden olduğu yaralarda dolayı toprak kökenli mantarların kök içine girmesine de zemin hazırlar (Nicol ve ark., 2011). Şiddetli enfeksiyon durumlarında özellikle genç asma fidanlarının kuruyarak öldüğü vakalar labortuvar ortamında gözlemlenmiştir (Lamberti ve Baines, 1969).

Bağlarda kök lezyon nematodlarına karşı karşı en etkili yöntem dayanıklı ve tolerant anaçların kullanılmasıdır (Zasada ve ark., 2010). Yeni bağ tesisi ayarlarken toprağın analiz ettirilip nematod popülasyonunun olup olmaması mücadelenin en önemli kritik adımıdır (Howland ve ark., 2014). Karantina tedbirlerine uyulması ve sertifikalı fidanların kullanılması tarlaya bulaşmasını önemli ölçüde engellemektedir (Askary ve Martinelli, 2015). Yabancı otların temizlenmesi ve nematodların alternatif konukçu bulması engellenir (Quader ve ark., 2001). Kimyasal mücadelede kullanılan ilaçlar etkili sonuçlar versede çevreye ve insan sağlığına olumsuz etkileri sonucunda biyolojik mücadele ajanlarının kullanılması teşvik edilmelidir (Castillo ve Vovlas, 2007).

Tylenchulus semipenetrans

Tylenchulus semipenetrans'ın ana konukçusu turuncgiller olmasına rağmen diğer bazı tarımsal ürünlerin köklerinde parazitlik yaptığı belirtilmiştir (Greco ve Moreno, 2002). Olgun bir dişi nematod, mikroskobik incelemelere göre yaşam döngüsü boyunca bu jelatinimsi kese içerisine ortalama 70 ila 100 adet yumurta bırakabilme potansiyeline sahiptir (Verdejo-Lucas ve McKenry, 2004). Toprak sıcaklığı ve nem optimum koşullara ulaştığında yumurtalardan çıkan ikinci dönem larvalar topraktakibitki köklerini enfekte eden asıl

hareketli ve zarar verici formlarıdır (Sorribas ve ark, 2001). Bitkilerin toprak üstü aksamında ise, sürgün gelişiminde yavaşlama, yapraklarda küçülme ve belirgin kloroz gibi su ve besin yetersizliği bulguları gözlemlenmektedir (Afzal ve ark., 2021). Bu parazitik beslenme aktivitesinin köklerde açtığı mikroskobik hücresel yaralar, toprak kökenli sekonder patojen fungusların asma kök sistemine çok daha hızlı yerleşmesine olanak tanımaktadır (Stirling, 2014). Nematodun zararı morfolojik olarak tamamen aynı görünseler de *T. semipenetrans*'ın farklı bitkilere adapte olmuş bazı biyotiplerinin bulunmaktadır (Inserra ve ark., 1980).

Kültürel mücadele bağlamında, önceden nematodla bulaşık olduğu bilinen alanlarda yeni bağ tesisinden önce toprağın mutlaka dinlendirilmesi veya uygun ekinlerle rotasyona tabi tutulması tavsiye edilmektedir (Kıray, 1963).

Sonuç

Bu derlemede, bağ plantasyonlarında ve yeni tesis edilen üretim alanlarında ekonomik sürdürülebilirliği doğrudan tehdit eden kök lezyon nematodları (*Pratylenchus* spp.) ve turuncgil nematodunun (*Tylenchulus semipenetrans*) patojenik etkileri ile yönetim stratejilerini geniş literatürler olarak sentezlemiştir. Elde edilen bulgular, endoparazitik bir yaşam döngüsüne sahip *Pratylenchus* türlerinin kök dokularında hücreler arası hareket ederek doğrudan nekrotik lezyonlar oluşturduğunu; yarı-endoparazitik karakterdeki *T. semipenetrans*'ın ise kortekse yerleşip bitki metabolizmasını kronik bir şekilde zarar vermektedir. Her iki zararlının kök sisteminde meydana getirdiği bu hücresel ve fonksiyonel tahribat, asmanın su ve besin elementi emilim kapasitesini dramatik ölçüde kısıtlamaktadır. Bu durum, bitkinin toprak üstü aksamına bodurlaşma, kloroz ve sürgün kurumaları gibi vejetatif stres belirtileri olarak yansımakta ve genel bir zayıflamaya neden olmaktadır. Toprak altındaki bu parazitik faaliyetlerin en kritik yönlerinden biri de beslenme ve penetrasyon esnasında açılan mikroskobik yaraların, toprak kökenli sekonder fungal patojenlerin kök dokularına girişini sebep olmasıdır. Nematod-fungus etkileşimiyle ortaya çıkan bu hastalık kompleksleri, arazide teşhisi zorlaştırmakta ve özellikle hassas fidanlarda kitlesel kuruma riskini artırmaktadır. Bu obligat zararlılara karşı kültürel önlemler, sertifikalı temiz fidan kullanımı ve biyolojik mücadele yöntemlerinin entegre edildiği doğa dostu alternatifleri zorunlu kılmıştır. Bu doğrultuda, nematod baskısını uzun vadede yönetebilmek adına genetik olarak dirençli ve toleranslı melez anaçların tercih edilmesi sürdürülebilir çözüm olarak öne çıkmaktadır. Sonuç olarak, bu derlemede bir araya getirilen güncel verilerin, gelecekte asma nematodolojisi alanında yürütülecek dayanıklılık ıslahı projeleri araştırmaları için güçlü bir teorik altyapı sunacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Aballay, E., Persson, P., & Martensson, A. (2009). Plant-parasitic nematodes in Chilean vineyards. *Nematropica*, 85-98.
- Afzal, M. U., Khan, S. A., Javid, N., & Malik, A. U. (2021). Synergism Of Citrus Nematode (*Tylenchulus Semipenetrans* Cobb.) And Colletotrichum Gloeosporioides Plays A Major Role İn Citrus Dieback. *Pakistan Journal Of Agricultural Sciences*, 58(4).
- Anwar, S. A., & Van Gundy, S. D. (1989). Influence Of Four Nematodes On Root And Shoot Growth Parameters İn Grape. *Journal of nematology*, 21(2), 276-283.
- Askary, T. H., & Martinelli, P. R. P. (Eds.). (2015). *Biocontrol Agents Of Phytonematodes*. CABI.
- Castillo, P., & Vovlas, N. (2007). *Pratylenchus* (Nematoda: Pratylenchidae): Diagnosis, Biology, Pathogenicity And Management (Vol. 6). Brill.
- Demir, O., Gültekin, G. Ç., & Uzundumlu, A. S. (2023). Türkiye Ekonomisinde Tarımın Yeri Ve Önemi. *Palandöken Journal Of Animal Sciences Technology And Economics*, 2(2), 62-69. <https://doi.org/10.5152/JASE.2023.23009>
- Duncan, L. W. (2005). Managing Nematodes İn Citrus Orchards. *Nematology: Advances And Perspectives*, 2, 811-852.
- Duncan, L. W. (2009). Managing Nematodes İn Citrus Orchards. *Integrated Management Of Fruit Crops Nematodes*, 135-174.
- Greco, N., & Moreno, I. (2002). The Citrus Nematode, *Tylenchulus Semipenetrans*, İn Grapevines. *Nematologia Mediterranea*, 30, 151-155.
- Handoo, Z. A., Carta, L. K., Skantar, A. M., & Chitwood, D. J. (2001). Morphological And Molecular Characterization Of *Pratylenchus penetrans* And *P. vulnus*. *Journal Of Nematology*, 33(4), 211-218.
- Howland, A. D., Zasada, I. A., & Schreiner, R. P. (2014). Plant-Parasitic Nematodes Associated With Grapevines, *Vitis Vinifera*, İn Washington And Idaho. *American Journal Of Enology And Viticulture*, 65(1), 68-74.
- Inserra, R. N., Vovlas, N., & O'Bannon, J. H. (1980). A Classification Of The Biotypes Of *Tylenchulus Semipenetrans*. *Journal Of Nematology*, 12(4), 283-287.
- Jones, J. T., Haegeman, A., Danchin, E. G., Gaur, H. S., Helder, J., Jones, M. G., ... & Perry, R. N. (2013). Top 10 Plant-Parasitic Nematodes İn Molecular Plant Pathology. *Molecular Plant Pathology*, 14(9), 946-961.
- Khan, M. R., & Quintanilla, M. (Eds.). (2023). *Nematode Diseases Of Crops And Their Sustainable Management*. Academic Press.
- Kıray, Y. (1963). Turunçgil Nematodu (*Tylenchulus Semipenetrans* Cobb, 1913): Yaşayışı Ve Mücadelesi. *Adana Kemal Matbaası*, 8.
- Lamberti, F., & Baines, R. C. (1969). Effect Of *Pratylenchus vulnus* On The Growth Of 'Thompson Seedless' Grapevines. *Plant Disease Reporter*, 53(8), 667-670.
- Mckenry, M. V. (1992). *Nematodes İn Grape Pest Management*.
- Nicol, J. M., Stirling, G. R., Rose, B. J., May, P., & Van Heeswijck, R. (1999). Impact Of Nematodes On Grapevine Growth And Productivity: Current Knowledge And Future Directions, With Special Reference To Australian Viticulture. *Australian Journal Of Grape And Wine Research*, 5(3), 109-127.

- Nicol, J. M., Turner, S. J., Coyne, D. L., Nijs, L. D., Hockland, S., & Maafi, Z. T. (2011). Current Nematode Threats To World Agriculture. In *Genomics And Molecular Genetics Of Plant-Nematode Interactions* (Pp. 21-43). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Pinkerton, J. N., Forge, T. A., Ivors, K. L., & Ingham, R. E. (1999). Plant-Parasitic Nematodes Associated With Grapevines, *Vitis vinifera*, In Oregon Vineyards. *Journal Of Nematology*, 31(4S), 624.
- Quader, M., Riley, I. T., & Walker, G. E. (2001). Spatial And Temporal Distribution Patterns Of Dagger And Root Lesion Nematodes In South Australian Vineyards. *Australasian Plant Pathology*, 30(4), 357-360.
- Sağlam, H., & Çalkan Sağlam, Ö. (2018). Türkiye Bağcılığına Tarihsel Bir Bakış; Asma Genetik Kaynaklarının Önemi. *Selcuk Journal Of Agriculture & Food Sciences/Selcuk Tarım Ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 32(3).
- Sasanelli, N., Konrat, A., Migunova, V., Toderas, I., Iurcu-Straistaru, E., Rusu, S., ... & Veronico, P. (2021). Review On Control Methods Against Plant Parasitic Nematodes Applied In Southern Member States (C Zone) Of The European Union. *Agriculture*, 11(7), 602.
- Sorribas, F. J., Verdejo-Lucas, S., Forner, J. B., Alcaide, A., Pons, J., & Ornat, C. (2001). Seasonality Of *Tylenchulus semipenetrans* Cobb And *Pasteuria* Sp. In Citrus Orchards In Spain. *Journal Of Nematology*, 33(4), 258.
- Stirling, G. R. (2014). *Biological Control Of Plant-Parasitic Nematodes: Soil Ecosystem Management in Sustainable Agriculture*. Cabi.
- Téliz, D., Landa, B. B., Rapoport, H. F., Pérez Camacho, F., Jiménez-Díaz, R. M., & Castillo, P. (2007). Plant-parasitic nematodes infecting grapevine in southern Spain and susceptible reaction to root-knot nematodes of rootstocks reported as moderately resistant. *Plant Disease*, 91(9), 1147–1154. <https://doi.org/10.1094/PDIS-91-9-1147>
- Tennant, P. F., Robinson, D., Fisher, L., Bennett, S. M., Hutton, D., Coates-Beckford, P., & McLaughlin, W. (2009). Diseases And Pests Of Citrus (Citrus Spp.). *Tree And Forestry Science And Biotechnology*, 3(2), 81-107.
- Verdejo-Lucas, S., & Mckenry, M. V. (2004). Management Of The Citrus Nematode, *Tylenchulus semipenetrans*. *Journal Of Nematology*, 36(1), 1-18.
- Williamson, V. M., & Kumar, A. (2006). Nematode Resistance In Plants: The Battle Underground. *Trends In Genetics*, 22(7), 396-403.
- Zasada, I. A., Halbrendt, J. M., Kokalis-Burelle, N., Lamondia, J., Mckenry, M. V., & Noling, J. W. (2010). Managing Nematodes Without Methyl Bromide. *Annual Review Of Phytopathology*, 48(1), 311-328.

HARPİN PROTEİNLERİ: YAPISI, ETKİ MEKANİZMALARI VE SÜRDÜRÜLEBİLİR TARIMDAKİ POTANSİYEL UYGULAMALARI

Doç. Dr. Filiz ÜNAL^{1/} Damla Nur SARIKAYA²

¹Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Eskişehir/Türkiye, filiz.unal@ogu.edu.tr, ORCID: 0000-0003-4620-5397

²Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Eskişehir/Türkiye, srkydamlaa@gmail.com, ORCID: 0009-0005-8054-6904

Özet

Harpin proteinleri, gram-negatif bitki patojeni bakteriler tarafından Tip III salgı sistemi aracılığıyla salınan, glisin bakımından zengin, ısıya dayanıklı ve sistein içermeyen protein yapısında elicitor moleküllerdir. İlk olarak *Erwinia amylovora*'dan izole edilen HrpN (HarpinEa), konukçu olmayan bitkilerde hipersensitivite reaksiyonu (HR), ardından sistemik kazanılmış dayanıklılık (SAR) indüklemeye yeteneği ile tanımlanmıştır. Bitkilerde harpin algılanması, PAMP/MAMP (pathogen-/microbe-associated molecular pattern) tanıma mekanizmaları üzerinden plazma membranı üzerinde yer alan desen tanıma reseptörleri (PRR) tarafından gerçekleştirilmekte; kalsiyum akışı, reaktif oksijen türleri (ROS) birikimi, mitojen aktive protein kinaz (MAPK) fosforilasyonu ve salisilik asit, jasmonat ve etilen sinyal ağlarının aktivasyonu ile sonuçlanmaktadır. Böylece PR proteinlerinin, lignin ve fenolik bileşiklerin artışı, kalınlaşmış hücre duvarları ve bitki gelişiminde gözlenen olumlu değişimler eş zamanlı olarak ortaya çıkmaktadır. Son yıllarda harpin proteinleri yalnızca hastalık baskılayıcı bir biyopestisit olarak değil, aynı zamanda bitki büyümesini, verimi, kaliteyi ve abiyotik stres toleransını artıran bir “bitki aktivatörü / biyostimülant” olarak konumlandırılmıştır. Harpin bazlı tescilli preparatlar (ör. Messenger™, ProAct®, ProAct Plus®, Harpin Pro vb.) farklı ülkelerde fungal, bakteriyel ve viral hastalıklar ile bazı nematod ve böceklerle karşı entegre mücadele programlarında kullanılmakta; ayrıca organik ve iyi tarım uygulamalarının önemli girdilerinden biri olarak değerlendirilmektedir. Bu derlemede harpin proteinlerinin keşfi, yapısal özellikleri, etki mekanizmaları, tarımsal kullanımları, formülasyon ve uygulama teknikleri ile güvenlik, mevzuat boyutu ayrıntılı olarak ele alınmakta; son bölümde yeni kuşak harpin türevleri ve geleceğe yönelik araştırma alanları tartışılmaktadır.

Anahtar kelimeler: Harpin proteini, bitki aktivatörleri, biyopestisit, biyotik/abiyotik stres

HARPIN PROTEINS: STRUCTURE, MECHANISMS OF ACTION, AND THEIR POTENTIAL APPLICATIONS IN SUSTAINABLE AGRICULTURE

Assoc. Prof. Dr. Filiz ÜNAL¹, Damla Nur SARIKAYA²

¹Eskişehir Osmangazi University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Eskişehir, Türkiye;

filiz.unal@ogu.edu.tr; ORCID: 0000-0003-4620-5397

²Eskişehir Osmangazi University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Eskişehir, Türkiye;

srkydamlaa@gmail.com, ORCID: 0009-0005-8054-6904

Abstract

Harpin proteins are glycine-rich, heat-resistant, and cysteine-free protein elicitor molecules released by gram-negative plant pathogenic bacteria via a type III secretory system. HrpN (HarpinEa), first isolated from *Erwinia amylovora*, has been characterized by its ability to induce hypersensitivity reactions (HR) followed by systemic acquired resistance (SAR) in non-host plants. Harpin detection in plants is mediated by pattern recognition receptors (PRRs) located on the plasma membrane via PAMP/MAMP (pathogen-/microbe-associated molecular pattern) recognition mechanisms; this results in calcium influx, reactive oxygen species (ROS) accumulation, mitogen-activated protein kinase (MAPK) phosphorylation, and activation of salicylic acid, jasmonate, and ethylene signaling networks. Thus, an increase in PR proteins, lignin, and phenolic compounds, thickened cell walls, and positive changes observed in plant development occur simultaneously. In recent years, harpine proteins have been positioned not only as disease-suppressing biopesticides but also as "plant activators/biostimulants" that enhance plant growth, yield, quality, and abiotic stress tolerance. Proprietary harpine-based preparations (e.g., Messenger™, ProAct®, ProAct Plus®, Harpin Pro, etc.) are used in integrated pest management programs against fungal, bacterial, and viral diseases, as well as some nematodes and insects, in various countries; they are also considered an important input for organic and good agricultural practices. This review details the discovery, structural properties, mechanisms of action, agricultural uses, formulation and application techniques, safety, and regulatory aspects of harpine proteins; the final section discusses new generation harpine derivatives and future research areas.

Key words: Harpine protein, plant activators, biopesticide, biotic/abiotic stress

1. GİRİŞ

Bitki patojenleri ile konukçu bitkiler arasındaki etkileşim, bitki koruma biliminin temel araştırma konularından biridir (Agrios, 2005; Baker ve ark., 1997). Özellikle bakteriyel patojenlerin konukçu bitkide hastalık oluşturma sürecinde, hem patojen tarafından salgılanan virülens faktörleri hem de bitki bağışıklık sisteminde görevli reseptör ve sinyal yolları kritik rol oynar (Baker ve ark., 1997; Choi ve ark., 2013). Gram-negatif fitopatojen bakterilerin Tip III salgı sistemi (T3SS) aracılığıyla konukçuya aktardığı proteinler, bu etkileşimin “karar noktalarını” belirleyen temel unsurlardandır (Baker ve ark., 1997; Choi ve ark., 2013). Bu proteinlerden biri olan harpin, ilk kez *E. amylovora*’dan izole edilmiş ve bütün yapraklarında HR yanıtını tetiklediği gösterilmiştir (Wei ve ark., 1992; Reboutier ve ark., 2007).

Harpin proteinlerinin keşfi ile birlikte, bitkilerde PAMP /MAMP (Mikroorganizmalara ait bitkide bağışıklık yanıtını tetikleyen “desen” moleküller) tanıma mekanizmalarının daha iyi anlaşılması sağlanmış; aynı zamanda bu moleküllerin tarımsal üretimde “bitkinin doğal savunmasını uyaran, toksik olmayan biyopestisitler” şeklinde kullanılabileceği fikri ortaya çıkmıştır (Choi ve ark., 2013; Daler ve ark., 2024). ABD Çevre Koruma Ajansı (EPA), harpin proteinini 2000 yılında Messenger™ ticari adı ile kayıt altına almış; aktif maddenin insan ve çevre sağlığı açısından düşük riskli olduğu ve kalıntı probleminin beklenmediği bildirilmiştir (EPA, 2000; EPA, 2023).

Türkiye ve dünyada artan çevre duyarlılığı, kimyasal pestisitlerin hedef dışı etkileri ve direnç gelişimi gibi sorunlar, harpin gibi bitki aktivatörlerinin önemini daha da artırmaktadır (Daler ve ark., 2024; Sands ve ark., 2022). Bu bağlamda, hem temel mekanizmaları anlamak hem de pratik uygulama olanaklarını değerlendirmek, bitki korumada sürdürülebilir stratejilerin geliştirilmesi açısından kritik görünmektedir.

2. HARPİN PROTEİNLERİNİN KEŞFİ VE SINIFLANDIRILMASI

2.1. *Erwinia amylovora* kaynaklı HrpN (HarpinEa)

Harpin, ilk kez ateş yanıklığı etmeninin (*E. amylovora*) hücre zarı ile ilişkili fraksiyonundan saflaştırılmıştır (Wei ve ark., 1992). Bu protein, yaklaşık 44 kDa molekül ağırlığında, asidik karakterli, ısıya dayanıklı ve proteazlara karşı dirençli bir elicitor olarak tanımlanmıştır (Wei ve ark., 1992; Choi ve ark., 2013). Harpin, konukçu olmayan türlerde (tütün vb.) enjeksiyonla uygulandığında, tipik HR (Hipersensitif reaksiyon) belirtileri (hızlı hücre ölümü, dokuda kahverengileşme) oluşturmakta; süspansiyon kültürlerinde hücre dışı ortamın pH’ında artışa neden olmaktadır (Baker ve ark., 1997; Reboutier ve ark., 2007).

HrpN(Ea) proteini, *hrp* (hypersensitive response and pathogenicity) gen kümesinde kodlanmakta; aynı küme içerisinde T3SS yapısal proteinleri (HrpA, Hrc proteinleri) ve diğer efektör moleküller de yer almaktadır (Choi ve ark., 2013; Reboutier ve ark., 2007).

2.2. Diğer bakteri türlerinden harpinler (HrpZ, Hpa1, HpaXpm vb.)

Harpin benzeri proteinler, yalnızca *E. amylovora*’da değil, birçok gram-negatif fitopatojen bakteride tanımlanmıştır. *Pseudomonas syringae*’de HrpZ, *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*’de Hpa1, *Xanthomonas phaseoli* pv. *manihotis*’te HpaXpm bunlara örnek gösterilebilir (Tablo 1), (Choi ve ark., 2013; Liu ve ark., 2020).

Bu proteinler genel olarak şu ortak özellikleri paylaşır:

- Glisin bakımından zengin aminoasit dizisi
- Sistein kalıntılarından yoksun olma
- Isıya dayanıklılık (termal stabilite)
- Proteazlara karşı nispeten direnç
- T3SS (Tip III salgı sistemi) ile apoplast veya hücre yüzeyine salınma

- Konukçu olmayan bitkilerde HR tetikleme kapasitesi

Tablo 1. Farklı patojenlerden tanımlanmış bazı harpin proteinleri

Patojen	Harpin Proteinini	Neden Hastalık Olduğu	Kaynak
<i>Erwinia amylovora</i>	HrpN (HarpinEa)	Ateş yanıklığı	Wei ve ark., 1992
<i>Pseudomonas syringae</i>	HrpZ	Bakteriyel yanıklıklar	Choi ve ark., 2013
<i>Xanthomonas oryzae</i> pv. <i>oryzae</i>	Hpa1	Pirinç bakteriyel yaprak yanıklığı	Li ve ark., 2015
<i>Xanthomonas phaseoli</i> pv. <i>manihotis</i>	HpaXpm	Manyok bakteriyel yanıklığı	Liu ve ark., 2020

3. YAPISAL ÖZELLİKLERİ

3.1. Aminoasit bileşimi ve genel özellikler

Harpin proteinleri, genellikle 30–50 kDa arasında değişen molekül ağırlığı, glisin bakımından zengin dizisi, asidik izoelektrik noktası ve sistein içermemesi ile dikkat çeker (Wei ve ark., 1992; Choi ve ark., 2013). Bu özellikler, proteinin ısıya dayanıklılığını ve proteazlara karşı görece stabilitesini açıklamaktadır (Choi ve ark., 2013; Daler ve ark., 2024).

Sistein içermemesi, disülfid bağlarının yokluğuna işaret eder ve harpinlerin üç boyutlu yapısının büyük ölçüde hidrojen bağları ve hidrofobik etkileşimlerle stabil hale geldiği düşünülür (Choi ve ark., 2013). Ayrıca harpinlerin fosforilasyon veya diğer post-translasyonel modifikasyonlara yatkınlığı, sinyal iletimi açısından önem taşıyabilir; ancak bu konu halen aktif araştırma alanıdır (Peng ve ark., 2003; Reboutier ve ark., 2007).

3.2. Tip III salgı sistemi (T3SS) ile taşınma

Harpinler, bakteriyel T3SS aracılığıyla konukçu-apoplast arayüzüne salınır (Baker ve ark., 1997; Choi ve ark., 2013). Bazı harpinler, Hrp pilusu (enjektör iğnesi) ile ilişkili olup bakteriyel hücre yüzeyinde lokalize olur; bazıları ise doğrudan apoplasta difüze olur (Reboutier ve ark., 2007; Choi ve ark., 2013).

T3SS üzerinden salgılanan harpinlerin temel rolü, konukçu olmayan bitkilerde bağışıklık yanıtını tetiklemek; konukçu bitkilerde ise virülans sürecine katkı sağlamaktır (Baker ve ark., 1997; Choi ve ark., 2013).

3.3. Gen organizasyonu ve ekspresyon

Harpin genleri çoğunlukla *hrp/hrc* gen kümeleri içinde yer alır ve bu gen kümelerinin ekspresyonu, bitki dokusu ile temas veya bitki benzeri ortamlarda (örn. bitki hücre duvarı bileşenlerini taklit eden ortamlar) indüklenir (Choi ve ark., 2013; Liu ve ark., 2020).

Bazı çalışmalarda harpin genlerinin bitkilere aktarılması ile transgenik bitkilerde geniş spektrumlu dayanıklılık ve büyüme artışı sağlandığı gösterilmiş, bu da harpinleri biyoteknolojik uygulamalar açısından ilgi çekici kılmıştır (Choi ve ark., 2013; Li ve ark., 2015).

4. ETKİ MEKANİZMASI

4.1. Harpinler PAMP/MAMP olarak

Harpin proteinleri, bitki bağışıklık sisteminde PAMP/MAMP olarak kabul edilmektedir (Baker ve ark., 1997; Choi ve ark., 2013; Daler ve ark., 2024). Bitki yüzeyindeki desen tanıma reseptörleri (PRR) harpinleri tanıdığına PAMP-tetikli bağışıklık (PTI) aktive olur (Baker ve ark., 1997; Peng ve ark., 2003).

Bu süreçte:

- Hücre membranında hızlı iyon akışları (özellikle Ca^{2+} girişi)
- Plazma membranı NADPH oksidazları üzerinden ROS üretimi
- MAPK kaskadlarının aktivasyonu
- Savunma ile ilişkili gen ekspresyonu
- Lignin ve kalloz birikimi

gözlenir (Peng ve ark., 2003; Rebutier ve ark., 2007; Dong ve ark., 2004).

4.2. Reseptörler ve hedef proteinlerle etkileşim

Harpin reseptörleri tam olarak tanımlanmamış olsa da plazma membranında yer alan bazı proteinlerle doğrudan etkileştikleri gösterilmiştir. Örneğin Hpa1'in, Arabidopsis'te aquaporin PIP1;4 ile etkileşerek hem savunma yanıtlarını hem de su taşınımını etkilediği bildirilmiştir (Li ve ark., 2015).

Benzer şekilde, *E. amylovora* HrpN proteininin elma HIPM gibi konukçu proteinlerle etkileşimi, patojenite ve HR yanıtı açısından önemli kabul edilmektedir (Rebutier ve ark., 2007; Choi ve ark., 2013).

4.3. Sinyal yolları: Ca^{2+} , ROS, MAPK ve hormonlar

Harpin uygulaması sonucunda birkaç dakikada Ca^{2+} artışı ve ROS patlaması, ardından MAPK fosforilasyonu ve savunma genlerinin aktivasyonu gerçekleşir (Peng ve ark., 2003; Rebutier ve ark., 2007; Dong ve ark., 2004).

Hormon düzeyinde ise:

- Salisilik asit (SA) artışı ve SAR aktivasyonu
- Etilen (ET) ve jasmonat (JA) sinyallerinde çapraz konuşma
- Bazı çalışmalarda gibberellin (GA) ile ilişkili büyüme yanıtları

bildirilmiştir (Dong ve ark., 2004; Li ve ark., 2015; Sands ve ark., 2022). Hpa1'in büyüme artışı kısmen ET ve GA yolları üzerinden gerçekleştirdiği gösterilmiştir (Li ve ark., 2015).

4.4. Savunma yanıtları: HR, SAR, PR proteinleri ve yapısal bariyerler

Harpinle tetiklenen HR, lokal nekrozla sınırlı kalmaz; sistemik dokularda SAR oluşumunu da indükler (Baker ve ark., 1997; Peng ve ark., 2003). SAR sürecinde PR-1, PR-2 (β -1,3-glukanaz), PR-3 (kitinaz) gibi savunma proteinlerinin sentezi artar (Agrios, 2005; Peng ve ark., 2003).

Ayrıca lignin birikimi, hücre duvarı kalınlaşması ve fenolik bileşiklerde artış, patojen girişini fiziksel olarak engelleyen bariyerler meydana getirir (Akbudak ve ark., 2006; Daler ve ark., 2024). Özellikle harpin içeren ticari preparat ProAct Plus® uygulanan domates bitkilerinde, yaprak, gövde ve köklerde lignifikasyon düzeyinin arttığı gösterilmiştir (Göze Özdemir ve Çimenkaya, 2025).

4.5. Büyüme ve gelişme üzerindeki etkiler

İlginç olarak, harpin sadece savunma yanıtlarını değil, aynı zamanda büyüme ve gelişmeyi de olumlu yönde etkileyebilmektedir (Dong ve ark., 2004; Choi ve ark., 2013; Sands ve ark., 2022). Hpa1 uygulaması, Arabidopsis, domates ve pirinçte fotosentez hızını ve EXPANSIN gen ekspresyonunu artırarak vegetatif büyümede artış sağlamıştır (Dong ve ark., 2004; Li ve ark., 2015).

Orkide ve biber gibi bitkilerde harpin uygulaması sonucunda; bitki boyu, yaprak alanı, meyve büyüklüğü ve verimde anlamlı artışlar bildirilmiştir (Akbudak ve ark., 2006; Choi ve ark., 2013).

5. TARIMDA UYGULAMA OLANAKLARI

5.1. Ticari preparatlar ve kullanım alanları

Harpin proteinleri, çeşitli ticari adlarla bitki aktivatörü / biyopestisit olarak pazarlanmaktadır:

- Messenger™ (ilk tescil edilen ürün, EDEN Biosciences) (EPA, 2000; Daler ve ark., 2024)
- ProAct® ve ProAct Plus® (Harpin $\alpha\beta$ protein içeren preparatlar) (EPA, 2016; Göze Özdemir ve Çimenkaya, 2025)
- Harpin Pro, Axiom Harpin Proteins vb. farklı markalar (Daler ve ark., 2024)

Bu ürünler; tarla bitkileri, sebzeler, meyve ağaçları, bağ, süs bitkileri ve çim alanlarda; fungal, bakteriyel, viral patojenler ile bazı nematod ve böceklerle karşı dayanıklılık artırmak amacıyla kullanılmaktadır (Akbulak ve ark., 2006; Choi ve ark., 2013; Dong ve ark., 2004; Göze Özdemir ve Çimenkaya, 2025).

5.2. Biyotik streslere karşı kullanım

Harpin proteinlerinin etki spektrumu oldukça geniş olup fungal, bakteriyel, viral hastalıklar ve bazı nematodlara karşı olumlu sonuçlar bildirilmiştir.

5.2.1. Fungal hastalıklar

Harpin uygulamalarının özellikle *Botrytis cinerea*, *Verticillium dahliae*, *Rhizoctonia solani*, *Fusarium oxysporum*, *Alternaria spp.*, *Cercospora spp.*, *Elsinoe spp.* ve *Phytophthora spp.* gibi fungal patojenlere karşı etkinliği gösterilmiştir (Akbulak ve ark., 2006; Choi ve ark., 2013). Biberde serin koşullarda yürütülen bir çalışmada, harpin ile muamele edilen bitkilerde *Verticillium dahliae* kaynaklı solgunluk şiddetinin %85'e varan oranda azaldığı bildirilmektedir (Akbulak ve ark., 2006).

Biberde *B. cinerea* ile enfekteli bitkilere harpin uygulaması; yaprak klorofil içeriğini korumuş, bitki boyu ve meyve sayısını artırmış ve çürük meyve oranını azaltmıştır (Akbulak ve ark., 2006).

5.2.2. Bakteriyel hastalıklar

Harpin, çıkış noktası itibarıyla bakteriyel bir patojen olan *E. amylovora* ile ilişkili olduğundan, özellikle ateş yanıklığına karşı dayanıklılığın artırılmasında önemlidir (Wei ve ark., 1992; Reboutier ve ark., 2007). Elma ve armutta harpin uygulamaları, T3SS efektörlerinin tanınması ile tetiklenen savunma yanıtlarını güçlendirerek hastalık şiddetini azaltabilmektedir (Reboutier ve ark., 2007; Choi ve ark., 2013).

Bunun dışında, *Xanthomonas* kaynaklı yaprak lekeleri ve *Pseudomonas syringae* üzerinde de etkili olduğu rapor edilmiştir.

5.2.3. Viral hastalıklar ve nematodlar

EPA kayıtlarında harpin proteinlerinin TMV, CMV ve bazı mozaik virüsleri gibi viral hastalıklara karşı dayanıklılığı artırabildiği bildirilmektedir. Kök-ur nematodlarına karşı da etkili olduğu belirtilmektedir (EPA, 2000; EPA, 2016; Daler ve ark., 2024). Türkiye'de yürütülen bir çalışmada, ProAct Plus® (harpin içeren bitki aktivatörü) ile abamektin kombinasyonu, *Meloidogyne incognita*'nın neden olduğu kök-ur oluşumunu önemli ölçüde azaltmış ve bitki gelişim parametrelerini iyileştirmiştir (Göze Özdemir ve Çimenkaya, 2025).

5.2.4. Böcek ve akarlar

Harpin proteinlerinin etkileri çoğunlukla fungal, bakteriyel ve viral hastalıklar üzerinde araştırılmış olsa da, bazı çalışmalarda böcek ve akar zararlılarına karşı da dolaylı koruma sağlayabildiği bildirilmiştir (Tablo 2). Bu etkinin, bitkide jasmonat (JA) ve etilen (ET) ile ilişkili savunma yollarının aktive edilmesi, fenolik bileşiklerin artışı ve bitki savunma metabolizmasının güçlenmesi ile ilişkili olduğu düşünülmektedir (Choi ve ark., 2013).

Harpin proteinlerinin böceklerle karşı etkileri üzerine yapılan çalışmalar sınırlı olmakla birlikte, harpin uygulamasının *Arabidopsis thaliana*'da yaprakbitlerine (*Myzus persicae*) karşı savunma yanıtlarını artırdığı bildirilmiştir. Bu etkinin etilen aracılı savunma sinyal yollarının aktivasyonu ile ilişkili olduğu düşünülmektedir (Dong ve ark., 2004; Choi ve ark., 2013).

Tablo 2. Harpin uygulamasının farklı bitki-patojen/nematod türlerine etkileri ile ilgili bazı çalışmalar

Bitki	Patojen / Stres	Harpin / Ürün	Etki	Kaynak
Biber	<i>Verticillium dahliae</i>	Harpin	Solgunluk / hastalık gelişiminde azalma	Tezcan & Akbudak, 2009
Biber	<i>Botrytis cinerea</i>	Harpin	Meyve çürüklüğünde azalma, kalite korunumu	Akbudak ve ark., 2006
Tütün	HR modeli	HrpN / HarpinEa	Hipersensitif reaksiyonun indüklenmesi	Wei ve ark., 1992
Çeltik / <i>Arabidopsis</i>	<i>Xanthomonas oryzae</i> pv. <i>oryzae</i> ve diğer patojenler	Hpa1	Hastalık dayanıklılığında artış, savunma genlerinin aktivasyonu	Choi ve ark., 2012
Domates	<i>Meloidogyne incognita</i>	Plant activator + abamectin	Kök-ur nematoduna karşı entegre mücadelede etki	Göze Özdemir & Çimenkaya, 2025
Soya filizi	Depolama / kalite stresi	Harpin	Antioksidan enzimlerde artış, lipid peroksidasyonunda azalma	Shan ve ark., 2023
<i>Arabidopsis</i> domates / çeltik	Büyüme fizyolojisi	Hpa1	Fotosentez ve büyüme yanıtlarında artış	Li ve ark., 2014
Asma kallus kültürü	Sekonder metabolit üretimi	Harpin	Antosiyanin / fenolik bileşik birikiminde artış	Daler ve ark., 2024

5.3. Abiyotik streslere tolerans

Yeni çalışmalar, harpinlerin abiyotik stres toleransını da artırabildiğini göstermektedir. 2024 tarihli kapsamlı bir derlemede, harpinlerin kuraklık, tuzluluk, ısı ve UV stresi altında bitki performansını iyileştirdiği; bunun antioksidan enzimlerin aktivasyonu, ozmotik düzenleyici bileşiklerin (prolin vb.) artışı ve membran stabilitesinin korunması ile ilişkili olduğu vurgulanmaktadır (Daler ve ark., 2024; Sands ve ark., 2022).

Soyada harpin uygulaması, filiz gelişimini hızlandırmış, antioksidan bileşik birikimini artırmış ve lipid peroksidasyonunu azaltarak kaliteyi iyileştirmiştir (Shan ve ark., 2023).

5.4. Verim, kalite ve raf ömrü

Harpin bazlı ürünler;

- Bitki boyu, yaprak alanı ve biyokütlede artış
- Çiçek sayısı ve meyve tutumunda yükselme
- Meyve büyüklüğü ve homojenliğinde iyileşme
- Antioksidan, fenolik, pigment (renk) ve aroma bileşenlerinde artış
- Hasat sonrası çürüme oranlarında azalma

gibi birçok parametreyi olumlu etkileyebilmektedir (Akbulak ve ark., 2006; Rodrigo-García ve ark., 2018; Shan ve ark., 2023; Daler ve ark., 2024).

Şaraplık üzüm ve diğer meyvelerde harpin uygulaması, fenolik bileşikler ve antioksidan kapasitede artış, kabuk dokusunda kalınlaşma ve mantar enfeksiyonlarına karşı dayanıklılıkta iyileşme ile ilişkilendirilmiştir (Rodrigo-García ve ark., 2018; Daler ve ark., 2024).

5.5. Organik tarım ve iyi tarım uygulamaları

Harpin proteinleri, “doğal kökenli, toksik olmayan, kalıntı bırakmayan” biyopestisitler olarak değerlendirildiğinden, birçok ülkede organik tarımda kullanıma uygundur (EPA, 2000; EPA, 2016; Daler ve ark., 2024). Organik üretici sertifikasyon kuruluşları tarafından kabul edilme durumu ülke ve marka bazında değişmekle birlikte, genel eğilim harpin bazı ürünlerin organik üretimde tercih edilmesi yönündedir (Daler ve ark., 2024).

5.6. Entegre mücadele programları ile entegrasyon

Harpin bazı aktivatörler, tek başına orta düzeyde bir koruma sağlarken, kimyasal veya biyolojik mücadele ajanları ile birlikte kullanıldığında sinerjik sonuçlar verebilmektedir (Akbulak ve ark., 2006; Göze Özdemir ve Çimenkaya, 2025). Örneğin harpin + abamektin kombinasyonları, kök-ur nematodlarına karşı hem etkinlik hem de bitki gelişimi yönünden avantaj sağlamıştır (Göze Özdemir ve Çimenkaya, 2025).

Ayrıca, düşük doz fungusit uygulamaları ile harpin kombinasyonu sayesinde kimyasal girdiler azaltılabilir; bu da direnç gelişimi ve çevresel yük açısından önemli kazanımlar sunar (Daler ve ark., 2024).

6. FORMÜLASYON, UYGULAMA TEKNİKLERİ VE DOZ AYARLAMASI

6.1. Formülasyon tipleri

Harpin proteinleri;

- Suda çözünebilir toz (WP/WS)
- Sıvı konsantre (SL/SC)
- Toz kaplama formülasyonları (tohum kaplama)

şeklinde formüle edilebilmektedir (EPA, 2016; Daler ve ark., 2024). Formülasyonda genellikle protein stabilitesini koruyan taşıyıcılar (şeker, organik madde, tampon sistemleri vb.) kullanılır. ProAct Plus® gibi ürünlerde organik madde ve organik karbon içeriğinin yüksek olduğu bildirilmiştir (Göze Özdemir ve Çimenkaya, 2025).

6.2. Uygulama yöntemleri

En yaygın uygulama yöntemleri:

- Yaprak püskürtmesi (yüksek/düşük basınçlı pulverizatörlerle)
- Tohum kaplama / tohum emdirme

- Damla sulama sistemi ile kök bölgesine uygulama
- Fide şaşırtma suyuna ilave

Patente konu bazı çalışmalarda, harpin içeren sıvı formülasyonların tohum, fidan, yaprak veya kök bölgesine püskürtme, sisleme, kaplama veya enjeksiyon yoluyla uygulanabileceği bildirilmiştir (Daler ve ark., 2024).

6.3. Doz aralıkları ve uygulama zamanı

Harpin için etkili doz aralığı bitki türüne, hedef patojene ve ürün formülasyonuna göre değişmekle birlikte, genellikle çok düşük konsantrasyonlarda (ör. 20–100 g/ha aktif madde) dahi etkili olduğu rapor edilmiştir (Daler ve ark., 2024; Rodrigo-García ve ark., 2018).

Uygulama zamanlamasında;

- Stres beklenen dönemden önce (profilaktik)
- Erken büyüme dönemleri (fide, vegetatif gelişim)
- Çiçeklenme öncesi ve sonrası kritik dönemler

ön plana çıkar (Akbulak ve ark., 2006; Daler ve ark., 2024). Birçok çalışmada, 10–14 gün arayla 2–3 tekrarlı uygulamaların, tek uygulamaya göre daha başarılı olduğu belirtilmektedir (Akbulak ve ark., 2006).

7. GÜVENLİK, ÇEVRESEL RİSK VE MEVZUAT

7.1. İnsan ve çevre sağlığı açısından değerlendirme

EPA, harpin proteinini biyokimyasal pestisit sınıfında değerlendirmiş ve insan sağlığı açısından önemli bir toksikolojik veya alerjenik risk beklenmediğini bildirmiştir (EPA, 2000; EPA, 2023). Harpin proteinleri çevrede mikrobiyal olarak parçalanabilen biyolojik moleküller olup, çevresel kalıcılık ve birikim potansiyellerinin düşük olduğu kabul edilmektedir (EPA, 2000; Daler ve ark., 2024). Ayrıca EPA değerlendirmelerinde kuşlar, balıklar, arılar ve diğer hedef dışı organizmalar açısından kabul edilemez bir risk öngörülmemiştir (EPA, 2000; EPA, 2016). 2023 yılında harpin proteininden türetilmiş bir peptit (PDHP 25279) için tüm gıda ürünlerinde kalıntı toleransından muafiyet kararı verilmiş olması, bu bileşiğin gıda güvenliği açısından düşük riskli kabul edildiğini göstermektedir (EPA, 2023).

7.2. Mevzuat ve kayıt durumu

Harpin, birçok ülkede biyopestisit/bitki aktivatörü olarak kayıt altındadır (EPA, 2000; EPA, 2016; Daler ve ark., 2024). Produkt bazlı tescillerde ürünün;

- Aktif madde içeriği (ör. Harpin $\alpha\beta$ protein)
- Kullanım alanları (tarla bitkileri, sebze, meyve, süs bitkileri, çim vb.)
- Entegre mücadelede kullanım önerileri
- Organik tarımdaki durumu

ayrıntılı olarak belirtilmektedir (EPA, 2016; Daler ve ark., 2024). Türkiye’de de harpin içeren bitki aktivatörleri (ör. ProAct Plus® vb.) bitki koruma ürünleri veya özel besleme ürünleri kapsamında piyasaya sunulmakta, kullanım talimatları etiket üzerinde yer almaktadır (Göze Özdemir ve Çimenkaya, 2025).

8. GELECEĞE YÖNELİK PERSPEKTİFLER

8.1. Yeni jenerasyon harpin türevleri ve peptitler

Son dönemde, harpin proteinlerinden türetilmiş kısa peptitler (ör. PDHP 25279) geliştirilmekte; bu bileşiklerin daha kolay üretilabilir, kararlı ve hedefe yönelik etki gösterebileceği düşünülmektedir (EPA, 2023; Daler ve ark.,

2024). Bu peptitlerin, klasik harpinlere kıyasla daha düşük dozlarda benzer veya daha güçlü savunma yanıtları uyandırması hedeflenmektedir (Daler ve ark., 2024).

8.2. Transgenik bitkilerde harpin gen ekspresyonu

Harpin genlerinin (ör. *hrpN*, *hpaI*) bitki genomuna aktarılması ile geniş spektrumlu dayanıklılık ve büyüme artışının aynı anda sağlandığı çalışmalar mevcuttur (Choi ve ark., 2013; Li ve ark., 2015). Ancak GDO mevzuatı ve tüketici kabulü, bu uygulamaların ticari alana taşınmasını sınırlandırmaktadır (Daler ve ark., 2024).

8.3. Çoklu stres toleransı ve verim stabilitesi

İklim değişikliği ile birlikte, bitkilerin aynı zamanda hem biyotik hem abiyotik streslere maruz kaldığı kompleks koşullar yaygınlaşmaktadır. Harpin bazlı çözümler, çoklu stres toleransını artırma potansiyeli nedeniyle özellikle önem kazanmaktadır (Daler ve ark., 2024; Sands ve ark., 2022).

Gelecekte;

- Harpin + mikrobiyal biyokontrol ajanları
- Harpin + mikoriza / rizobakteri konsorsiyumları
- Harpin + düşük doz kimyasal fungisit veya nematisit

kombinasyonlarının daha sistematik olarak değerlendirilmesi beklenmektedir (Daler ve ark., 2024; Göze Özdemir ve Çimenkaya, 2025).

8.4. Omik yaklaşımlar ve moleküler belirteçler

Harpin uygulamasına yanıt veren gen ve proteinlerin tanımlanmasında transkriptomik, proteomik ve metabolomik çalışmalar önem taşımaktadır (Peng ve ark., 2003; Rebutier ve ark., 2007; Daler ve ark., 2024). Bu sayede:

- Harpin duyarlılığı yüksek çeşitlerin belirlenmesi
- Seçim programlarında kullanılabilecek moleküler belirteçlerin geliştirilmesi
- Harpin sinyal yollarının diğer bitki aktivatörleriyle etkileşimlerinin anlaşılması

mümkün olacaktır (Daler ve ark., 2024).

9. SONUÇ

Harpin proteinleri, bitkilerde doğrudan patojeni hedef almaktan çok savunma sistemini aktive eden önemli biyolojik uyarıcılar olarak öne çıkmaktadır. Bitki tarafından PAMP/MAMP benzeri sinyaller olarak algılanan harpinler; Ca^{2+} artışı, ROS üretimi, MAPK aktivasyonu, PR proteinlerinin sentezi, lignifikasyon, HR ve SAR gibi savunma yanıtlarını tetikleyerek hastalıklara karşı dayanıklılığı artırabilmektedir. Bunun yanında fotosentez, büyüme, verim, kalite ve abiyotik stres toleransı üzerinde de olumlu etkiler gösterebilmeleri, harpinleri yalnızca bitki koruma ürünü değil, aynı zamanda bitki gelişimini destekleyen sürdürülebilir biyolojik araçlar haline getirmektedir. Gelecekte harpin bazlı uygulamaların mikrobiyom yönetimi, hassas tarım, yapay zekâ destekli karar sistemleri, nanoteknolojik taşıyıcılar, RNA-seq ve CRISPR tabanlı çalışmalarla entegre edilmesi, daha etkili, çevre dostu ve hedefe yönelik bitki koruma stratejilerinin geliştirilmesine katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

Agrios, G. N. (2005). *Plant Pathology* (5th ed.). Elsevier Academic Press.

Akbudak, N., Seniz, V., & Tezcan, H. (2006). The effect of harpin protein on plant growth parameters, leaf chlorophyll, leaf color, and percentage rotten fruit of pepper plants inoculated with *Botrytis cinerea*. *Scientia Horticulturae*, 109, 107–112. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2006.03.008>.

Baker, B., Zambryski, P., Staskawicz, B., & Dinesh-Kumar, S. P. (1997). Signaling in plant–microbe interactions. *Science*, 276, 726–733. <https://doi.org/10.1126/science.276.5313.726>.

Choi, M.-S., Kim, W.-Y., & Lee, S.-M. (2013). Harpins, multifunctional proteins secreted by gram-negative plant-pathogenic bacteria. *Molecular Plant-Microbe Interactions*, 26, 1115–1122. DOI: 10.1094/MPMI-02-13-0050-CR.

Daler, S., Karaca, İ., Delavar, H., & Kaya, O. (2024). Harnessing the potential of harpin proteins: Elicitation strategies for enhanced secondary metabolite accumulation in grapevine callus cultures. *Processes*, 12(7), 1416. <https://doi.org/10.3390/pr12071416>.

Dong, H.-P., Peng, J., Bao, Z., Meng, X., Bonasera, J. M., Chen, G., Beer, S. V., & Dong, H. (2004). Downstream divergence of the ethylene signaling pathway for harpin-stimulated *Arabidopsis* growth and insect defense. *Plant Physiology*, 136(3), 3628–3638. <https://doi.org/10.1104/pp.104.048900>.

EPA. (2000). *Biopesticide Registration Action Document: Harpin protein*. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Pesticide Programs.

EPA. (2016). *Pesticide Fact Sheet: Harpin $\alpha\beta$ protein*. U.S. Environmental Protection Agency.

EPA. (2023). U.S. Environmental Protection Agency. (2023). Peptide derived from harpin protein; exemption from the requirement of a tolerance. *Federal Register*, 88(26), 8233–8236.

Göze Özdemir, F. G., & Çimenkaya, H. (2025). Integrated Management of *Meloidogyne incognita* on Tomato Using Combinations of Commercial Abamectin and Plant Activator. *Black Sea Journal of Agriculture*, 8(2), 143–151. <https://doi.org/10.47115/bsagriculture.1571516>.

Li, L., Wang, H., Gago, J., Cui, H., Qian, Z., Kodama, N., Ji, H., Shan, S., Shen, D., Chen, Y., Sun, F., Xia, Z., Ye, Q., Sun, W., Flexas, J., & Dong, H. (2015). Harpin Hpa1 interacts with aquaporin PIP1;4 to promote the substrate transport and photosynthesis in *Arabidopsis*. *Scientific Reports*, 5, 17207. <https://doi.org/10.1038/srep17207>.

Liu, Y., Zhou, X., Liu, W., Huang, J., Liu, Q., Sun, J., Cai, X., & Miao, W. (2020). HpaXpm, a novel harpin of *Xanthomonas phaseoli* pv. *manihotis*, acts as an elicitor with high thermal stability, reduces disease, and promotes plant growth. *BMC Microbiology*, 20, Article 4. <https://doi.org/10.1186/s12866-019-1691-4>.

Peng, J., Dong, H., Dong, H.-P., Delaney, T. P., Bonasera, J. M., & Beer, S. V. (2003). Harpin-elicited hypersensitive cell death and pathogen resistance require the NDR1 and EDS1 genes. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 62(6), 317–326. DOI: 10.1016/S0885-5765(03)00078-X.

Reboutier, D., Frankart, C., Briand, J., Biligui, B., Laroche, S., Rona, J.-P., Barny, M.-A., & Bouteau, F. (2007). The HrpN^{ea} harpin from *Erwinia amylovora* triggers differential responses on the nonhost *Arabidopsis thaliana* cells and on the host apple cells. *Molecular Plant-Microbe Interactions*, 20(1), 94–100. <https://doi.org/10.1094/MPMI-20-0094>.

Rodrigo-Garcia, J., Navarrete-Laborde, B. A., Rosa, L. A. D. L., Alvarez-Parrilla, E., & Núñez-Gastélum, J. A. (2018). Effect of HrP protein as an elicitor on the content of phenolic compounds and antioxidant capacity in two

hydroponically grown lettuce (*Lactuca sativa* L.) varieties. *Food Science and Technology (Campinas)*, 39, 72–77. <https://doi.org/10.1590/fst.20417>.

Sands, L. B., Cheek, T., Reynolds, J., Ma, Y., & Berkowitz, G. A. (2022). Effects of Harpin and Flg22 on Growth Enhancement and Pathogen Defense in Cannabis sativa Seedlings. *Plants*, 11(9), 1178. <https://doi.org/10.3390/plants11091178>.

Shan, T., Bo, L., Shanshuai, L., Yueyue, L., Qianjin, W., & Changlai, L. (2023). Harpin enhances antioxidant nutrient accumulation and decreases enzymatic browning in stored soybean sprouts. *Open Chemistry*, 21(1). DOI: 10.1515/chem-2022-0330.

Tezcan, H., & Akbudak, N. (2009). Effects of foliar application of harpin protein against *Verticillium dahliae* on pepper grown in greenhouse conditions. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 7(3-4), 529–533.

Wei, Z.-M., Laby, R. J., Zumoff, C. H., Bauer, D. W., He, S. Y., Collmer, A., & Beer, S. V. (1992). Harpin, elicitor of the hypersensitive response produced by the plant pathogen *Erwinia amylovora*. *Science*, 257(5066), 85–88. <https://doi.org/10.1126/science.1621099>.

BİBERDE *PHYTOPHTHORA CAPSICI*'YE KARŞI *THYMUS VULGARIS* VE *ORIGANUM MINUTIFLORUM* UÇUCU YAĞLARININ *IN VIVO* KOŞULLARDA ANTİFUNGAL ETKİNLİĞİNİN BELİRLENMESİ

Doç. Dr. Filiz ÜNAL¹/ Serdar YEŞİLYURT²

¹Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Eskişehir/Türkiye, filiz.unal@ogu.edu.tr, ORCID: 0000-0003-4620-5397

²Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Eskişehir/Türkiye, serdary251625@gmail.com, ORCID: 0009-0001-8652-1514

Özet

Bu çalışma, *Thymus vulgaris* ve *Origanum minutiflorum* uçucu yağlarının sera koşullarında biber bitkilerinde *Phytophthora capsici*'ye karşı *in vivo* antifungal etkilerini ve bitki gelişim parametreleri üzerindeki etkilerini değerlendirmek amacıyla yürütülmüştür. Uçucu yağlar 63 ve 120 µL dozlarında uygulanmış; hastalık şiddeti, antifungal etki ile morfolojik ve fizyolojik bitki gelişim parametreleri değerlendirilmiştir.

Elde edilen sonuçlar, uçucu yağ uygulamalarının patojenle enfekteli pozitif kontrole kıyasla hastalık şiddetini azalttığını göstermiştir. En yüksek antifungal etki, hastalık gelişimini tamamen baskılayan ve %100 etki sağlayan *O. minutiflorum* 63 µL uygulamasında belirlenmiştir. *T. vulgaris* 120 µL uygulaması da hastalık şiddetini %33,33'e düşürerek %54,55 oranında antifungal etki göstermiştir. Buna karşılık *T. vulgaris* 63 µL ve *O. minutiflorum* 120 µL uygulamalarında daha düşük etki belirlenmiş ve her iki uygulamada da antifungal etki %36,36 olarak hesaplanmıştır.

Uçucu yağ uygulamaları, yağ türü ve doza bağlı olarak bitki gelişim parametrelerini de etkilemiştir. Genel olarak uygulama yapılan bitkilerde, enfekteli pozitif kontrole kıyasla özellikle yaprak eni, yaprak uzunluğu, bitki boyu ve klorofil miktarı bakımından olumlu gelişmeler gözlenmiştir. En yüksek bitki boyu *T. vulgaris* 63 µL uygulamasında, en yüksek kök uzunluğu ise *T. vulgaris* 120 µL uygulamasında belirlenmiştir. Uygulamalar arasında en yüksek klorofil miktarı ve kök boğazı çapı *O. minutiflorum* 120 µL uygulamasında elde edilirken, *O. minutiflorum* 63 µL kök yaş ağırlığı üzerinde daha olumlu bir etki göstermiştir.

Genel olarak sonuçlar, *O. minutiflorum* 63 µL uygulamasının *P. capsici*'ye karşı en güçlü baskılayıcı etkiyi gösterdiğini, her iki uçucu yağın ise biber bitkisi gelişim parametrelerini farklı düzeylerde etkilediğini ortaya koymuştur. Bu bulgular, bitkisel uçucu yağların biber yetiştiriciliğinde *Phytophthora capsici*'nin entegre mücadelesinde çevre dostu alternatifler olarak değerlendirilebileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: *Phytophthora capsici*, Uçucu yağ, Biber, *Origanum minutiflorum*

DETERMINATION OF THE *IN VIVO* ANTIFUNGAL EFFICACY OF *THYMUS VULGARIS* AND *ORIGANUM MINUTIFLORUM* ESSENTIAL OILS AGAINST *PHYTOPHTHORA CAPSICI* IN PEPPER

Assoc. Prof. Dr. Filiz ÜNAL¹, Serdar YEŞİLYURT²

¹Eskişehir Osmangazi University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Eskişehir, Türkiye;

filiz.unal@ogu.edu.tr; ORCID: 0000-0003-4620-5397

²Eskişehir Osmangazi University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Eskişehir, Türkiye;

serdary251625@gmail.com; ORCID: 0009-0001-8652-1514

Abstract

This study was conducted to evaluate the *in vivo* antifungal efficacy of *Thymus vulgaris* and *Origanum minutiflorum* essential oils against *Phytophthora capsici* and their effects on growth parameters of pepper plants under greenhouse conditions. Essential oils were applied at 63 and 120 µL doses, and disease severity, antifungal efficacy, and morphological and physiological plant development parameters were assessed.

The results showed that essential oil treatments reduced disease severity compared with the pathogen-infected positive control. The highest antifungal efficacy was obtained from *O. minutiflorum* at 63 µL, which completely suppressed disease development and provided 100% efficacy. *T. vulgaris* at 120 µL also showed considerable antifungal activity, reducing disease severity to 33.33% and providing 54.55% efficacy. However, *T. vulgaris* 63 µL and *O. minutiflorum* 120 µL showed lower efficacy, both resulting in 36.36% antifungal activity.

Essential oil applications also affected plant growth parameters depending on oil type and dose. In general, treated plants showed improved vegetative development compared with the infected positive control, particularly in leaf width, leaf length, plant height, and chlorophyll content. The highest plant height was recorded in the *T. vulgaris* 63 µL treatment, while the highest root length was obtained from *T. vulgaris* 120 µL. Among the treatments, *O. minutiflorum* 120 µL produced the highest chlorophyll content and root collar diameter, whereas *O. minutiflorum* 63 µL showed a relatively favorable effect on root fresh weight.

The findings indicate that *O. minutiflorum* 63 µL had the strongest suppressive effect against *P. capsici*, while both essential oils influenced pepper growth parameters at different levels. These results suggest that plant essential oils may be promising environmentally friendly alternatives for the integrated management of *Phytophthora capsici* in pepper cultivation.

Keywords: *Phytophthora capsici*, Essential oil, Pepper, *Origanum minutiflorum*

GİRİŞ

Küresel sebze üretiminde stratejik bir konuma sahip olan Solanaceae (Patlıcangiller) familyası, hem beslenme dinamikleri hem de tarımsal ticaret hacmi açısından kritik bir öneme sahiptir. Bu familyanın en değerli üyelerinden biri olan kültür biberi (*Capsicum annuum* L.), içerdiği yüksek vitamin, antioksidan ve mineral oranlarıyla endüstriyel gıda sektörü ile taze tüketim pazarının vazgeçilmez bir parçasıdır. Türkiye, sahip olduğu elverişli agro-ekolojik koşullar sayesinde dünya biber üretiminde lider ülkeler arasında yer almakta ve yıllık milyonlarca tonluk üretimiyle önemli bir tarımsal girdi sağlamaktadır (TÜİK, 2023). Ancak artan pazar talebini karşılamak amacıyla uygulanan entansif (yoğun) tarım teknikleri ve monokültür yetiştiricilik pratikleri, tarım alanlarındaki ekolojik dengeyi bozarak bitkileri patojenik baskılara karşı oldukça kırılgan bir hale getirmiştir.

Örtüaltı (sera) ve açık alan biber yetiştiriciliğini sınırlandıran en majör faktörlerin başında, toprak kaynaklı bitki hastalıkları gelmektedir. Sistematik olarak gerçek funguslardan (Eumycota) ziyade Oomycetes (Su küfleri) sınıfında değerlendirilen *Phytophthora* türleri, bitkisel üretimde tahrip gücü en yüksek patojen gruplarından. Küresel çapta tarımsal ekonomiyi sarsan bu cinsin en agresif üyelerinden biri olan *Phytophthora capsici* Leonian, ilk olarak 1922 yılında tanımlandığından bu yana biber başta olmak üzere kabakgiller ve domates gibi birçok konukçuda yıkıcı epidemilere neden olmaktadır (Hausbeck ve Lamour, 2004). Özellikle toprak neminin yüksek olduğu ve sıcaklığın optimum seviyelere ulaştığı sera koşullarında, patojenin ürettiği hareketli zoosporlar sulama suyu vasıtasıyla hızla yayılarak tüm üretim alanını kısa sürede enfekte edebilme kapasitesine sahiptir (Granke ve ark., 2012).

P. capsici'nin enfeksiyon mekanizması, bitkinin yaşamsal fonksiyonlarını doğrudan sekteye uğratabilecek şekilde işlemektedir. Patojen, bitkinin kök ve kök boğazı dokularına penetre olduktan sonra iletim demetlerini tıkayarak su ve besin maddesi taşınımını durdurur. Bu durum; bitkide ani solgunluk, kök çürüklüğü, klorofil miktarında dramatik düşüşler (kloroz) ve nihayetinde geriye dönüşü olmayan bitki ölümleriyle sonuçlanmaktadır. Hastalığın mücadelesini zorlaştıran en temel biyolojik özellik ise, patojenin eşeyli üreme sonucu oluşturduğu kalın duvarlı oospor yapılarıdır. Bu dirençli yapılar, ortamda hiçbir canlı konukçu bitki olmaksızın toprakta yıllarca canlılığını koruyabilmekte ve uygun koşulları bulduğunda primer inokulum kaynağı olarak yeniden enfeksiyon döngüsünü başlatabilmektedir.

Modern tarım sistemlerinde *P. capsici* kaynaklı kök ve kök boğazı çürüklüğünü kontrol altına alabilmek için uzun yıllar boyunca spesifik etki mekanizmasına sahip sentetik kimyasallar (özellikle fenilamid grubundan mefenoksam ve metalaksil) yoğun bir şekilde kullanılmıştır. Başlangıçta yüksek tarımsal etkinlik gösteren bu fungusitler, zaman içerisinde hatalı dozajlamalar ve bilinçsiz ardışık uygulamalar neticesinde bitki koruma pratiğinde ciddi bir çıkmaza girilmesine neden olmuştur. *P. capsici*, genetik adaptasyon yeteneği son derece yüksek bir patojen olduğundan, söz konusu kimyasallara karşı çok kısa sürede dirençli izolatlar (popülasyonlar) geliştirmiştir (Lamour ve Hausbeck, 2000). Dahası, biber gibi meyvesi doğrudan insan tüketimine sunulan ürünlerdeki sürekli kimyasal kullanımı, insan sağlığını tehdit eden toksik kalıntılara (Maksimum Kalıntı Limiti aşımına) ve yeraltı sularının kontaminasyonuna yol açmaktadır (Nicolopoulou-Stamati ve ark., 2016).

Tarımsal üretimde karşılaşılan bu direnç ve toksisite problemi, bitki sağlığı disiplini doğa ile barışık, sürdürülebilir ve Entegre Hastalık Yönetimi (IPM) prensiplerine uygun biyolojik arayışlara yöneltmiştir. Bu bağlamda, aromatik bitkilerin sentezlediği sekonder metabolitler olan uçucu yağlar, içerdikleri biyoaktif bileşenler sayesinde sentetik kimyasallara karşı en güçlü biyopestisit alternatifleri olarak bilim dünyasının dikkatini çekmektedir (Isman, 2000). Uçucu yağların sahip olduğu kompleks kimyasal matriks; patojen hücre zarına zarar verme, enzim sistemlerini bloke etme ve hücresel solunumu durdurma gibi çoklu etki (multi-target) mekanizmaları sunar. Bu eşzamanlı etki yolları, patojenlerin kimyasal fungusitlerde olduğu gibi spesifik bir genetik direnç mekanizması geliştirmesini neredeyse imkânsız hale getirmektedir (Bakkali ve ark., 2008).

Uçucu yağ verimi ve fenolik bileşen zenginliği bakımından Lamiaceae (Ballıbabagiller) familyası, biyokontrol araştırmalarında merkez bir konuma sahiptir. Bu familyanın üyelerinden olan ve Türkiye florasında geniş doğal yayılım alanları bulan kekik varyeteleri, özellikle bünyelerindeki timol ve karvakrol gibi monotermen fenoller sayesinde üstün antimikrobiyal aktivite sergilemektedir. Küresel ölçekte kültürü yapılan *Thymus vulgaris* ile Türkiye'nin önemli endemik tıbbi bitkilerinden biri olan *Origanum minutiflorum*, sahip oldukları bu güçlü kimyasal profiller sayesinde toprak kaynaklı bitki patojenlerinin miselyal gelişimini ve zoospor hareketliliğini baskılama potansiyeli taşımaktadır (Kordali ve ark., 2008; Soylu ve ark., 2006).

Literatürdeki güncel çalışmalar incelendiğinde, bu aromatik bitkilerden elde edilen uçucu yağların laboratuvar koşullarındaki (*in vitro*) antifungal etkileri sıklıkla kanıtlanmış olsa da; söz konusu yağların doğrudan sera koşullarında (*in vivo*) biber bitkisi üzerindeki hastalık şiddetini baskılama performansları ile bitkinin kök ağırlığı, klorofil sentez kapasitesi ve vejetatif biyokütlesi gibi gelişimsel parametrelerine olan etkileşimleri hakkındaki bütüncül araştırmalar halen yetersizdir. Sentetik fungusitlere alternatif, etkili ve standart bir biyolojik mücadele protokolünün oluşturulabilmesi için, spesifik uçucu yağ dozlarının bitki-patojen ilişkisindeki rolünün aydınlatılması gerekmektedir.

1. KURAMSAL ÇERÇEVE

Sistemik sınıflandırmada Chromista aleminin Oomycota (Su küfleri) şubesinde konumlanan *Phytophthora capsici* Leonian, tarımsal üretimde karşılaşılan en yıkıcı toprak kaynaklı patojenlerden biridir. Gerçek funguslardan hücresel yapısı (selüloz ve glukoz ağırlıklı hücre duvarı) ve üreme biyolojisi ile ayrılan bu etmen, bitkilerde kök ve kök boğazı çürüklüğü hastalığına neden olmaktadır. Enfeksiyon süreci, patojenin hemibiyotrofik yaşam döngüsüne uygun olarak başlar; ilk etapta canlı dokulardan beslenirken, ilerleyen aşamalarda nekrotrofik faza geçerek bitki hücrelerini masif bir yıkıma uğratar. Hücre duvarını parçalayıcı hidrolitik enzimler salgılayan patojen, bitkinin iletim demetlerini tıkayarak geriye dönüşü olmayan solgunluk, kloroz ve nihayetinde ölüm (çökerten) tablosu yaratır (Hausbeck & Lamour, 2004).

P. capsici'nin tarımsal ekosistemlerdeki kalıcılığını ve mücadele zorluğunu belirleyen en temel faktör, eşeyli üreme sonucu oluşturduğu "oospor" adı verilen dayanıklı dinlenme yapılarıdır. Oosporlar, ortamda hiçbir canlı konukçu bitki bulunmasa dahi toprak florasında yıllarca inaktif formda canlılığını sürdürebilmektedir (Granke vd., 2012). Uygun sıcaklık ve özellikle yüksek toprak nemi sağlandığında çimlenen bu yapılar, hareketli zoosporlar üreterek sulama suları vasıtasıyla hızla yayılır. Başta Solanaceae (Patlıcangiller) ve Cucurbitaceae (Kabakgiller) familyaları olmak üzere geniş bir konukçu spektrumuna sahip olan etmen, özellikle sera koşullarında yetiştirilen kültür biberinde (*Capsicum annuum* L.) telafisi güç verim ve kalite kayıplarına yol açmaktadır.

Toprak kaynaklı bu tahripkar patojene karşı yürütülen konvansiyonel mücadele stratejileri, büyük ölçüde fenilamid grubu (metalaksil, mefenoksam) sentetik fungusitlere dayanmaktadır. Ancak aynı etki mekanizmasına sahip bu kimyasalların bilinçsiz kullanımı, patojenin çok kısa sürede dirençli izolatlar geliştirmesine zemin hazırlamış; aynı zamanda toprak mikrobiyotasına, yeraltı sularına ve insan sağlığına ciddi zararlar vermiştir (Lamour & Hausbeck, 2000). Modern fitopatoloji yaklaşımları, Entegre Hastalık Yönetimi (IPM) kapsamında ekosistem dengesini koruyan bitkisel kökenli sekonder metabolitlerin, özellikle de uçucu yağların (esansiyel yağlar) biyopestisit olarak kullanımını önceliklendirmektedir (Isman, 2000).

Uçucu yağlar, bitkilerin biyotik ve abiyotik stres faktörlerine karşı sentezlediği, yüksek uçuculuğa sahip lipofilik ve hidrofobik karışımlardır. Bu sekonder metabolitlerin patojenler üzerindeki temel etki mekanizması, içerdikleri fenolik ve terpenik bileşiklerin hücre zarı bütünlüğünü hedef almasına dayanır. Oomycete ve fungal hücre zarına penetre olan bu bileşikler, zarın geçirgenliğini (permeabilite) bozarak hücre içi iyon sızıntısına ve nihayetinde hücresel solunumun durmasına yol açar (Bakkali vd., 2008). Uçucu yağların spesifik tek bir enzim yerine hücrenin

birden fazla yaşamsal fonksiyonuna aynı anda saldırması (çoklu etki - multi target), patojenlerin kimyasallarda olduğu gibi hızlı bir genetik direnç mekanizması geliştirmesini engellemektedir.

Biyokontrol potansiyeli en yüksek tıbbi ve aromatik bitkiler arasında, özellikle Akdeniz florasında geniş yayılış gösteren Lamiaceae (Ballıbabagiller) familyası öne çıkmaktadır. Bu çalışmada materyal olarak değerlendirilen *Origanum minutiflorum*, Türkiye florasına (bilhassa Isparta yöresine) endemik olan, yüksek uçucu yağ verimi ve benzersiz kimyasal profiliyle uluslararası alanda yüksek talep gören kıymetli bir türdür. Araştırmanın diğer bitkisel materyali olan *Thymus vulgaris* (adi kekik) ise küresel çapta standardizasyonu sağlanmış majör bir aromatik bitkidir.

Her iki bitkinin uçucu yağ profilini domine eden temel etken maddeler, güçlü birer fenolik izomer olan timol (thymol) ve karvakrol (carvacrol) molekülleridir. Serbest hidroksil (-OH) grupları barındıran bu fenoller, patojenin membran proteinleri ve enzimatik sistemleriyle reaksiyona girerek hücrel aktiviteyi felce uğrattır (Kordali vd., 2008). Özellikle *O. minutiflorum*'un dünya genelindeki en yüksek karvakrol oranlarından birine sahip olması, onu toprak kaynaklı patojenlere karşı yürütülecek biyolojik mücadele çalışmalarında son derece stratejik bir konuma taşımaktadır.

Bilimsel literatür incelendiğinde, *Thymus* ve *Origanum* uçucu yağlarının *P. capsici* dâhil olmak üzere pek çok bitki patojenine karşı güçlü inhibitör etkileri kontrollü laboratuvar (*in vitro*) ortamında sıklıkla kanıtlanmıştır (Soylu vd., 2006). Buna karşın, uçucu yağların kompleks toprak matriksindeki davranışları ve bitki fizyolojisi ile doğrudan etkileşimlerini kantitatif olarak inceleyen *in vivo* (sera ve tarla) çalışmalar halen yetersizdir. Biyokontrol araştırmalarında uçucu yağların dozaj ayarlaması kritik bir eşiktir; zira patojeni baskılaması beklenen konsantrasyonlar, bitki üzerinde fitotoksik etki yaratarak gelişimi ve fotosentetik aktiviteyi sekteye uğratabilmektedir.

Bu bağlamda yürütülen çalışma, *T. vulgaris* ve Türkiye'nin endemik değeri *O. minutiflorum* uçucu yağlarının, kültür biberinde yıkıcı etkiye sahip *P. capsici* patojenine karşı doğrudan *in vivo* (sera) koşullarındaki etkinliklerini ortaya koymak amacıyla kurgulanmıştır. Uçucu yağların 63 µL ve 120 µL şeklindeki spesifik dozlarının yalnızca hastalığı baskılama (antifungal etki) potansiyellerini değil; aynı zamanda biber bitkisinin klorofil içeriği, kök ağırlığı, bitki boyu ve yaprak sayısı gibi morfolojik ve fizyolojik gelişim parametreleri üzerindeki etkilerini bir bütün halinde analiz edecek olması, bu çalışmanın literatürdeki *in vivo* araştırma boşluğunu dolduracak özgün değerini oluşturmaktadır.

2. YÖNTEM

2.1. Materyal

Toprak kaynaklı patojenlere karşı bitkisel uçucu yağların biyokontrol potansiyelini ve bitki fizyolojisine etkilerini inceleyen bu araştırma, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi (ESOGÜ) Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü laboratuvarları ve araştırma seralarında gerçekleştirilmiştir. Denemelerde kullanılan *Thymus vulgaris* (kekik) ve *Origanum minutiflorum* (yayla kekiği) uçucu yağları bölümün Mikoloji Laboratuvarı envanterinden temin edilmiştir. İnokulasyon işlemlerinde kullanılan *Phytophthora capsici* izolatı, daha önce biber bitkilerinden izole edilmiş, patojenisite testleri tamamlanmış ve moleküler teşhisi doğrulanmış olarak yine aynı laboratuvarın kültür koleksiyonundan sağlanmıştır. Fungusun canlılığını ve virülensini artırmak amacıyla, uygulamalar öncesinde Havuç Agar (CA) besi yerinde 25±1 °C'de 7 gün boyunca karanlık koşullarda taze kültürleri geliştirilmiştir. İn vivo aşamada bitki materyali olarak biber (*Capsicum annuum* L.) fideleri kullanılmıştır. Biyometrik ve fizyolojik ölçümlerin gerçekleştirilmesinde hassas terazi, dijital kumpas, şerit metre, yaprak alan ölçer ve yaprak klorofil içeriğini belirlemek için taşınabilir klorofilmetre (SU) cihazından faydalanılmıştır.

2.2. Metot

2.2.1. Kültür Ortamının Hazırlanması

Patojenin laboratuvar koşullarında çoğaltılması amacıyla standart CA besi ortamı tercih edilmiştir. Bu doğrultuda 1 litre distile su içerisine 15 gram agar tozu ve 30 gram rendelenmiş havuç ilave edilerek homojenize edilmiş ve ardından otoklav cihazında 121 °C sıcaklık ve 1 atm basınç altında 15 dakika boyunca sterilizasyon işlemine tabi tutulmuştur. Sterilizasyon bitiminde sıcaklığı yaklaşık 45-50 °C civarına düşen besi yeri, steril petri kutularına (90 mm çapında) laminar akışlı kabin içerisinde aseptik koşullarda dökülmüş ve katılaşmaya bırakılmıştır.

2.2.2. İnokulumun Çoğaltılması

Sera denemelerinde toprağa uygulanacak patojen inokulumunu kitlesel olarak üretmek için buğday kepeği metodu kullanılmıştır. Otoklavlanabilir polietilen torbalara 1'er kilogram buğday kepeği yerleştirilmiş ve üzerine 100 mL saf su ilave edilerek substratın nemlenmesi sağlanmıştır. Kontaminasyonu kesin olarak önlemek amacıyla bu torbalar, ardışık iki gün boyunca 121 °C'de 60 dakika süreyle iki kez sterilize edilmiştir. Steril kepek ortamına, önceden CA üzerinde geliştirilmiş 7 günlük aktif *P. capsici* kültürlerinden 5 mm çapında mantar delici (kork borer) ile alınan 10'ar adet miselyal disk inoküle edilmiştir. Torbalar 23±2 °C sıcaklıktaki inkübatörde 15-20 gün boyunca muhafaza edilmiş ve misellerin kepeği tamamen sarması (kolonizasyonu) sağlanmıştır (Zhang ve ark., 2014).

2.2.3. In vivo Denemelerinin Kurulması

Sera aşamasında bitki yetiştirme ortamı olarak bahçe toprağı, iyi yanmış çiftlik gübresi ve elenmiş ince kum (2:1:1 hacimsel oranında) karışımı hazırlanmıştır. Hazırlanan harç, toprak sterilizatöründe 121 °C'de 45 dakika boyunca sterilize edildikten sonra 10 cm çapındaki steril plastik saksılara doldurulmuştur. Patojen uygulanan saksılara, her 1 kg saksı toprağına 50 g *P. capsici* ile kolonize olmuş buğday kepeği inokulumu homojen bir şekilde karıştırılmıştır. Patojen inokülasyonunun ardından biber fideleri saksılara şaşırtılmıştır. Eş zamanlı olarak *T. vulgaris* ve *O. minutiflorum* uçucu yağlarının 63 µL ve 120 µL'lik dozları, 100 mL steril cansuyu içerisine süspanse edilerek doğrudan biber fidelerinin kök boğazı bölgesine uygulanmıştır. Deneme deseninde, sadece steril toprak ve cansuyu içeren bitkiler "Negatif Kontrol", patojen inoküle edilmiş ancak uçucu yağ uygulanmamış bitkiler ise "Pozitif Kontrol" olarak belirlenmiştir. Çalışma, 12 saat aydınlık/12 saat karanlık fotoperiyoduna ve 23±1 °C ortalama sıcaklığa sahip iklimlendirmeli sera koşullarında, Tesadüf Parselleri Deneme Deseni'ne göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür.

Dikimden 21 gün sonra deneme sonlandırılarak fideler sökülmüş; kök ve kök boğazı dokuları makroskobik olarak incelenmiştir. Hastalık şiddetini belirlemek amacıyla, biber bitkilerinde *P. capsici* enfeksiyonu için Kim ve ark. (1997) tarafından modifiye edilen 0-5 skalası kullanılmıştır (Çizelge 1).

Ayrıca sökülen bitkilerde tüm uygulamalar için; bitki boyu (cm), kök boğazı çapı (mm), kök uzunluğu (cm), kök ağırlığı (g), yaprak sayısı (adet), yaprak eni (cm), yaprak boyu (cm), yaprak alanı (cm²) ve klorofil miktarı (SU) parametreleri ölçülerek kaydedilmiştir. Hastalık şiddeti yüzdelere hesaplanmasında literatürde standart olarak kabul gören Townsend-Heuberger formülünden yararlanılmıştır (Townsend ve Heuberger, 1943).

Hastalık Şiddeti (%) = $[\Sigma (n \times V) / (Z \times N)] \times 100$ (*n*: İlgili skala değerindeki bitki sayısı, *V*: Skala değeri, *Z*: En yüksek skala değeri, *N*: Değerlendirilen toplam bitki sayısı)

Çizelge 1. Hastalık şiddeti değerlendirme skalası

Skala değeri	Tanı (%)
0	Sağlıklı bitki
1	%1-10, hipokotil enfeksiyonu ve/veya kök boyunda ve/veya bitki boyunda kısıalma
2	%11-30, hipokotil enfeksiyonu ve/veya kök boyunda ve/veya bitki boyunda kısıalma
3	%31-50, hipokotil enfeksiyonu ve/veya kök boyunda ve/veya bitki boyunda kısıalma
4	%51-80, hipokotil enfeksiyonu ve/veya kök boyunda ve/veya bitki boyunda kısıalma
5	Ölü bitki ve/veya çimlenmemiş tohum

2.2.4. Antifungal Etkinin Hesaplanması

Uygulanan uçucu yağ dozlarının *P. capsici* üzerinde sağladığı antifungal etkinlik (hastalığı baskılama oranı), saksılardan elde edilen hastalık şiddeti verileri üzerinden Abbott formülü kullanılarak saptanmıştır (Abbott, 1925):

$$E = [(K - U) / K] \times 100$$

- E: Gelişimi engelleme oranı (Antifungal etki, %)
- K: Pozitif kontrol grubundaki (sadece patojen uygulanan) hastalık şiddeti değeri
- U: Uçucu yağ uygulaması yapılan saksılardaki hastalık şiddeti değeri

2.2.5. İstatistiksel Değerlendirme

Sera denemeleri sonucunda elde edilen biyometrik ve fizyolojik verilerin istatistiksel analizleri Tek Yönlü Varyans Analizi (One-Way ANOVA) testi kullanılarak gerçekleştirilmiş olup, uygulama grupları arasındaki istatistiksel farklılıklar %5 önem düzeyinde ($p < 0.05$) değerlendirilmiştir.

3. BULGULAR

Bu araştırmada, kültür biberi (*Capsicum annuum* L.) yetiştiriciliğinde yıkıcı etkiye sahip *Phytophthora capsici* patojenine karşı *Thymus vulgaris* ve *Origanum minutiflorum* uçucu yağlarının farklı dozlardaki (63 ve 120 µL) in vivo (sera) antifungal etkinliğini ve bitki fizyolojisine olan yansımalarını değerlendirmek amacıyla saksı denemeleri yürütülmüştür. Sera denemeleri boyunca patojenin tek başına uygulandığı ve herhangi bir biyokontrol ajanı ile korunmayan "Pozitif Kontrol" grubunda hastalık şiddeti %73,33 olarak gerçekleşmiş ve patojenin kök boğazında oluşturduğu nekrotik lezyonlar bitki gelişimini sekteye uğratmıştır. Herhangi bir patojen inokülasyonu yapılmayan "Negatif Kontrol" (sağlıklı bitki) grubu ise doğal bitki gelişim standartlarını belirlemiştir. Uçucu yağ uygulamalarının bitki üzerindeki fizyolojik ve morfolojik etkileri, Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) sonuçlarına ($P < 0,05$, $P < 0,01$ ve $P < 0,001$ önem seviyelerinde) göre yaprak (toprak üstü) ve kök/gövde (toprak altı) parametreleri olarak iki ana başlık altında incelenmiştir.

3.1. Yaprak Parametreleri Üzerindeki Etkiler

Yaprak Eni, Uzunluğu ve Alanı: Sağlıklı gelişimin referansı olan negatif kontrol grubunda yaprak eni $4,13 \pm 0,22$ cm olarak ölçülürken, hastalığın baskın olduğu pozitif kontrolde bu değer $3,81 \pm 0,42$ cm'ye gerileyerek istatistiksel olarak en alt gruba ("b" grubu) düşmüştür. Uçucu yağ uygulamaları incelendiğinde, *Thymus* 120 µL dozu $5,14 \pm 0,50$ cm yaprak eni ile istatistiksel olarak en yüksek ("a" grubu) değere ulaşmış ve yaprak gelişimini desteklemiştir. Yaprak uzunluğu ve yaprak alanı parametrelerinde ise uygulamalar arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark oluşmamış (Ö.D.), bu değerler genel itibarıyla sırasıyla 9,86-11,52 cm ve 34,33-41,78 cm² bantlarında stabil kalmıştır.

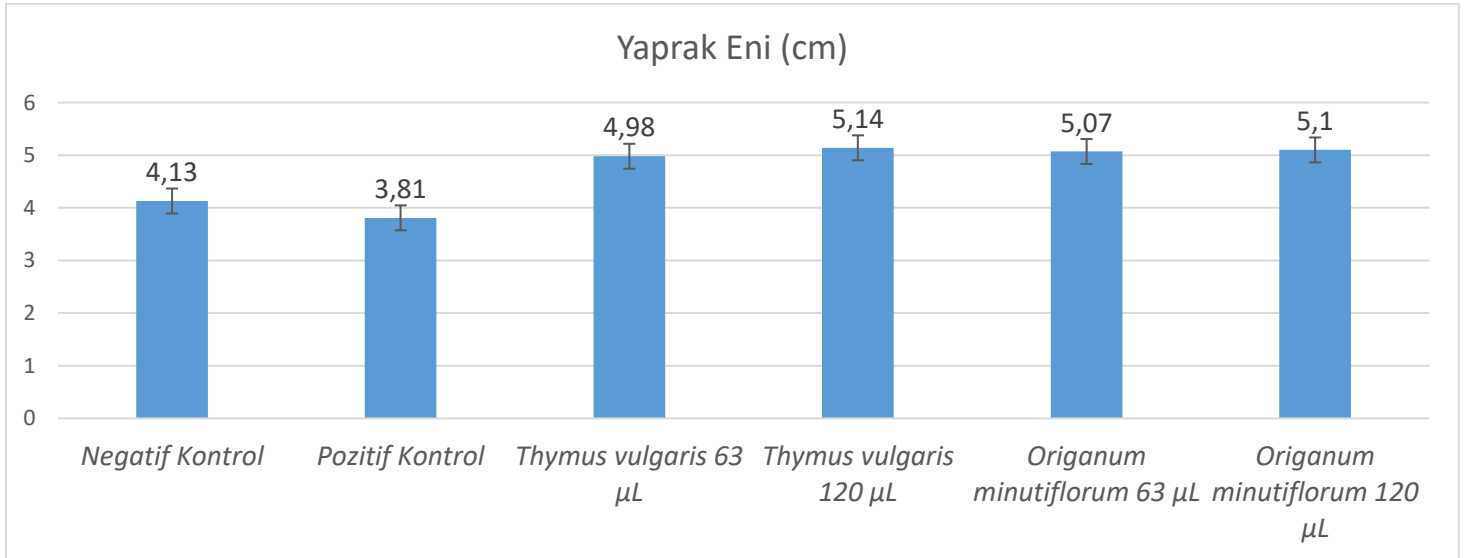
Yaprak Sayısı: Negatif kontrolde ortalama $24,3 \pm 2,1$ adet/bitki olan yaprak sayısı ("ab" grubu), *Thymus* 63 μL uygulamasında istatistiksel olarak en üst seviyeye ("a" grubu) çıkarak $27,7 \pm 3,8$ adet/bitki olarak tespit edilmiştir. Buna karşın, *Origanum* 120 μL uygulamasında yaprak sayısı $18,0 \pm 1,0$ adet/bitki değerine ("b" grubu) gerileyerek bitkinin vejetatif aksamında spesifik doza bağlı hafif bir seyrelme gözlenmiştir.

Klorofil Miktarı: Bitkinin stres yanıtı ve fotosentetik aktivitesinin önemli bir belirteci olan klorofil içeriğinde dikkate değer bir fizyolojik reaksiyon saptanmıştır. Negatif kontrol (sağlıklı) bitkilerinde klorofil miktarı 191 ± 9 SU ("b" grubu) seviyesindeyken, patojen baskısı altındaki pozitif kontrol (256 ± 6 SU) dahil olmak üzere tüm uçucu yağ uygulamalarında klorofil miktarı istatistiksel olarak en üst gruba ("a" grubu) yükselmiştir (257 ile 270 SU arası). Bu durum, bitkinin *P. capsici* enfeksiyonuna ve uçucu yağların fitokimyasal uyarımına karşı geliştirdiği stres kaynaklı bir pigment birikimi veya savunma mekanizması olarak değerlendirilmiştir.

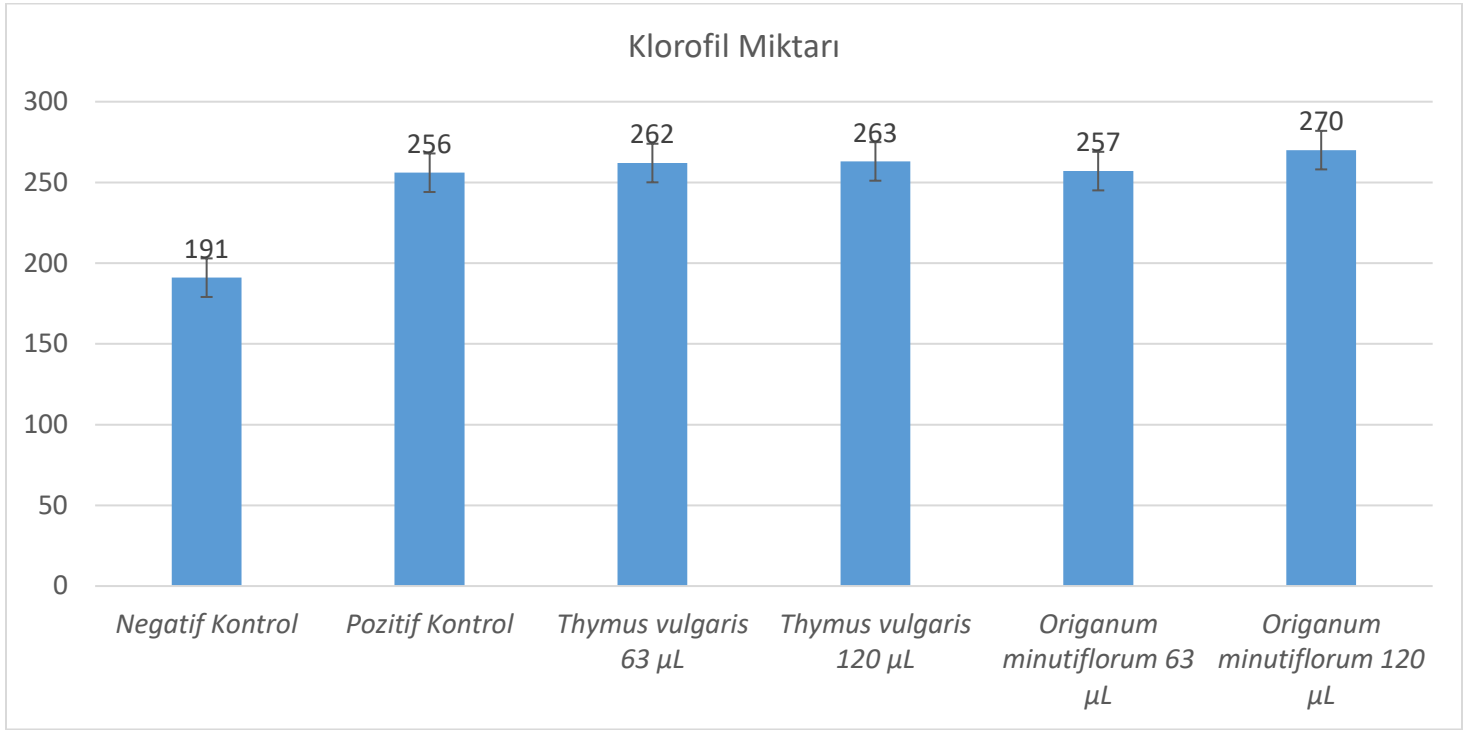
Tablo 1. *Phytophthora capsici* inoküle edilmiş biber (*Capsicum annuum* L.) bitkilerinde uçucu yağların yaprak gelişimine etkileri

Uçucu Yağ Uygulaması	Yaprak Eni (cm)	Yaprak Uzunluğu (cm)	Yaprak Alanı (cm ²)	Klorofil Miktarı	Yaprak Sayısı (adet/bitki)
Negatif Kontrol	$4,13 \pm 0,22$ ab	$10,16 \pm 0,60$	$41,78 \pm 4,29$	191 ± 9 b	$24,3 \pm 2,1$ ab
Pozitif Kontrol	$3,81 \pm 0,42$ b	$9,86 \pm 0,26$	$34,44 \pm 5,10$	256 ± 6 a	$24,0 \pm 1,7$ ab
<i>Thymus vulgaris</i> 63 μL	$4,98 \pm 0,48$ ab	$10,73 \pm 0,25$	$34,33 \pm 3,79$	262 ± 20 a	$27,7 \pm 3,8$ a
<i>Thymus vulgaris</i> 120 μL	$5,14 \pm 0,50$ a	$11,30 \pm 1,16$	$36,44 \pm 5,39$	263 ± 15 a	$22,0 \pm 2,0$ ab
<i>Origanum minutiflorum</i> 63 μL	$5,07 \pm 0,38$ ab	$11,18 \pm 1,24$	$35,55 \pm 6,26$	257 ± 17 a	$22,7 \pm 2,5$ ab
<i>Origanum minutiflorum</i> 120 μL	$5,10 \pm 0,70$ ab	$11,52 \pm 0,99$	$35,17 \pm 7,17$	270 ± 14 a	$18,0 \pm 1,0$ b
P değeri	$P < 0,05$	Ö.D.	Ö.D.	$P < 0,001$	$P < 0,01$
Ortalama $\pm$ Standart Hata	$4,71 \pm 0,67$	$10,80 \pm 0,94$	$36,29 \pm 5,28$	250 ± 30	$23,1 \pm 3,6$

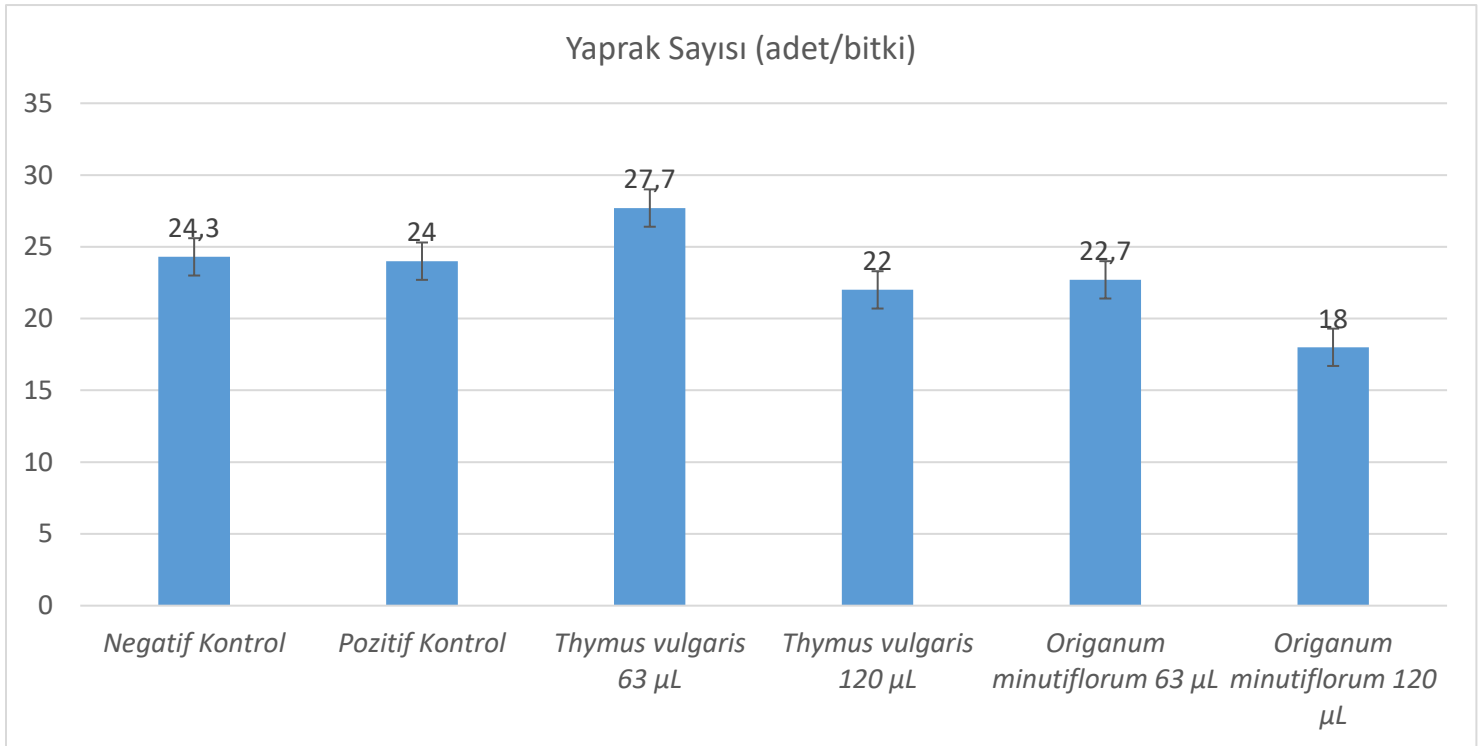
*Birimler Ortalama $\pm$ S. H. (n = 3) ifade etmekte olup Anova testi sonucunda en az $P < 0,05$ olasılık derecesinde önemli bulunan parametreler Tukey testi ile değerlendirilerek farklı harflerle gruplandırılmıştır. Ö.D.; Önemli değil.



Şekil 1. *Phytophthora capsici*'ye karşı uygulanan *Thymus vulgaris* ve *Origanum minutiflorum* uçucu yağlarının yaprak enine (cm) etkisi



Şekil 2. *Phytophthora capsici*'ye karşı uygulanan *Thymus vulgaris* ve *Origanum minutiflorum* uçucu yağlarının klorofil miktarına etkisi



Şekil 3. *Phytophthora capsici*'ye karşı uygulanan *Thymus vulgaris* ve *Origanum minutiflorum* uçucu yağlarının yaprak sayısına (adet/bitki) etkisi

3.2. Kök ve Bitki Boyu Parametreleri Üzerindeki Etkiler

Bitki Boyu ve Çiçek Sayısı: Negatif kontrolde boy ortalaması $35,2 \pm 1,3$ cm iken, *P. capsici* enfeksiyonu pozitif kontrolde bitki boyunu istatistiksel olarak baskılayarak ("b" grubu) $32,2 \pm 2,8$ cm'ye düşürmüştür. Uçucu yağ uygulamaları bu baskıyı kırmada başarılı olmuş; bilhassa *Thymus* 63 μ L uygulaması $39,8 \pm 3,9$ cm değeriyle ("a" grubu) bitki dikey gelişimini en çok teşvik eden uygulama olmuştur. Çiçek sayısı bakımından ise gruplar arasında istatistiksel bir farklılık gözlenmemiştir ($P > 0,05$).

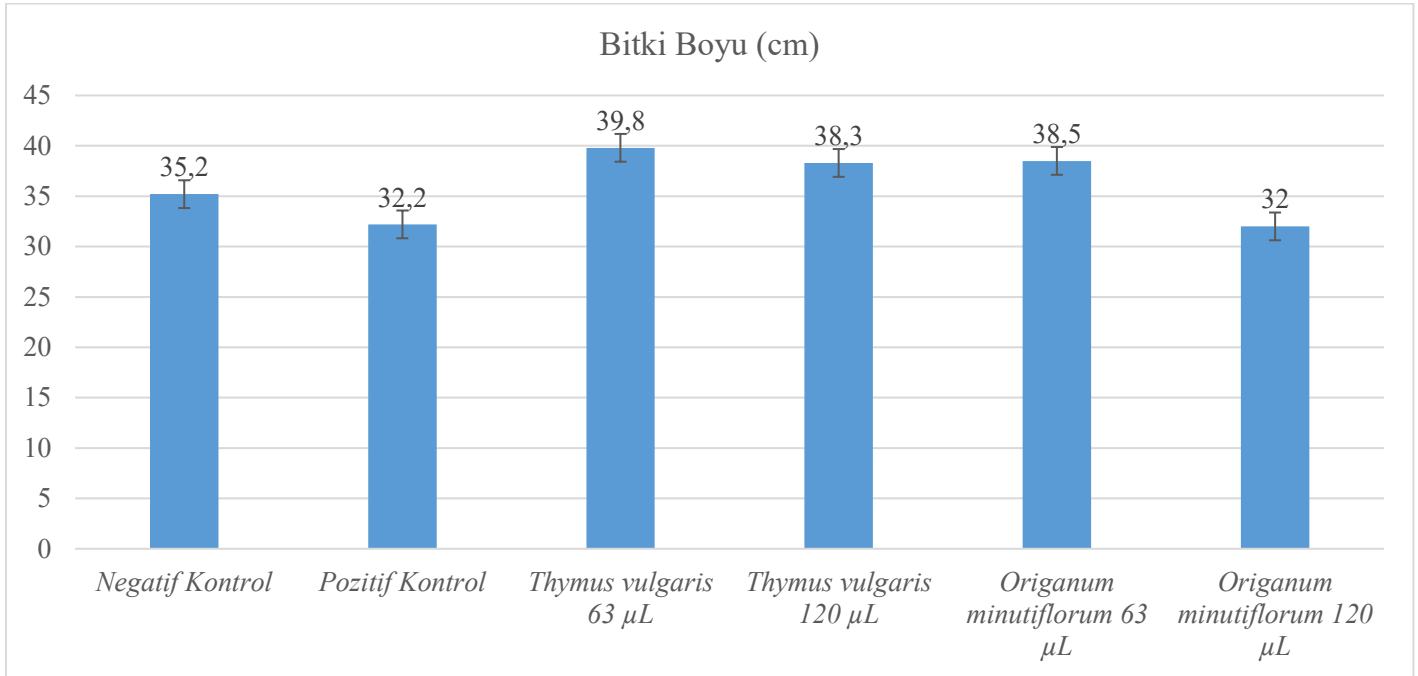
Kök Boğazı Çapı ve Kök Uzunluğu: Patojenin ana enfeksiyon bölgesi olmasına rağmen kök boğazı çapı (5,03 ile 6,0 mm arası) ve ana kazık kök uzunluğu (15,0 ile 18,7 cm arası) değerlerinde uygulamalar arasında istatistiksel bir farklılık (Ö.D.) saptanmamış, bitkiler fiziksel formlarını büyük ölçüde korumuştur.

Kök Ağırlığı: Çalışmanın bitki gelişimi açısından en çarpıcı bulgusu, patojenin neden olduğu doku yıkımını doğrudan yansıtan kök biyokütlesinde (kök ağırlığı) ortaya çıkmıştır ($P < 0,01$). Sağlıklı bitkilerin yer aldığı negatif kontrolde kök ağırlığı $29,97 \pm 2,4$ g ile en üst grupta ("a" grubu) yer almıştır. Patojen uygulanan pozitif kontrolde ise ciddi bir kök çürüklüğü meydana gelmiş ve kök ağırlığı $17,86 \pm 5,8$ grama ("b" grubu) kadar gerilemiştir. Uçucu yağlar arasında sadece *Origanum* 63 μ L uygulaması kök ağırlığını $21,19 \pm 4,09$ g seviyesinde tutarak ("ab" grubu) yıkımı frenlemiş ve kök sistemini istatistiksel olarak sağlıklı bitkiye en yakın konumda muhafaza etmiştir. Diğer uçucu yağ uygulamalarında ise kök ağırlığı 10,51 ile 13,36 g arasında kalarak "b" grubuna yerleşmiştir.

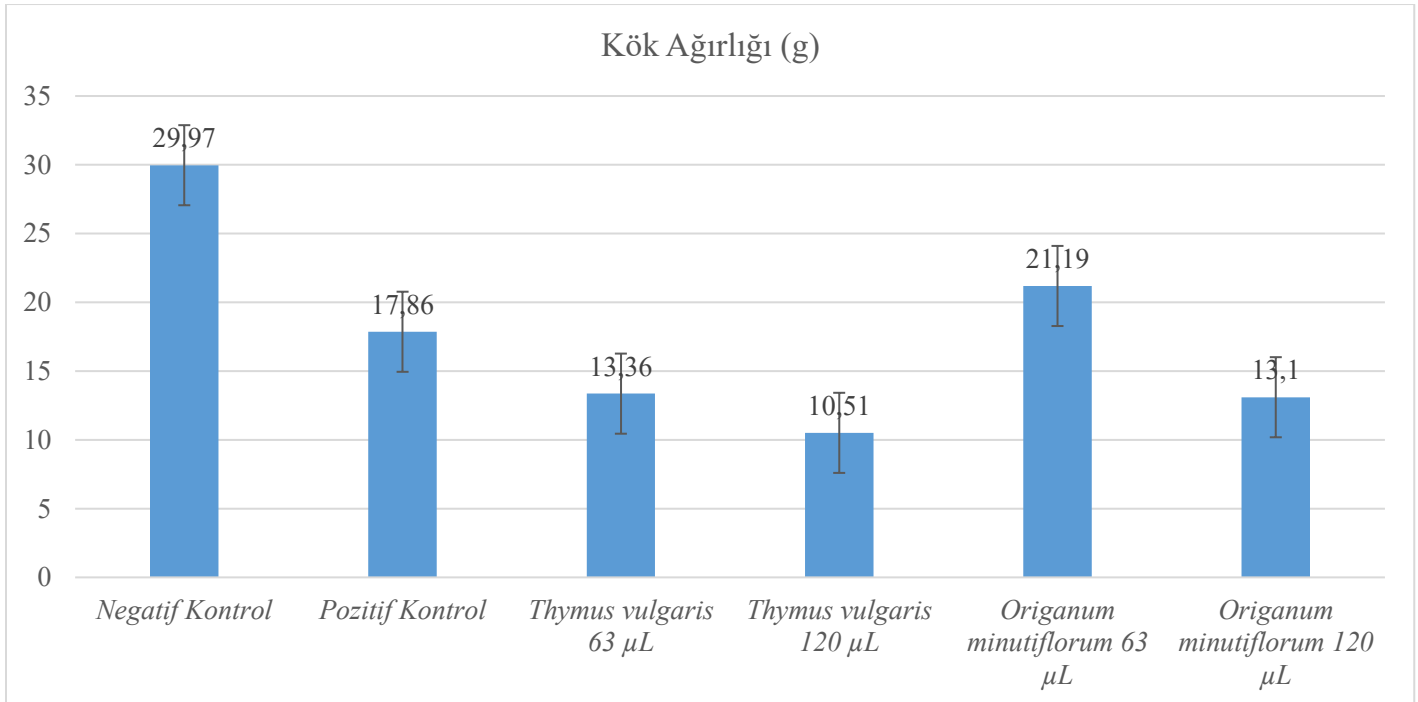
Tablo 2. *Phytophthora capsici* inoküle edilmiş biber (*Capsicum annuum* L.) bitkilerinde uçucu yağların kök ve boy gelişimine etkileri

Uçucu Yağ Uygulaması	Bitki Boyu (cm)	Çiçek Sayısı (adet)	Kök Boğazı Çapı (mm)	Kök Uzunluğu (cm)	Kök Ağırlığı (g)
Negatif Kontrol	$35,2 \pm 1,3$ ab	$9,3 \pm 1,2$	$5,6 \pm 0,61$	$16,6 \pm 0,6$	$29,97 \pm 2,4$ a
Pozitif Kontrol	$32,2 \pm 2,8$ b	$9,0 \pm 1,0$	$5,03 \pm 0,64$	$15,7 \pm 0,8$	$17,86 \pm 5,8$ b
<i>Thymus vulgaris</i> 63 μ L	$39,8 \pm 3,9$ a	$10,3 \pm 1,5$	$5,3 \pm 0,29$	$16,3 \pm 1,5$	$13,36 \pm 3,18$ b
<i>Thymus vulgaris</i> 120 μ L	$38,3 \pm 2,0$ ab	$10,7 \pm 0,6$	$5,3 \pm 0,3$	$18,7 \pm 2,5$	$10,51 \pm 3,34$ b
<i>Origanum minutiflorum</i> 63 μ L	$38,5 \pm 3,5$ ab	$9,0 \pm 1,0$	$5,33 \pm 0,35$	$16,7 \pm 1,5$	$21,19 \pm 4,09$ ab
<i>Origanum minutiflorum</i> 120 μ L	$32,0 \pm 0,0$ b	$8,7 \pm 0,6$	$6,0 \pm 0,60$	$15,0 \pm 1,5$	$13,1 \pm 4,17$ b
P değeri	$P < 0,05$	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	$P < 0,01$
Ortalama $\pm$ Standart Hata	$36,0 \pm 3,9$	$9,5 \pm 1,2$	$5,43 \pm 0,52$	$16,5 \pm 1,7$	$17,67 \pm 7,5$

*Birimler Ortalama $\pm$ S. H. ($n = 3$) ifade etmekte olup Anova testi sonucunda en az $P < 0,05$ olasılık derecesinde önemli bulunan parametreler Tukey testi ile değerlendirilerek farklı harflerle gruplandırılmıştır. Ö.D.; Önemli değil.



Şekil 4. *Phytophthora capsici*'ye karşı uygulanan *Thymus vulgaris* ve *Origanum minutiflorum* uçucu yağlarının bitki boyuna (cm) etkisi



Şekil 5. *Phytophthora capsici*'ye karşı uygulanan *Thymus vulgaris* ve *Origanum minutiflorum* uçucu yağlarının kök ağırlığına (g) etkisi

3.3. Hastalık Şiddeti ve Antifungal Etkinlik Değerlendirmesi

Sera koşullarında yürütülen in vivo denemeler sonucunda, uçucu yağların *P. capsici*'yi baskılama performansları (hastalık şiddeti ve Abbott formülüne göre hesaplanan antifungal etki) ile bitki gelişim parametreleri arasında doğrudan bir ilişki saptanmıştır.

Kontrol Grupları: İnokülasyon yapılmayan negatif kontrol grubunda hastalık şiddeti doğal olarak %0 iken, yalnızca patojen uygulanan pozitif kontrol grubunda enfeksiyon şiddeti %73,33 olarak gerçekleşmiştir. Patojenin bitki kök boğazında oluşturduğu bu %73,33'lük doku tahribatı, kök yaş ağırlığında gözlenen dramatik düşüşün (29,97 gramdan 17,86 grama gerilemesinin) temel fitopatolojik nedenidir.

Origanum minutiflorum Etkisi: Antifungal etkinlik değerlendirmesinde en başarılı sonuç, kök biyokütlesini de en iyi şekilde koruyan *O. minutiflorum* 63 µL uygulamasından elde edilmiştir. Bu doz, patojenin kök bölgesindeki miselyal gelişimini tamamen bloke ederek hastalık şiddetini %0'a indirmiş ve *P. capsici*'ye karşı %100 (tam koruma) antifungal etki sağlamıştır. Ancak aynı yağın dozu 120 µL'ye çıkarıldığında koruyucu etkinin azaldığı ve antifungal başarının %36,36 seviyesine düştüğü saptanmıştır. Bu durum, spesifik bitki-patojen ilişkisinde optimum doz (63 µL) aşıldığında bitki stresinin arttığına veya yağın fitotoksik etki göstererek biyolojik etkinliğinin düştüğüne işaret etmektedir.

Thymus vulgaris Etkisi: *T. vulgaris* uçucu yağında ise *O. minutiflorum*'un aksine, doza bağlı bir etkinlik artışı (pozitif korelasyon) gözlenmiştir. Düşük doz olan *T. vulgaris* 63 µL uygulamasında antifungal etki %36,36 gibi sınırlı bir seviyede kalmıştır. Ancak doz 120 µL'ye çıkarıldığında hastalık şiddeti %33,33'e gerilemiş ve antifungal başarı %54,55 seviyesine yükselerek patojene karşı kayda değer bir baskılama sağlanmıştır.

Genel Değerlendirme: Sonuçlar bir bütün olarak incelendiğinde; biberde kök ve kök boğazı çürüklüğüne karşı *O. minutiflorum* uçucu yağının düşük dozda (63 µL) hastalığı tamamen inhibe ederek (%100 etkinlik) kök yapısını koruduğu, *T. vulgaris* uçucu yağının ise daha yüksek dozda (120 µL) patojeni baskılamada en yüksek etkinliği (%54,55) ulaştığı tespit edilmiştir.

Tablo 3. *Thymus vulgaris* ve *Origanum minutiflorum* uçucu yağlarının sera koşullarında biber (*Capsicum annuum* L.) bitkisinde *Phytophthora capsici*'ye karşı hastalık şiddeti ve antifungal etki oranları (%)

Uygulama	Hastalık Şiddeti (%)	Antifungal Etki (%)
Pozitif Kontrol	73,33%	-
<i>Thymus vulgaris</i> 63 µL	46,67%	36,36%
<i>Thymus vulgaris</i> 120 µL	33,33%	54,55%
<i>Origanum minutiflorum</i> 63 µL	0,00%	100,00%
<i>Origanum minutiflorum</i> 120 µL	46,67%	36,36%

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu araştırmadan elde edilen in vivo sonuçlar, bitkisel uçucu yağların biber yetiştiriciliğinde telafisi güç yıkımlara neden olan *Phytophthora capsici*'ye karşı sentetik fungusitlerin yerine kullanılabilecek çevre dostu ve güçlü birer biyokontrol ajanı olabileceğini ortaya koymuştur. Özellikle *Origanum minutiflorum* uçucu yağının 63 µL'lik düşük dozunda %100 antifungal başarı sergileyerek hastalık şiddetini tamamen sıfırlaması, bu endemik türün bünyesinde barındırdığı yüksek karvakrol gibi fenolik bileşenlerin Oomycetes sınıfı patojenler üzerindeki mutlak inhibitör gücünü doğrulamaktadır. Literatürde Soylu ve ark. (2006), *Origanum* ve *Thymus* uçucu yağlarının *Phytophthora* cinsine ait patojenlerin miselyal gelişimini laboratuvar ortamında güçlü bir şekilde baskıladığını bildirmiştir; yürütülen bu çalışma, söz konusu antifungal etkinliğin saksı denemelerinde doğrudan bitki kök bölgesinde de tam koruma sağladığını ve patojen baskısı altında 17,86 grama gerileyen kök ağırlığının 21,19 gram seviyesinde korunabildiğini göstererek literatüre pratik bir uygulama değeri kazandırmıştır.

Thymus vulgaris uçucu yağ uygulamalarında gözlenen doza bağlı etkinlik artışı (%36,36'dan %54,55'e yükseliş), kekiğin ana kemotipleri olan timol ve karvakrol moleküllerinin konsantrasyonu ile antifungal gücü arasındaki doğrusal ilişkiyi yansıtmaktadır. Bu fenolik izomerlerin, doz artışına paralel olarak patojenin hücre zarı geçirgenliğini bozduğu, sitoplazmik sızıntılara yol açtığı ve mitokondriyal aktiviteyi durdurduğu bilinmektedir (Bakkali ve ark., 2008). Ancak *Thymus* 63 µL dozunda antifungal etkinliğin %36,36 gibi daha sınırlı bir seviyede kalması patojen baskısını tamamen kıramamış, buna karşın bitkinin vejetatif büyümesini ilginç bir şekilde teşvik ederek en yüksek bitki boyu (39,8 cm) ve en fazla yaprak sayısı (27,7 adet/bitki) değerlerinin bu grupta oluşmasını sağlamıştır. Öte yandan, *Origanum* uçucu yağında optimum doz olan 63 µL aşılarak 120 µL'ye çıkıldığında koruyucu etkinin düşmesi (%36,36 etkinlik), biyopestisit uygulamalarında patojeni baskılayan ideal konsantrasyon sınırının belirlenmesinin ne denli kritik bir eşik olduğunu açıkça göstermektedir.

Çalışmanın fizyolojik açıdan en dikkat çekici ve özgün bulgusu, klorofil miktarı (SU) parametresinde ortaya çıkmıştır. Sağlıklı kontrol (negatif) grubunda 191 SU olarak ölçülen klorofil içeriği, patojen enfeksiyonuna maruz kalan pozitif kontrol (256 SU) ve tüm uçucu yağ uygulama gruplarında (257-270 SU bandında) istatistiksel olarak çok daha yüksek seviyelerde kaydedilmiştir. Literatürde uçucu yağların ve patojen stresinin bitki fizyolojisini modüle ettiği yönünde genel görüşler bulunsa da (Isman, 2000), *P. capsici* enfeksiyonu ve yağların volatil uyarımı altında biber bitkisinin gösterdiği bu masif klorofil/pigment artışı, konukçunun patojenik yıkıma karşı geliştirdiği spesifik bir sekonder metabolizma tetiklenmesi veya fizyolojik savunma reaksiyonu olarak değerlendirilmekte ve özgün bir bulgu teşkil etmektedir.

Gelecek çalışmalarda, uçucu yağların yüksek buharlaşma (volatil) karakterlerinin kontrol altına alınması ve sahadaki kalıcılık sürelerinin uzatılması amacıyla nanokapsülasyon gibi kontrollü salım sistemlerinin entegrasyonu araştırılmalıdır. Ayrıca, *Origanum* uçucu yağının yüksek dozlardaki (120 µL) olası fitotoksik sınırları ile bitki bünyesinde meydana gelen klorofil birikiminin moleküler ve biyokimyasal savunma mekanizmaları (antioksidan enzim aktiviteleri düzeyinde) detaylı olarak incelenmelidir.

KAYNAKLAR

- Abbott, W. S. (1925). A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. econ. Entomol*, 18(2), 265-267. <https://doi.org/10.1093/jee/18.2.265a>
- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., & Idaomar, M. (2008). Biological effects of essential oils—a review. *Food and chemical toxicology*, 46(2), 446-475. [10.1016/j.fct.2007.09.106](https://doi.org/10.1016/j.fct.2007.09.106)
- Granke, L. L., Quesada-Ocampo, L., Lamour, K., & Hausbeck, M. K. (2012). Advances in research on *Phytophthora capsici* on vegetable crops in the United States. *Plant disease*, 96(11), 1588-1600. <https://doi.org/10.1094/PDIS-02-12-0211-FE>
- Hausbeck, M. K., & Lamour, K. H. (2004). *Phytophthora capsici* on vegetable crops: research progress and management challenges. *Plant disease*, 88(12), 1292-1303. <https://doi.org/10.1094/PDIS.2004.88.12.1292>
- Isman, M. B. (2000). Plant essential oils for pest and disease management. *Crop Protection*, 19(8-10), 603-608. [https://doi.org/10.1016/S0261-2194\(00\)00079-X](https://doi.org/10.1016/S0261-2194(00)00079-X)
- Kim, K. D., Nemec, S., & Musson, G. (1997). Control of *Phytophthora* root and crown rot of bell pepper with composts and soil amendments in the greenhouse. *Applied Soil Ecology*, 5(2), 169-179. [https://doi.org/10.1016/S0929-1393\(96\)00138-2](https://doi.org/10.1016/S0929-1393(96)00138-2)
- Kordali, S., Cakir, A., Ozer, H., Cakmakci, R., Kesdek, M., & Mete, E. (2008). Antifungal, phytotoxic and insecticidal properties of essential oil isolated from Turkish *Origanum acutidens* and its three components, carvacrol, thymol and p-cymene. *Bioresource technology*, 99(18), 8788-8795. [10.1016/j.biortech.2008.04.048](https://doi.org/10.1016/j.biortech.2008.04.048)
- Lamour, K. H., & Hausbeck, M. K. (2000). Mefenoxam insensitivity and the sexual stage of *Phytophthora capsici* in Michigan cucurbit fields. *Phytopathology*, 90(4), 396-400. <https://doi.org/10.1094/PHYTO.2000.90.4.396>
- Nicolopoulou-Stamati, P., Maipas, S., Kotampasi, C., Stamatis, P., & Hens, L. (2016). Chemical pesticides and human health: the urgent need for a new concept in agriculture. *Frontiers in public health*, 4, 148. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2016.00148>
- Soylu, E. M., Soyly, S., & Kurt, S. (2006). Antimicrobial activities of the essential oils of various plants against tomato late blight disease agent *Phytophthora infestans*. *Mycopathologia*, 161(2), 119-128. <https://doi.org/10.1007/s11046-005-0206-z>
- Townsend, G. R., & Heuberger, J. W. (1943). Methods for estimating losses caused by diseases in fungicide experiments. *Plant Disease Report*, 27, 340-343.
- Türkiye İstatistik Kurumu. (2023). *Bitkisel üretim istatistikleri*. Erişim tarihi: 21 Mayıs 2026, <https://data.tuik.gov.tr>
- Zhang, X. Y., Yu, X. X., Yu, Z., Xue, Y. F., & Qi, L. P. (2014). A simple method based on laboratory inoculum and field inoculum for evaluating potato resistance to black scurf caused by *Rhizoctonia solani*. *Breeding science*, 64(2), 156-163. <https://doi.org/10.1270/jsbbs.64.156>

OAm-Mo/ZIF-8 NANOPARTİKÜLLERİN SENTEZİ VE DSPE-FAAS İLE SULU ÖRNEKLERDE KOBALT (II) TAYİNİNE UYGULANMASI

Dr. Öğr. Üyesi, Dilgeş BASKIN1

1Muradiye Meslek Yüksekokulu, Kimya ve Kimyasal İşleme Teknolojileri Bölümü, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van, Türkiye, dilgesbskn@gmail.com, ORCID: 0000-0001-7099-3763

Özet

Kobalt (Co), endüstriyel süreçlerde yaygın kullanımı ve biyolojik sistemlerdeki çift yönlü rolü nedeniyle çevre ve halk sağlığı açısından kritik öneme sahip bir iz elementtir. Kobalt; lityum-iyon pil üretimi, süper alaşımlar ve katalizörler gibi pek çok sektörde yoğun biçimde kullanılmakta; bu durum, başta su kaynakları olmak üzere çevresel kirlilik riskini beraberinde getirmektedir [1]. Düşük konsantrasyonlarda vücuda gerekli olmakla birlikte, yüksek maruziyet tiroid disfonksiyonu, kardiyomiyopati ve karsinojenik etkilerle ilişkilendirilmektedir [2]. Bu nedenle, sulu çözeltilerde iz düzeydeki kobaltın hassas ve güvenilir biçimde tayini büyük önem taşımaktadır. Ön zenginleştirme adımı olmaksızın doğrudan uygulanan klasik analitik yöntemler, yetersiz duyarlılık ve yüksek tayin limitleri nedeniyle sınırlı kalmaktadır. Bu sınırlılıkların aşılmasında ön zenginleştirme adımlarının devreye alınması kaçınılmaz hale gelmektedir [3].

Bu çalışmada, sulu çözelti örneklerinde kobalt Co(II) iyonlarının tayinine yönelik yeni bir dağıtılmış katı faz ekstraksiyonu (DSPE) yöntemi geliştirilmiştir. Sorbent malzeme olarak ZIF-8 (Zeolitik İmidazolat Çerçevesi-8) tabanlı nanopartiküller kullanılmış [4]; sentez aşamasında önce oleylamin (OAm) ile yüzey modifikasyonu gerçekleştirilmiş [5], ardından ağırlıkça %1 oranında molibden (Mo) yüklenerek OAm-Mo/ZIF-8 kompoziti elde edilmiştir [6]. Tavlama ve tavlama yapılmaması olmak üzere iki farklı formda hazırlanan nanopartiküller, taramalı elektron mikroskobu (SEM), enerji dağılımlı X-ışını spektroskopisi (EDX), X-ışını kırınımı (XRD) ve Fourier dönüşümlü kızılötesi spektroskopisi (FTIR) teknikleri ile kapsamlı biçimde karakterize edilmiştir. Ekstraksiyon koşulları (pH, sorbent miktarı, elüent türü ve hacmi, örnek hacmi gibi parametreler) sistematik olarak optimize edilmiş ve optimum koşullar altında doğrusal bir kalibrasyon eğrisi elde edilmiştir. Geliştirilen yöntem, 0,999'un üzerinde bir determinasyon katsayısı (R^2) ile mükemmel doğrusallık sergilemiş ve 18 katlık bir zenginleştirme oranı sağlamıştır. Kobalt tayini alevli atomik absorpsiyon spektrometresi (FAAS) ile gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar, OAm-Mo/ZIF-8 nanopartiküllerinin iz düzeydeki kobalt iyonlarının zenginleştirilmesi ve tayininde etkin bir sorbent malzeme olduğunu ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: ZIF-8, dağıtılmış katı faz ekstraksiyonu, alevli atomik absorpsiyon spektrometresi, kobalt tayini.

KAYNAKLAR

- [1] Kosiorek, M., & Wyszowski, M. (2019). Effect of cobalt on the environment and living organisms-a review. *Applied Ecology & Environmental Research*, 17(5).
- [2] Hullon, D., Ahad, A., Dabiry, S. M., & Mahindra, L. (2026). Cobalt-Induced Cardiomyopathy: Mitochondrial Dysfunction, Oxidative Stress, and Reversible Cardiac Toxicity: A Systematic Review. *Cardiovascular Toxicology*, 26(2), 24.
- [3] Hagarová, I., & Nemček, L. (2021). Application of metallic nanoparticles and their hybrids as innovative sorbents for separation and pre-concentration of trace elements by dispersive micro-solid phase extraction: A minireview. *Frontiers in Chemistry*, 9, 672755.
- [4] Vaezi, N., & Dalali, N. (2024). Preparation of IL@ZIF-8 composite as a new adsorbent for preconcentration of Cd(II) and Co(II) ions from environmental samples with vortex-assisted dispersive solid phase microextraction. *Microchemical Journal*, 204, 111063.
- [5] Sun, Q., Wei, Y., Peng, Y., Shi, X. R., & Wang, J. X. (2026). Efficient Synthesis of Surface-Modified ZIF-8 for Enhanced Adsorption Performance. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 140570.
- [6] Qiu, Z., Gao, F., Zhang, Y., Li, J., You, Y., Lv, X., & Dang, J. (2024). Advancing wastewater treatment and metal recovery: Aminated ZIF-8 composite cellulose aerogel as an innovative biomass adsorbent for enhanced molybdenum ion adsorption. *Separation and Purification Technology*, 338, 126478.

SYNTHESIS OF OAm-Mo/ZIF-8 NANOPARTICLES AND THEIR APPLICATION FOR COBALT (II) DETERMINATION IN AQUEOUS SAMPLES BY DSPE-FAAS

Assist. Prof. Dr. Dilgeş BASKIN1

1Muradiye Vocational School, Department of Chemistry and Chemical Processing Technologies, Van Yüzüncü Yıl University, Van, Turkey, dilgesbskn@gmail.com, ORCID: 0000-0001-7099-3763

Abstract

Cobalt (Co) is a trace element of critical importance for environmental and public health due to its widespread use in industrial processes and its dual role in biological systems. Cobalt is extensively utilized in numerous sectors including lithium-ion battery production, superalloys, and catalysts, which poses significant environmental contamination risks, particularly for water sources [1]. Although cobalt is essential for the human body at low concentrations, high exposure has been associated with thyroid dysfunction, cardiomyopathy, and carcinogenic effects [2]. Therefore, sensitive and reliable determination of trace-level cobalt in aqueous solutions is of great importance. Conventional analytical methods applied directly without a preconcentration step remain limited due to insufficient sensitivity and high detection limits. The incorporation of preconcentration steps has become inevitable to overcome these limitations [3].

In this study, a novel dispersive solid phase extraction (DSPE) method was developed for the determination of cobalt Co(II) ions in aqueous samples. ZIF-8 (Zeolitic Imidazolate Framework-8)-based nanoparticles were employed as sorbent material [4]; the surface was first modified with oleylamine (OAm) during the synthesis stage [5], followed by loading with 1% (w/w) molybdenum (Mo) to obtain the OAm-Mo/ZIF-8 composite [6]. The nanoparticles were prepared in both calcined and uncalcined forms and thoroughly characterized by scanning electron microscopy (SEM), energy-dispersive X-ray spectroscopy (EDX), X-ray diffraction (XRD), and Fourier-transform infrared spectroscopy (FTIR). Extraction conditions, including pH, sorbent amount, eluent type and volume, and sample volume, were systematically optimized, and a linear calibration curve was obtained under optimal conditions. The developed method demonstrated excellent linearity with a coefficient of determination (R^2) greater than 0.999 and achieved an enrichment factor of 18-fold. Cobalt determination was performed by flame atomic absorption spectrometry (FAAS). The results demonstrate that OAm-Mo/ZIF-8 nanoparticles serve as an effective sorbent for the preconcentration and determination of trace cobalt ions in aqueous samples.

Keywords: ZIF-8, dispersive solid phase extraction, flame atomic absorption spectrometry, cobalt determination.

REFERENCES

- [1] Kosiorek, M., & Wyszowski, M. (2019). Effect of cobalt on the environment and living organisms-a review. *Applied Ecology & Environmental Research*, 17(5).
- [2] Hullon, D., Ahad, A., Dabiry, S. M., & Mahindra, L. (2026). Cobalt-Induced Cardiomyopathy: Mitochondrial Dysfunction, Oxidative Stress, and Reversible Cardiac Toxicity: A Systematic Review. *Cardiovascular Toxicology*, 26(2), 24.
- [3] Hagarová, I., & Nemček, L. (2021). Application of metallic nanoparticles and their hybrids as innovative sorbents for separation and pre-concentration of trace elements by dispersive micro-solid phase extraction: A minireview. *Frontiers in Chemistry*, 9, 672755.
- [4] Vaezi, N., & Dalali, N. (2024). Preparation of IL@ZIF-8 composite as a new adsorbent for preconcentration of Cd(II) and Co(II) ions from environmental samples with vortex-assisted dispersive solid phase microextraction. *Microchemical Journal*, 204, 111063.
- [5] Sun, Q., Wei, Y., Peng, Y., Shi, X. R., & Wang, J. X. (2026). Efficient Synthesis of Surface-Modified ZIF-8 for Enhanced Adsorption Performance. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 140570.
- [6] Qiu, Z., Gao, F., Zhang, Y., Li, J., You, Y., Lv, X., & Dang, J. (2024). Advancing wastewater treatment and metal recovery: Aminated ZIF-8 composite cellulose aerogel as an innovative biomass adsorbent for enhanced molybdenum ion adsorption. *Separation and Purification Technology*, 338, 126478.

TÜRKİYE’DE BUĞDAYDA SÜNE (*EURYGASTER INTEGRICEPS* PUT. (HETEROPTERA: SCUTELLERİDAE)) MÜCADELESİNDE TAHMİN VE ERKEN UYARI SİSTEMLERİNİN DURUMU**Öğrenci, Hatice Şevval FENT1, Doçent, Doğanca KAHYA2****1Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, sevvalfent@gmail.com, 0009-0007-9480-6046****2Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, kahyadogancan@gmail.com, 0000-0002-8996-3393****Özet**

Bu derleme çalışma, Türkiye'nin en stratejik tarım ürünü olan buğdayda hem verim kaybına hem de kalitatif değerlerin yoğun şekilde düşmesine neden olan Süne (*Eurygaster integriceps* Put. (Heteroptera: Scutelleridae)) ile mücadelede modern teknoloji ile takip entegrasyonun ve dijital karar destek mekanizmalarının kritik rolünü ortaya koymak amacıyla hazırlanmıştır. Geleneksel sürvey yöntemleri, özellikle son yıllarda iklim değişikliğinin tetiklediği ani sıcaklık dalgalanmaları ve mikroklima değişimleri nedeniyle zararının kışlaktan iniş ve fenolojik gelişim takvimini belirlemede yetersiz kaldığı tespit edilmiş ve bu durumun ilaçlama zamanlamasında ciddi hatalara yol açtığı çeşitli araştırmacılar tarafından belirlenmiştir. Bu bağlamda, yapılan çalışmalarda özellikle Orta Anadolu ve Türkiye genelindeki ekolojisi ve buğday fenolojisi baz alınarak geliştirilen tahmin ve erken uyarı modelleri, biyolojik eşik olan 10°C üzerindeki gün derece bazlı etkili sıcaklık toplamalarını kullanarak zararının nimf çıkış ve gelişim evrelerini önceden tespit edilebildiği belirlenmiştir. Daha önce çeşitli araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalardan elde edilen veriler ve simülasyonlar, erken uyarı sistemlerinin kullanıldığı alanlarda ilaçlama zamanlamasının biyolojik döngüye tam uyumla yapıldığını, bunun sonucunda süne emgi oranının gluten kalitesini bozmayacak ve unun ekmeklik değerini düşürmeyecek kritik eşikte tutulabildiğini göstermektedir. Ayrıca, erken uyarı ve tahmin modellerinin parazitoit popülasyonlarını, özellikle *Trissolcus* spp., korumaya yönelik entegre mücadele prensiplerine tam uyumluluğu yapılan çalışmalarda görülmektedir. Sonuç olarak, bu derleme çalışması süne ile mücadelede erken uyarı ve tahmin çalışmalarının önemini vurgulamak için çeşitli araştırmacıların çalışmaları hakkında bilgi vermektedir.

Anahtar Kelimeler: Süne, Erken uyarı ve Tahmin, Entegre Mücadele, Buğday

CURRENT STATUS OF FORECASTING AND EARLY WARNING SYSTEMS IN THE MANAGEMENT OF SUNN PEST (*EURYGASTER INTEGRICEPS* PUT. (HETEROPTERA: SCUTELLERIDAE)) IN WHEAT PRODUCTION IN TÜRKİYE

Student, Hatice Şevval FENT1, Assoc. Prof. Dr., Doğanca KAHYA2

1Eskişehir Osmangazi University, Faculty of Agriculture, Plant Protection Department,
sevvalfent@gmail.com, 0009-0007-9480-6046

2Eskişehir Osmangazi University, Faculty of Agriculture, Plant Protection Department,
kahyadogancan@gmail.com, 0000-0002-8996-3393

Abstract

This review study was prepared to highlight the critical role of modern technologies to support mechanisms in the management of the Sunn pest (*Eurygaster integriceps* Put. (Heteroptera: Scutelleridae)), which causes substantial yield losses and significant decline in grain quality in wheat, one of Türkiye's most strategic agricultural crops. Traditional survey methods have been shown to be inadequate in accurately determining the pest's migration from overwintering sites and its phenological development calendar, particularly in recent years due to unexpected temperature fluctuations and microclimatic changes caused by climate change. Several studies have demonstrated that this inadequacy has resulted in serious errors in the timing of insecticide applications. In this context, forecasting and early warning models developed on the basis of wheat phenology and the ecological conditions of Central Anatolia and Türkiye as a whole have successfully predicted the pest's nymph emergence and developmental stages by using effective accumulated degree-days above the biological threshold of 10°C. Data and simulation outputs obtained from previous studies conducted by various researchers indicate that, in areas where early warning systems are applied, insecticide applications can be synchronised precisely with the pest's biological cycle. Consequently, Sunn pest damage can be kept below the level that negatively affects gluten quality and the bread-making properties of flour. Furthermore, studies have shown that forecasting and early warning models is combined with integrated pest management principles aimed at conserving parasitoid populations, particularly *Trissolcus* species. In conclusion, this review provides comprehensive information on the studies conducted by various researchers to emphasise the importance of forecasting and early warning systems in the management of the Sunn pest.

Keywords: Sunn pest, Early warning and forecasting, Integrated pest management, Wheat

Giriş

Buğday, dünya genelinde olduğu gibi Türkiye tarımında da stratejik öneme sahip, gıda güvenliğinin temelini oluşturan en önemli kültür bitkilerinden birisidir ve insan beslenmesindeki temel karbonhidrat ve besin kaynağı olması nedeniyle, buğdayın birim alanda elde edilen verimi kadar kalite değerimin korunması da ulusal ekonomi için hayati önem taşımaktadır (Akkaya, 1994). Ancak buğday üretimi, çeşitli abiyotik ve biyotik stres faktörlerinin tehdidi altındadır. Bahsi geçen biyotik faktörlerin arasında verim ve kaliteyi en çok etkileyen zararlıların başında Hemiptera takımının üyeleri olan Süne (*Eurygaster integriceps* Put. (Heteroptera: Scutellaridae)) ve Kımıl (*Aelia* spp. (Heteroptera: Pentatomidae)) türleri gelmektedir. Özellikle *E. integriceps* Türkiye’de buğday alanlarında ekonomik anlamda en çok zarara yol açan ana zararlı konumunda yer almaktadır. (Lodos, 1961; Karaca ve ark. 2012).

Süne ve kımıl, konukçusunun bitki özsuğunu emerek beslenmelerinin yanı sıra, beslenme sırasında tahıl tanelerine salgıladıkları proteolitik enzimler ile buğdayın gluten yapısını parçalayarak ekmeklik kalitesini doğrudan tahrip etmektedir. Bu enzimlerin, ekmek hamurunun mayalanma yeteneğini ve elastikitesini ortadan kaldırarak buğdayın ticari vasfını düşürmektedir (Cressey ve ark., 1987). Geleneksel olarak bu zararlılarla mücadele fenolojik gözlemler ve sürveyler kullanılarak kimyasal mücadelenin uygulanması için karar alınmakta olup arazi çalışmalarında gerçekleştirilen bu çalışmalar, kışlaktan iniş ve yumurta bırakma dönemlerini takibi hedeflemektedir (Anonim, 2020b). Ancak, iklim değişikliğinin etkilediği ani sıcaklık dalgalanmaları ve mikroklimatik değişimler nedeniyle geleneksel sürvey yöntemleri zararlının kışlaktan inişi ve gelişim takvimini belirlemede yetersiz kalmakta ve bu eksiklik, ilaçlama döneminin ayarlanmasında hatalara ve dolayısıyla kimyasal mücadelenin başarısızlıkla sonuçlanmasına neden olmaktadır. (Awmack & Leather, 2002; Babaroğlu ve ark. 2025)

Bu derleme çalışmasında, buğdayda sünenin morfolojik özellikleri, zarar şekilleri ve biyolojik dönemlerinin takibi doğrultusunda, günümüzde giderek önem kazanan tahmin ve erken uyarı sistemlerinin entegrasyonu, bu sistemlerin kullanımı ile üretimde kalite yönetimine ve çevre sağlığına etkilerini değerlendirmek amacıyla hazırlanmıştır.

Süne (*Eurygaster integriceps* Put. (Heteroptera:Scutellaridae)) ve Kımılın (*Aelia* spp. (Heteroptera:Pentatomidae)) Morfolojik özellikleri ve Biyolojik Dönemleri

Süne ve kımıl, dış görünüş itibarıyla birbirine benzeyen ancak morfolojik detayları ile ayrılan, Scutellaridae Pentatomidae familyalarında yer alan önemli zararlılar olup Süne erginleri genellikle toprak renginde, kirli sarı, kahverengi bazen siyahımsı tonlarda alacalı renklere sahiptir (Anonim,2020a). Bu renk adaptasyonu, zararlının doğada kamufle olma yeteneğini artırarak predatör ve parazitoitlerden korunmasını sağlar (Critchley, 1998; Anonim, 2020b). Vücut yassı ve oval biçimde olup, baş üçgen şekilli ve öne doğru uzamıştır. En belirgin morfolojik özelliklerinden birisi, pronotum genişliği ve scutellum adı verilen parçanın oldukça büyük olmasıdır. Scutellumun büyüklüğü, abdomenin üst kısmını tamamen örterek zararlıya karakteristik bir görünüm verir. (Critchley, 1998; Anonim, 2020b).

Sünenin biyolojik döngüsü yumurta, beş nimf dönemi ve ergin dönemlerinden oluşur. Yumurtaları genellikle yaprakların alt yüzeyinde, 14’lü paketler halinde bırakılır. İlk bırakıldığında açık yeşil renkli olan yumurtalar, embriyo gelişimi ile koyulaşır ve yumurtadan önce yumurtaların üzerinde çapa şekilli görüntü oluşur ve çapa dönemine girer ve çapa döneminden sonra yumurtadan çıkış gerçekleşir (Critchley, 1998; Anonim, 2020b). İlk dönem erginler genellikle yumurta kümesinin etrafında toplu halde bulunurken, ikinci dönem itibarıyla dağılarak obur biçimde beslenmeye başlarlar ve nimf gelişim hızı tamamen çevre sıcaklığına bağlı olup, bu durum tahmin ve erken uyarı sistemlerinin temelini oluşturduğu yapılan çalışmalarda belirtilmiştir (Critchley, 1998; Anonim, 2020b).

Kımıl türleri, süneye göre daha ince, uzun ve sivri yapıda olup, başın ucundan pronotumun arkasına doğru uzanan açık renkli uzunlamasına çizgiler en önemli teşhis özelliğidir (Anonim, 2020a). Scutellum, süne zararlısındaki kadar geniş değildir ve abdomenin tamamını örtmez. Kımıl da süne gibi kışı ergin formda dağlardaki kışlaklarında geçirir ve ilkbaharda havaların ısınmasıyla tarlalara göç etmektedir (Anonim, 2020a).

Buğdayın başaklanma döneminde, yine kışlamış erginlerin beslenmesi sonucu ortaya akbaşak zararı görülmektedir. Zararlı, sapı başağın hemen altından emerek beslenir ve bu noktada iletim demetleri zarar gördüğü için başağa şu ve besin iletimi sağlanmaz (Anonim, 2020b). Bunun sonucunda başaklarda tane dolumu gözlemlenmez, başaklar beyazlayarak kurur (Özkan & Babaroğlu, 2015; Anonim, 2020b). Ekonomik açıdan en tehlikeli zarar şekli emgi zararı sonucu gözlenir ve bu zarar yeni nesil erginler ve özellikle obur beslenen 4. ve 5. dönem nimfler tarafından meydana getirilmektedir. Bu dönemde buğday süt veya sarı olum aşamasında olduğundan zararlı emgisinin etkisi tane kalitesinde ciddi zarara yol açar (Paulina & Popov, 1980; Anonim, 2020b). Zararlı doğrudan taneye stiletini sokup emerek beslenmekte olup beslenme esnasında salgıladıkları proteolitik enzimler, buğdayın ekmeklik özelliğini sağlayan glüten proteinini parçalar ve bu emgi sonucunda tanelerde çimlenme kabiliyeti düşer, tanenin ağırlığı azalır ve en önemlisi unun ekmeklik kalitesi etkilenmektedir (Özberk & ark., 2005). Süne emgi oranının, glüten kalitesini bozmayacak ve unun ekmeklik değerinin düşürmeyecek en kritik eşik olan %1'in altında tutulması zorunludur (Özberk & ark., 2005; Anonim, 2020b).

Tahmin ve Erken Uyarı Sistemlerinin Önemi

Süne ile mücadele kültürel, biyolojik ve kimyasal önlemler entegre bir şekilde kullanılmalıdır. Erken ekim, erkenci çeşit kullanımı ve anız yakılmaması kültürel önlemler arasındadır. (Uğurlu, 1994). Yapılan çalışmalarda, Süne ve Kımıl'ın popülasyonları üzerinde biyolojik mücadele etmeni olan yumurta parazitoiti *Trissolcus* türlerinin önemli bir baskı oluşturduğu saptanmıştır. Bundan dolayı bu zararlılar ile kimyasal mücadeleye karar vermede, yumurtalardaki parazitlenme oranları dikkate alınmaktadır. (Uysal ve İslamoğlu, 2020)

Geleneksel sürvey yöntemleri, değişen iklim koşullarının etkileriyle yavaş ve yetersiz kalmaktadır ve bu durum günümüzde Orta Anadolu ve Türkiye genelinde ve buğday fenolojisi baz alınarak geliştirilen tahmin ve erken uyarı sistemleri öne çıkmaktadır (Doğaç, 2022). Bu sistemler, sünenin biyolojik eşiği olan 10°C üzerindeki günderece verilerini meteoroloji istasyonlarından elde ederek işlemektedirler (Doğaç, 2022). Geliştirilmiş sistem algoritmaları, zararlının nimf çıkışını ve kritik gelişim evrelerini özellikle de 2.dönemden 4. döneme geçiş evrelerinde %95 güven aralığında önceden tespit edilebilmekte olup erken uyarı sistemlerinin kullanıldığı alanlarda ilaçlama zamanlaması zararlının biyolojik döngüsüne tam anlamıyla uygulanmakta, böylece emgi oranı hedef olan %1'in altında başarıyla tutulmaktadır (Damos, 2015). Doğru zamanlama, sadece ilaçlama sayısını ve miktarının belirlenmesi, uygun şekilde uygulanmasını ve takibini belirlemekle kalmaz; aynı zamanda gereksiz pestisit kullanımını ciddi oranda azalttığı tespit edilmiştir (Potamitis, ve ark., 2017). Tahmin sistemleri, parazitoit ve predatör popülasyonlarını korumaya yönelik entegre mücadele prensiplerine tam uyum göstermektedir (Potamitis, ve ark., 2017). Bu sayede gereksiz insektisit kullanımı bu sistemler sayesinde %25-30 oranında azaldığı ve ekotoksikolojik risklerin minimuma indirilerek çevre sağlığına doğrudan katkı sağlandığı yapılan bilimsel çalışmalarda gözlemlenmiştir. (Preti ve ark., 2021)

Sonuç

Bu derleme çalışmasında incelenen literatür ve veriler süne ve kımıl zararının Türkiye'de gıda güvenliğini tehdit eden birinci derece faktörler olduğu açıkça belirtilmiştir. Süne ve kımıl zararı hem miktar hem de kalite bazında gıda güvenliğini tehdit eden birinci derece faktörlerdir. Değişen iklim parametreleri, bu zararlının biyolojik döngülerini ve fenolojilerini öngörülemez hale gelmekte, geleneksel sürvey yöntemlerinin yetersiz kalmasına neden olmaktadır. Dijitalleşen tarım ekosisteminde süne tahmin ve erken uyarı sistemleri, meteorolojik verileri işleyerek nimf çıkışlarını çok yüksek bir doğrulukla tahmin edebilmektedir. Bu durum, sadece bir tarımsal girdi optimizasyonunu sağlamakla kalmayıp, parazitoitlerin korunmasını sağlamaktadır. Gelecekte, yapay zekâ ve

makine öğrenmesi destekli bu tür erken uyarı sistemlerinin tüm buğday ekim alanlarında standart bir uygulama prosedürü haline getirilmesi, tarım politikaları için öncelikli bir hedef halini alacağı düşünülmektedir. Uzaktan algılama ve sensör teknolojilerinin bu sistemlere entegre edilmesiyle, mücadele başarısının daha da yükseleceği öngörülmektedir.

Kaynaklar

- Anonim (2020a). Hububat hastalık ve zararlıları ile mücadele teknik talimatı. Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü Yayınları.
- Anonim, (2020b). <https://www.tarimorman.gov.tr> /GKGM /Belgeler/ Uretici_Bilgi_Kosesi/Egitim/sune_mucadelesi_el_kitabi.pdf (Erişim tarihi: 01.06.2026)
- Akkaya, A., (1994). Buğday Yetiştiriciliği. KATÜ, Yay. No: 1, Kahramanmaraş, 225.
- Awmack, C. S., & Leather, S. R. (2002). Host plant quality and fecundity in herbivorous insects. *Annual Review of Entomology*, 47(1), 817-844.
- Babaroğlu, N. E., Özkan, M., Çulcu, M., & Akci, E. (2025). Effect of temperature on the migration of the Sunn pest *Eurygaster maura* L. 1758 (Hemiptera: Scutelleridae) from overwintering area. *Plant Protection Bulletin*, 65(3), 38-49.
- Cressey, P.J., Farrell, J.A.K., and Stufkens, M.W., (1987). Identification of an Insect Species Causing Bug Damage in New Zealand Wheats. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 30:209-212.
- Critchley, B. R. (1998). Literature review of sunn pest *Eurygaster integriceps* Put. (Hemiptera, Scutelleridae). *Crop Protection*, 17(4), 271-287.
- Damos, P. (2015). Modular structure of web-based decision support systems for integrated pest management: A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 35(4), 1347-1372.
- Doğaç, M. (2022). Güneydoğu Anadolu bölgesi buğday alanlarında *Eurygaster* spp.'nin morfolojik ve moleküler karakterizasyon yöntemleriyle teşhisi, yayılım alanları ve yoğunluklarının belirlenmesi, Yüksek lisans tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi
- Karaca, V., Gözüaçık, C., & Şimşek, Z. (2012). Entomological problems of cereals in southeastern Anatolia and their solutions. *Turk. J. Sci. Rev*, 5(2), 154-159.
- Lodos, N., (1961). Türkiye, Irak, İran ve Suriye’de Süne (*Eurygaster integriceps* Put.) Problemi Üzerinde İncelemeler. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları* 51, Ege Üniversitesi Matbaası, İzmir. 115.
- Özkan M. ve Babaroğlu N.E., (2015). Süne. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü Yayınları, ISBN:978-605- 9175-00-5, Ankara
- Özberk, İ., Atlı, A., Pfeiffer, W., Özberk, F., And Coşkun, Y., (2005), The Effect of Sunn Pest (*Eurygaster integriceps*) Damage on Durum Wheat, Impact in the Marketplace. *Crop Protection*, 24:267–274.
- Paulina, F., & Popov, C. (1980). Sunn Pest or Cereal Bug (E. HAFLIGER editor). *Wheat, Ciba-Geigy, Basel*, 69-74.
- Potamitis, I., Rigakis, I., & Fysarakis, K. (2017). Insect biometrics: Opto-acoustic signal processing and its applications to remote monitoring of McPhail type traps. *Sensors*, 17(11), 2548.
- Preti, M., Verheggen, F., & Angeli, S. (2021). Insect pest monitoring with camera-equipped traps: Strengths and limitations. *Journal of Pest Science*, 94(2), 203-217.
- Uğurlu, S. (1994). Türkiye’de Zararlı Böcek Türlerine Karşı Tahmin ve Uyarı Sistemi Uygulamaları. Master's thesis, Ankara Üniversitesi, Türkiye
- Uysal, S., & İslamoğlu, M. (2020). Süne Mücadelesinde Ruhsatlı Bazı Kimyasal İlaçların Farklı Uygulama Zamanlarında *Trissolcus semistriatus* Hymenoptera; Scelionidae’un Ergin Öncesi Dönemlerine Etkisi. *ADYUTAYAM Dergisi*, 8(2), 36-43.

ZEYTİN YETİŞTİRİCİLİĞİNDE KÖK-UR (*Meloidogyne* spp.) VE KÖK LEZYON (*Pratylenchus* spp.) NEMATODLARININ ZARARLARI VE MÜCADELESİ

Samet ŞAHİN¹ / Doç. Dr. Refik BOZBUĞA²

¹Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Eskişehir/Türkiye, samettsahin07@gmail.com, ORCID: 0009-0008-2913-6717

²Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Eskişehir/Türkiye, refik.bozbuga@ogu.edu.tr, ORCID: 0000-0001-9201-5725

Özet

Zeytin yetiştiriciliğinde ağaçların verimini ve meyve kalitesini olumsuz yönde etkileyen birçok zararlı bitki paraziti nematod türleri bulunmaktadır. Bu zararlılar arasında özellikle kök-ur nematodları (*Meloidogyne* spp.) ve kök lezyon nematodları (*Pratylenchus* spp.), fidanlıklarda ve genç zeytin bahçelerinde ciddi ekonomik kayıplara yol açan en önemli grupların başında gelmektedir. Zorunlu endoparazit olan kök-ur nematodları, zeytin köklerinde beslenmeleri sırasında çok çekirdekli dev hücreler oluşturarak topraktan su ve besin alımını engellemekte; bu durum köklerde karakteristik urlanmaya, sürgün gelişiminde duraklamaya, şiddetli kloroza ve fidan ölümlerine neden olmaktadır. Hareketli endoparazit formundaki kök lezyon nematodları ise kök korteksi içinde sürekli hareket ederek dokuları parçalamakta ve açtıkları nekrotik lezyonlar ile bitkide şiddetli su stresi belirtileri oluşturmaktadırlar. Ayrıca her iki nematod grubunun kök sisteminde açtığı hücresel yaralar ve yol açtığı biyolojik stres, bazı patojen fungusların bitkiye girişini kolaylaştırarak son derece yıkıcı hastalık komplekslerinin oluşmasına zemin hazırlamaktadır. Zeytin gibi uzun ömürlü ve derin köklü odunsu bitkilerde, toprak altındaki bu mikroskobik zararlıların kimyasal yöntemlerle tamamen eradike edilmesi pratik olarak oldukça zordur. Bu nedenle zararlılarla mücadelede; nematoddan arı sertifikalı fidan kullanımı, toprak solarizasyonu, nematofaj fungusların kullanımı ve genetik olarak dayanıklı anaçların seçilmesini içeren çok yönlü entegre zararlı yönetimi stratejilerinin benimsenmesi sürdürülebilir üretim için zorunludur. Bu derleme çalışması, bu konu hakkındaki önceki bilimsel çalışmaları bir araya getirerek, ileride yürütülecek araştırmalar için güncel bir temel kaynak oluşturacaktır.

Anahtar Kelimeler: Zeytin, Bitki Paraziti Nematodlar, *Meloidogyne* spp., *Pratylenchus* spp.

EFFECTS AND CONTROL STRATEGIES OF ROOT-KNOT (*Meloidogyne* spp.) AND ROOT LESION (*Pratylenchus* spp.) NEMATODES IN OLIVE CULTIVATION

Samet ŞAHİN¹ / Assoc. Prof. Dr. Refik BOZBUĞA²

¹Eskişehir Osmangazi University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Eskişehir/Türkiye, samettsahin07@gmail.com, ORCID: 0009-0008-2913-6717

²Eskişehir Osmangazi University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Eskişehir/Türkiye, refik.bozbuga@ogu.edu.tr, ORCID: 0000-0001-9201-5725

Abstract

Olive cultivation is negatively affected by a wide range of plant-parasitic nematodes that reduce tree productivity and fruit quality. Among these, root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) and lesion nematodes (*Pratylenchus* spp.) are the most economically important groups, particularly in nurseries and young olive orchards, where they can cause severe economic losses. As obligate endoparasites, *Meloidogyne* spp. induce the formation of multinucleate giant cells in olive roots during feeding, thereby disrupting water and nutrient uptake from the soil. This results in characteristic root galling, suppressed shoot development, severe chlorosis, and, in some cases, seedling mortality. In contrast, migratory endoparasitic *Pratylenchus* spp. continuously move through the root cortical tissues, mechanically damaging cells and creating necrotic lesions. These lesions compromise root integrity and lead to pronounced symptoms of water stress in the host plant. Moreover, the wounds created by both nematode groups facilitate the entry of soil-borne fungal pathogens, contributing to the development of complex and highly destructive disease syndromes. Given the perennial nature and deep root system of olive trees, complete eradication of these microscopic soil pests through chemical means is considered impractical. Therefore, sustainable management relies on integrated approaches, including the use of nematode-free certified planting material, soil solarization, application of nematophagous fungi, and selection of resistant rootstocks. This review synthesizes previous scientific studies on the subject and provides an up-to-date reference framework for future research in nematode management in olive production systems.

Keywords: Olive, Plant-Parasitic Nematodes, *Meloidogyne* spp., *Pratylenchus* spp.

1. GİRİŞ

Zeytin (*Olea europaea* L.), Akdeniz havzası ile özdeşleşmiş, tarihsel, kültürel ve ekonomik açıdan bölgenin en karakteristik ve stratejik bitki türlerinden biri olarak kabul edilmektedir (Kaniewski ve ark., 2012). Yürütülen moleküler ve arkeobotanik çalışmalar, zeytinin kültüre alınma sürecinin günümüzden yaklaşık 6000 yıl önce Doğu Akdeniz civarında başladığını ve bunun insanlık tarihindeki ilk meyve ağacı evcilleştirmelerinden biri olduğunu göstermektedir (Zohary ve Spiegel-Roy, 1975; Besnard ve ark., 2013). Coğrafi dağılım açısından incelendiğinde, dünya zeytin üretiminin %90'ından fazlasının hala Akdeniz iklim kuşağındaki ülkelerde gerçekleştirildiği görülmektedir (Loumou ve Giourga, 2003). Bununla birlikte günümüzde Avustralya, Güney Amerika ve Güney Afrika gibi Akdeniz iklim özelliklerine sahip farklı kıtalardaki coğrafyalarda da ticari zeytin yetiştiriciliği başarıyla yürütülmektedir (Torres ve ark., 2017). Zeytin ağacının geniş bir alana yayılan kök sistemi, bitkinin kurak koşullara yüksek düzeyde dayanıklılık göstermesinde ve topraktan su ile inorganik besin maddelerinin optimum düzeyde alınmasında kritik bir rol oynamaktadır (Fernandez ve ark., 1991; Therios, 2009). Köklerin bu yüksek yenilenme ve yatay yönde ağaç tacının izdüşümünün çok ötesine uzanma kapasitesi, zeytinin zayıf topraklarda dahi hayatta kalmasını sağlamaktadır (Gregoriou ve ark., 2007). Ancak uzun ömürlü doğasına rağmen zeytin ağaçları, vejetasyon dönemi boyunca ağaçların büyümesini gerileten, ciddi verim ve kalite kayıplarına neden olan pek çok patojenin tehdidi altındadır (Kaçar ve Ulusoy, 2013; Can ve Kuzucu, 2021). Türkiye'deki zeytin üretim alanlarında ekonomik zarar eşliğinin üzerinde bulunan ve mücadelesi zorunlu olan çok sayıda fungal ve bakteriyel patojen mevcuttur (Öztürk ve ark., 2021). Bunların başında yapraklarda karakteristik lekeler oluşturan ve yoğun deformasyon yol açan Halkalı Leke hastalığı (*Spilocaea oleagina*) ile kontrol edilmesi son derece güç olan toprak kaynaklı Zeytin Solgunluğu (*Verticillium dahliae*) patojeni gelmektedir (Akbaş, 2019; Erten ve Yıldız, 2004). Köklerden penetre olarak ksilem iletim demetlerini tıkayan bu solgunluk patojeni, ağaçlarda ani veya yavaş ölümlere neden olarak zeytin tarımını mikrobiyal düzeyde sekteye uğratmaktadır (Dervis ve ark., 2010). Sürdürülebilir bir üretim modeli için bu fitopatolojik etmenlerin yanı sıra toprak altı faunasında yer alan zararlı organizmaların da detaylıca analiz edilmesi gerekmektedir (Melloni ve Cardoso, 2019).

Dünya genelindeki zeytin plantasyonlarında ve özellikle Akdeniz havzasında yürütülen nematolojik survey çalışmalarında, zeytin kök sisteminde ekonomik düzeyde zarara yol açan en yaygın ve patojenik nematod gruplarının kök-ur nematodları (*Meloidogyne* spp.) ve kök lezyon nematodları (*Pratylenchus* spp.) olduğu saptanmıştır (Ali ve ark., 2014). Kök-ur nematodları, dünya çapında geniş bir konukçu yelpazesine sahip sedanter kök endoparazitleri olup, zeytin fidanlıklarında ve yeni tesis edilen genç bahçelerde bitki gelişimini en fazla sınırlayan toprak altı zararlılarından (Trudgill ve Blok, 2001; Sasanelli ve ark., 1997). Akdeniz zeytin alanlarında *Meloidogyne incognita*, *Meloidogyne javanica* ve *Meloidogyne arenaria* türlerinin patojenitesi bilimsel olarak belgelenmiştir (Castillo ve ark., 2006). Diğer taraftan, kök lezyon nematodları (*Pratylenchus* spp.) ise bitki köklerinde göçmen endoparazit olarak beslenen ve kök korteksini mekanik ve enzimatik olarak tahrip eden bir diğer kritik gruptur (Jones ve Fosu-Nyarko, 2014). Özellikle *Pratylenchus vulnus* ve *Pratylenchus penetrans* türleri, zeytin fidanlarında emici kılcal köklerin fonksiyonunu tamamen yitirmesine neden olan en yıkıcı lezyon nematodları olarak saptanmıştır (Ali ve ark., 2014; Belahmar ve ark., 2015).

Kök-ur nematodlarının enfektif J2 larvaları kök iletim demetlerine ulaştığında stilet salgılarıyla korteks fizyolojisini manipüle etmekte ve kendi beslenmesi için çok çekirdekli kalıcı dev hücreler ile karakteristik urlar meydana getirmektedir (Mitchum ve ark., 2013; Williamson ve Gleason, 2003). Göçmen karakterdeki kök lezyon nematodları ise sabit bir beslenme hücresi kurmadan korteks içinde sürekli hareket etmekte, hidrolitik enzimleriyle hücre duvarlarını eriterek geniş nekrotik yaralar açmaktadır (Duncan ve Moens, 2013; Castillo ve ark., 2010). Köklere verilen bu mikroskobik zararlar, zeytin ağacının topraktan su ve mineral alım kapasitesini ciddi şekilde tıkayarak toprak üstü aksamda besin noksanlığına ve kuraklık stresine benzer semptomlar yaratmaktadır (Castillo ve ark., 2010). En ciddi epidemiyolojik tehlike ise nematodların beslenme amacıyla açtığı bu hücrel yaraların, toprakta bulunan *Verticillium dahliae* gibi fırsatçı sekonder patojen fungusların köke

girişini dramatik bir biçimde kolaylaştırması ve ölümcül "nematod-fungus hastalık komplekslerini" tetiklemesidir (Back ve ark., 2002; Lamberti ve ark., 2000). Zeytin gibi çok yıllık odunsu bitkilerin derine inen kök sistemlerinden bu parazitlerin sentetik kimyasallarla tamamen eradike edilmesi pratik olarak imkânsızdır (Nyczepir ve Thomas, 2009). Nematoddan ari sertifikalı fidan kullanımı, toprak solarizasyonu, organik toprak düzenleyicileri, biyolojik mücadele ajanları ve dirençli anaç kullanımını kapsayan bütüncül Entegre Zararlı Yönetimi stratejilerinin uygulanmasını zorunlu kılmaktadır (Castillo ve ark., 2010). Bu çerçevede yürütülen bu derleme çalışması kapsamında, zeytin yetiştiriciliğinde ekonomik zarara yol açan önemli bitki paraziti nematod gruplarından kök-ur (*Meloidogyne* spp.) ve kök lezyon (*Pratylenchus* spp.) nematod türlerinin biyolojisi, zarar şekilleri, epidemiyolojisi ve modern yönetim stratejileri detaylı bir şekilde ele alınmıştır. Mevcut bilimsel literatürü kapsamlı bir biçimde sentezleyen bu derleme çalışmasının, gelecekteki araştırmalara sağlam ve güncel bir teorik zemin sunması hedeflenmektedir.

2. Kök-Ur Nematodları (*Meloidogyne* spp.)

Kök-ur nematodları (*Meloidogyne* türleri), dünya çapında binlerce farklı bitki türünü enfekte edebilen ve tarımsal üretimde en fazla ekonomik kayba neden olan zorunlu kök endoparazitleridir (Trudgill ve Blok, 2001). Zeytin (*Olea europaea* L.) fidanlıklarında ve yeni tesis edilen genç bahçelerde, bitki gelişimini ciddi şekilde sınırlandıran ve ölümlere yol açabilen en yaygın toprak altı zararlılarının başında bu nematod grubu gelmektedir (Sasanelli ve ark., 1997). Akdeniz havzasındaki zeytin üretim alanlarında yürütülen nematolojik survey çalışmalarında, zeytinde en fazla patojenite gösteren türlerin *Meloidogyne incognita*, *Meloidogyne javanica* ve *Meloidogyne arenaria* olduğu rapor edilmiştir (Castillo ve ark., 2006). Bu mikroskopik canlıların karmaşık yaşam döngüsü, toprakta bulunan yumurtalardan enfektif ikinci dönem larvaların (J2) uygun nem ve sıcaklık koşullarında dışarı çıkmasıyla başlamaktadır (Moens ve ark., 2009). Topraktaki serbest hareket eden bu J2 larvaları, zeytin köklerinin uzama bölgesine doğru kemotaktik bir yönelim göstererek hücreler arası boşluklardan (interselüler) vasküler silindire doğru göç ederler (Abad ve ark., 2003). Nematod, kökün iletim demetlerine ulaştığında stiletinden salgıladığı özel efektör proteinler aracılığıyla bitki hücrelerinin fizyolojisini manipüle ederek, kendi beslenmesi için zorunlu olan çok çekirdekli dev hücreler (giant cells) oluşturur (Mitchum ve ark., 2013). Bu dev hücrelerin etrafındaki korteks dokusunda meydana gelen anormal hücre çoğalması (hiperplazi) ve hücre büyümesi (hipertrofi), zeytin kökleri üzerinde hastalığa adını veren karakteristik urların (gall) oluşumuna yol açar (Williamson ve Gleason, 2003). Beslenme alanı kalıcı olarak kurulduktan sonra nematod hareket yeteneğini tamamen kaybeder ve kök dokusu içerisinde art arda üç kez gömlek değiştirerek (J3 ve J4 evreleri) küresel şekilli ergin dişi formuna dönüşür (Karssen ve ark., 2013). Ergin dişi nematod, zeytin kökünün dış yüzeyine yakın bir noktada, kendisini ve yumurtalarını koruyan jelatinimsi bir matriks (yumurta kesesi) içerisine partenogenez yoluyla yüzlerce yumurta bırakarak yaşam döngüsünü tamamlar (Perry ve ark., 2009). Zeytin bitkisi üzerinde bu yaşam döngüsünün tamamlanma süresi toprağın sıcaklığına bağlı olarak değişmekte olup, popülasyon dinamiği için gerekli termal zaman (gün-derece) birikimi sağlandığında bir vejetasyon döneminde ardışık olarak birden fazla nesil verebilmektedir (Trudgill, 1995). Köklerde meydana gelen bu yapısal bozulmalar ve urlanmalar, zeytin ağacının topraktan su ve inorganik besin maddesi alımını ciddi şekilde tıkayarak toprak üstü aksamda sistemik bir fizyolojik stres yaratır (Castillo ve ark., 2010). Bu şiddetli fizyolojik tahribatın bir sonucu olarak, enfekteli zeytin ağaçlarında sürgün gelişiminde duraklama, yapraklarda kloroz (sararma), meyve kalitesinde düşüş ve ağır enfeksiyonlarda fidanların tamamen kuruması gibi tipik belirtiler gözlemlenmektedir (Sasanelli ve ark., 2002). Ayrıca, kök-ur nematodlarının beslenmek için açtığı yaralar ve oluşturduğu fizyolojik stres, toprak kaynaklı patojen fungusların zeytin köklerine daha kolay giriş yapmasına zemin hazırlayarak solgunluk hastalıklarının yıkıcı etkisini dramatik bir biçimde artırmaktadır (Back ve ark., 2002).

Kök-ur nematodları, toprak içerisindeki hareketlerini ve gaz alışverişlerini (havalanmayı) kolaylaştıran hafif, kumlu veya kumlu-tınlı toprakları tercih ederler; bu durum zeytin köklerindeki urlanma şiddetinin bu tür geçirgen ortamlarda çok daha ağır seyretmesine neden olmaktadır (Barker ve Koenning, 1998). Toprak sıcaklığı, zeytin bahçelerindeki *Meloidogyne* türlerinin coğrafi yayılımını, embriyogenez (yumurta gelişimi) hızını ve

mevsimsel yumurta açılım modellerini doğrudan dikte eden en temel sınırlayıcı ekolojik faktör olarak işlev görmektedir (Ploeg ve Maris, 1999). Patojenin bahçe içerisindeki varlığının sadece toprak üstü belirtilere (yapraklarda sararma, cılız sürgün oluşumu ve kuruma) bakılarak teşhis edilmesi son derece yanıltıcıdır; zira bu semptomlar bitki besin elementi eksiklikleri veya su stresi belirtileri ile kolaylıkla karıştırılabilmektedir (Sikora ve Fernandez, 2005). Zeytinliklerdeki kök-ur nematodlarının epidemiyolojisi ve yıl içi hayatta kalma dinamikleri, kış mevsiminde patojen için alternatif konukçu (rezervuar) görevi gören bahçe zeminindeki geniş yapraklı yabancı otların varlığı ile daha da karmaşık bir hal almaktadır (Rich ve ark., 2009). Dahası, nematodun köke aktif girişi ve hücre içi beslenmesi sırasında neden olduğu hücresel yıkım, zeytin ağaçlarının toprak kaynaklı en yıkıcı patojenlerden biri olan *Verticillium dahliae* fungusuna karşı duyarlılığını çarpıcı biçimde artıran doğal giriş kapıları (yaralar) oluşturmaktadır (López-Escudero ve Mercado-Blanco, 2011). Özellikle zeytin bahçesinin ilk tesis aşaması bitkinin en savunmasız olduğu dönemdir; fidanlık aşamasında maruz kalınan ağır nematod enfestasyonları genç kök sisteminde geri dönüşümsüz morfolojik hasarlara yol açarak ağacın tüm üretken ömrü boyunca bodur kalmasına sebep olur (Lamberti ve Baines, 1969). Kök-ur nematodunun zeytin fidanlarında neden olduğu bu fizyolojik tahribat, patojen kaynaklı emici kök kütlesi kaybının yaz aylarındaki kuraklık stresiyle sinerjik olarak birleştiği çok daha şiddetli solgunluklara yol açmaktadır (Atkinson ve Urwin, 2012).

Zeytin bahçelerinde kök-ur nematodlarının girişini engellemek için nematoddan arı, sertifikalı fidan ve üretim materyallerinin kullanılması, en etkili ve ekonomik entegre mücadele stratejisinin temelini oluşturmaktadır (McSorley, 1998). Fidanlık aşamasında veya dikim öncesinde toprağın şeffaf polietilen örtülerle kapatılarak güneş enerjisiyle ısıtılması esasına dayanan solarizasyon uygulaması, *Meloidogyne* türlerinin yumurta ve larva yoğunluğunu önemli ölçüde azaltan çevre dostu bir yöntemdir (Katan, 1981). Bunun yanı sıra, toprağa kompost veya hayvan gübresi gibi organik düzenleyicilerin karıştırılması, kök gelişimini teşvik etmenin ötesinde, nematod popülasyonlarını baskılayan antagonist mikrofloranın çoğalmasında da uyarmaktadır (Oka, 2010). Biyolojik mücadele alanında, özellikle *Purpureocillium lilacinum* ve *Trichoderma* türleri gibi nematofaj (nematodla beslenen) funguslar, kök-ur nematodlarının yumurtalarını ve dişilerini doğrudan parazitleyerek sentetik kimyasallara sürdürülebilir bir alternatif sunmaktadır (Stirling, 2014). Ek olarak, nematodların zorunlu hiperparaziti olan *Pasteuria penetrans* gibi patojenik rizobakteriler, enfektif larvaların kütikulasına spesifik olarak tutunarak onların zeytin köklerine başarılı bir şekilde nüfuz etmesini ve üremesini engellemektedir (Chen ve Dickson, 1998). Sentetik pestisitlerin çevresel ve ekotoksikolojik risklerine yönelik artan endişeler, neem ağacından (*Azadirachta indica*) elde edilen azadiraktin gibi fitokimyasalların *Meloidogyne* türlerine karşı güçlü nematisit etkilerini ortaya koyan botanik kökenli preparatların araştırılmasını hızlandırmıştır (Akhtar ve Mahmood, 1994). Bu çevre dostu ilerlemelere rağmen, ağır bulaşık arazilerde bahçe tesisi öncesi halojenli alifatik bileşiklerle (örn. 1,3-dikloropropen) yapılan toprak fümigasyonu, maliyetli ve çevresel açıdan riskli olsa da hızla sonuç veren bir kimyasal mücadele yöntemi olarak varlığını korumaktadır (Noling ve Becker, 1994). Zeytin yetiştiriciliğinin uzun ömürlü doğası göz önüne alındığında, ticari çeşitlerin nematoda dayanıklı veya toleranslı anaçlar üzerine aşılınması, *Meloidogyne* enfeksiyonlarına karşı en sürdürülebilir, ekonomik ve güvenilir strateji olarak kabul edilmektedir (Cook ve Evans, 1987). Bu genetik dayanıklılığın fizyolojik temeli genellikle enfeksiyon bölgesinde aşırı duyarlılık reaksiyonu (hypersensitive response) ile karakterize edilen hızlı ve lokalize hücre ölümüyle başlar; bu sayede zorunlu endoparazit kalıcı beslenme alanını kuramadan hücresel düzeyde izole edilir (Williamson ve Kumar, 2006). Yapılan kapsamlı germplazm tarama çalışmaları, yabani zeytin (*Olea europaea* subsp. *sylvestris*) genotiplerinin virulent *Meloidogyne* popülasyonlarına karşı umut verici dayanıklılık genleri barındırdığını ve gelecekteki anaç ıslah programları için paha biçilmez bir kaynak oluşturduğunu göstermektedir (Hussey ve Janssen, 2002). Toprak kaynaklı zararlıların başarılı bir şekilde yönetilmesi tek bir mücadele yöntemine dayandırılmaz; kültürel, biyolojik ve genetik araçların sinerjik olarak birleştirildiği bütüncül bir Entegre Zararlı Yönetimi yaklaşımını gerektirir (Duncan, 1991). Bu tür çok yönlü ve ekolojik temelli stratejilerin uygulanması, bir yandan zeytin bahçesinin uzun vadeli verimliliğini güvence altına alırken, diğer yandan da tarımsal ekosistemin hassas biyolojik dengesini muhafaza etmektedir (Abawi ve Widmer, 2000).

3. Kök Lezyon Nematodları (*Pratylenchus* spp.)

Kök lezyon nematodları (*Pratylenchus* türleri), bitki köklerinde göçmen endoparazit (migratory endoparasite) olarak beslenen ve küresel tarımda en fazla ekonomik zarara neden olan önemli nematod gruplarından biridir (Jones ve Fosu-Nyarko, 2014). Zeytin (*Olea europaea* L.) alanlarında yapılan kapsamlı taramalarda, *Pratylenchus* cinsine ait türlerin fidanlıklar ve tesis edilmiş bahçelerde en sık karşılaşılan nematod gruplarının başında geldiği saptanmıştır (Ali ve ark., 2014). Akdeniz havzasındaki zeytin üretim alanlarında, kök lezyon nematodlarının yaygınlığı oldukça yüksektir; örneğin Kuzey Afrika'daki bazı zeytinliklerde yapılan çalışmalarda *Pratylenchus* türlerinin bulunma frekansının %100'e ulaştığı bildirilmiştir (Hamza ve ark., 2015). Zeytin köklerinde patojenite gösteren bu grupta, özellikle *Pratylenchus vulnus* ve *Pratylenchus penetrans* türleri şiddetli yaprak dökülmesine, kloroza ve köklerde nekrozlara yol açan en yıkıcı türler olarak kabul edilmektedir (Belahmar ve ark., 2015). *Pratylenchus* türlerinin morfolojik olarak birbirine son derece benzemesi nedeniyle, tür düzeyinde kesin teşhis yapılabilmesi için ribozomal DNA'nın D2-D3 gen bölgelerine dayalı moleküler filogenetik analizlerin kullanılması modern nematolojide standart hale gelmiştir (Palomares-Rius ve ark., 2014). Bu mikroskobik canlıların enfeksiyon süreci, kök-ur nematodlarından farklı olarak bitkide sabit bir beslenme hücre (dev hücre) oluşturmada, kök korteksi içinde yaşamları boyunca sürekli hareket ederek dokuları parçalamaları esasına dayanır (Duncan ve Moens, 2013). Nematodun stiletini kullanarak hücre duvarlarını delmesi ve parazitik salgılarıyla hücreleri eritmesi sonucunda, zeytin köklerinde hastalığa adını veren karakteristik koyu renkli nekrotik lezyonlar oluşmaktadır (Castillo ve ark., 2010). Bu nekrotik lezyonlar, emici kılcal köklerin fonksiyonunu yitirmesine neden olarak bitkinin topraktan su ve besin elementi alım kapasitesini ciddi şekilde sınırlar ve toprak üstü aksamda su stresine (kuraklığa) benzer semptomlar yaratır (Castillo ve ark., 2010). Ayrıca, *Pratylenchus* türlerinin köklerde açtığı bu mekanik yaralar, toprak kaynaklı patojen fungusların, özellikle de zeytin solgunluğuna neden olan *Verticillium dahliae*'nin bitkiye girişini kolaylaştırarak yıkıcı hastalık kompleksleri oluşturur (Lamberti ve ark., 2000). Meydana gelen bu ortak enfeksiyonlar (nematod-fungus kompleksi), bitkilerin çok daha kısa sürede solgunluk belirtileri göstermesine ve ağaç gelişiminin tekil enfeksiyonlara kıyasla daha şiddetli bir şekilde baskılanmasına yol açar (Back ve ark., 2002). Zeytinde kök lezyon nematodlarının zararı ve popülasyon artışı, optimum sulama koşullarının kök çoğalmasını teşvik ettiği fidanlık ortamlarında çok daha belirgin ve tehlikeli bir hal almaktadır (Nico ve ark., 2002). Bulaşık fidanlıklardan elde edilen enfekteli üretim materyalleri (köklü çelikler ve fidanlar), nematodların temiz alanlara ve yeni tesis edilecek bahçelere taşınmasında birincil yayılma yolu olarak işlev görmektedir (Ali ve ark., 2017). Türkiye'deki zeytin üretim alanlarında yapılan çalışmalarda da Marmara ve Ege bölgeleri gibi ana üretim merkezlerinde *Pratylenchus* cinsine ait türlerin varlığı ve potansiyel tehlikesi bilimsel olarak belgelenmiştir (Kepenekci, 2014). Bu nedenle, zeytin yetiştiriciliğinde *Pratylenchus* türleriyle mücadelenin ve uluslararası yayılımın önlenmesinin temelini, bahçe tesisi öncesinde fitosaniter kurallara harfiyen uyulması ve mutlaka nematoddan ari, sertifikalı fidanların kullanılması oluşturmaktadır (Montilon ve ark., 2023).

Kök lezyon nematodlarının zeytin bahçelerindeki mekânsal dağılımı ve popülasyon yoğunluğu, toprağın fizikokimyasal özellikleri ile doğrudan ilişkili olup, özellikle iyi havalandırılan kumlu-tınlı topraklar nematodun kök sistemindeki hareket kabiliyetini ve üreme hızını maksimuma çıkarmaktadır (Siddiqi, 2000). Patojenin tespiti ve bahçedeki hasarın doğru değerlendirilmesi için sadece toprak analizi yapılması yeterli ve güvenilir bir yöntem değildir; *Pratylenchus* türleri yaşam döngülerinin büyük bir kısmını doğrudan kök dokusu içerisinde geçirdiklerinden, teşhis için mutlaka zeytin kılcal kök örneklerinin ekstrakte edilip incelenmesi gerekmektedir (Moens ve Perry, 2009).

Zeytin fidanlıklarında ve yeni kurulacak bahçelerde kök lezyon nematodlarıyla mücadelenin ilk ve en kritik adımı, toprak hazırlığı aşamasında sertifikalı ve nematoddan ari temiz üretim materyallerinin kullanılmasıdır (Nicol ve ark., 2011). Dikim öncesi dönemde enfekteli toprağın şeffaf polietilen örtülerle kapatılarak yaz aylarında ısıtılmasını içeren toprak solarizasyonu, *Pratylenchus* popülasyonlarının canlılığını yitirmesini sağlayan etkili ve ekolojik bir fiziksel mücadele yöntemidir (Katan ve Gamliel, 2009). Solarizasyon

işlemine ek olarak, zeytin kompostu veya hayvansal gübreler gibi organik toprak düzenleyicilerinin rizosfere karıştırılması, kök lezyon nematodlarını baskılayan serbest yaşayan antagonist mikrofloranın çoğalmasını güçlü bir şekilde teşvik etmektedir (Thoden ve ark., 2011). Yabancı otların birçok *Pratylenchus* türü için uygun birer alternatif konukçu olduğu ve zararlının ağacın uyku döneminde hayatta kalmasını sağladığı göz önüne alındığında, bahçe içerisindeki floranın periyodik olarak temizlenmesi eradikasyon çalışmalarının ayrılmaz bir parçasıdır (Thomas ve ark., 2005). Tüm bu faktörler değerlendirildiğinde, kök lezyon nematodlarının yıkıcı etkilerini en aza indirmek için tek bir yöntemle bel bağlamak yerine; kültürel, biyolojik ve yasal önlemlerin entegre zararlı yönetimi (IPM) şemsiyesi altında birleştirilmesi şarttır (Sikora ve ark., 2005).

4. SONUÇ

Bu çalışma kapsamında, zeytin yetiştiriciliğinde fidanlıklar ve genç plantasyonlar için en büyük ekonomik tehditlerden ikisini oluşturan kök-ur nematodları (*Meloidogyne* spp.) ve kök lezyon nematodlarının (*Pratylenchus* spp.) biyolojileri, patolojik etkileri ve mücadele yöntemleri üzerine yapılmış güncel araştırmalar kapsamlı bir literatür senteziyle bir araya getirilmiştir. Yürütülen incelemeler sonucunda, zorunlu endoparazit karakterindeki kök-ur nematodlarının kök iletim demetlerinde urlar oluşturduğu, hareketli endoparazit formundaki kök lezyon nematodlarının ise korteks içerisindeki hareketleriyle hücreleri parçalayarak nekrotik yaralar açtığı net bir şekilde ortaya konmuştur. Söz konusu toprak altı zararlılarının kök sisteminde meydana getirdiği bu doğrudan hücresel tahribat, zeytin ağacının su ve besin elementi emilim kapasitesini kısıtlayarak bitki fizyolojisini bozmakta ve abiyotik stres faktörlerine karşı duyarlılığını artırmaktadır. Zeytin gibi derin kök sistemine sahip çok yıllık odunsu bitkilerde, yerleşik nematod popülasyonlarının sentetik kimyasallarla tamamen eradike edilmesi pratik olarak imkânsızdır. Bu biyolojik direnç ve çaresizlik durumu, sürdürülebilir zeytin tarımı için zararlıların biyolojisinin ve agro-ekosistemle olan ilişkisinin eksiksiz bir şekilde anlaşılmasını zorunlu kılmaktadır. Kök-ur ve kök lezyon nematodlarının başarılı bir şekilde yönetilmesi tek bir yöntemle dayandırılmayacağı için; katı iç karantina tedbirleri, nematoddan arı sertifikalı fidan kullanımı, toprak solarizasyonu, antagonist mikroorganizmaların dahil edildiği biyolojik mücadele ajanları ve genetik olarak dayanıklı anaç seçimini içeren bütüncül Entegre Zararlı Yönetimi prensiplerinin tavizsiz bir şekilde benimsenmesi tek seçenektir. Nihai olarak, bu derlemede sentezlenen temel ve güncel verilerin, gelecekte zeytin nematolojisi alanında yürütülecek yeni projeler, hızlı moleküler teşhis analizleri ve çevreci biyokontrol araştırmaları için önemli bir kaynak oluşturacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Abad, P., Favory, B., Rosso, M. N., & Castagnone-Sereno, P. (2003). Root-knot nematode parasitism and host response: molecular basis of a sophisticated interaction. *Molecular plant pathology*, 4(4), 217-224. <https://doi.org/10.1046/J.1364-3703.2003.00170.X>
- Abawi, G. S., & Widmer, T. L. (2000). Impact of soil health management practices on soilborne pathogens, nematodes and root diseases of vegetable crops. *Applied soil ecology*, 15(1), 37-47. [https://doi.org/10.1016/S0929-1393\(00\)00070-6](https://doi.org/10.1016/S0929-1393(00)00070-6)
- Akbaş, L. (2019). *Spilocaea oleagina* (Cast.) Hughes' nin neden olduğu zeytinde halkalı leke hastalığının yaygınlık oranı ile bazı hava koşulları arasındaki ilişki üzerine çalışmalar (Master's thesis, Bursa Uludag University (Turkey)).
- Akhtar, M., & Mahmood, I. (1994). Potentiality of phytochemicals in nematode control: a review. *Bioresource Technology*, 48(3), 189-201. [https://doi.org/10.1016/0960-8524\(94\)90146-5](https://doi.org/10.1016/0960-8524(94)90146-5)
- Ali, N., Chapuis, E., Tavoillot, J., & Mateille, T. (2014). Plant-parasitic nematodes associated with olive tree (*Olea europaea* L.) with a focus on the Mediterranean Basin: A review. *Comptes rendus biologiques*, 337(7-8), 423-442. <https://doi.org/10.1016/j.crv.2014.05.006>
- Ali, N., Tavoillot, J., Besnard, G., Khadari, B., Dmowska, E., Winiszewska, G., ... & Mateille, T. (2017). How anthropogenic changes may affect soil-borne parasite diversity? Plant-parasitic nematode communities associated with olive trees in Morocco as a case study. *BMC ecology*, 17(1), 4. <https://doi.org/10.1186/s12898-016-0113-9>
- Atkinson, N. J., & Urwin, P. E. (2012). The interaction of plant biotic and abiotic stresses: from genes to the field. *Journal of experimental botany*, 63(10), 3523-3543. <https://doi.org/10.1093/jxb/ers100>
- Back, M. A., Haydock, P. P. J., & Jenkinson, P. (2002). Disease complexes involving plant parasitic nematodes and soilborne pathogens. *Plant pathology*, 51(6), 683-697. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3059.2002.00785.x>
- Barker, K. R., & Koenning, S. R. (1998). Developing sustainable systems for nematode management. *Annual review of phytopathology*, 36(1), 165-205. <https://doi.org/10.1146/annurev.phyto.36.1.165>
- Belahmar, M., Elkfel, F., Mihoub, M., Abdewahab, S., Mateille, M., & Sellami, S. (2015). Plant parasitic nematodes associated with olive in Algeria. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica*, 50(2), 187-193. <https://doi.org/10.1556/038.50.2015.2.4>
- Besnard, G., Khadari, B., Navascués, M. D., Fernández-Mazuecos, M., El Bakkali, A., Arrigo, N., ... & Savolainen, V. (2013). The complex history of the olive tree: from Late Quaternary diversification of Mediterranean lineages to primary domestication in the northern Levant. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 280(1756). <https://doi.org/10.1098/rspb.2012.2833>
- Can, H., & Kuzucu, M. (2021). Kilis ili Organik Zeytin Üreticilerinin Gübreleme, Bakım, Hastalık ve Zararlılar Konusunda Sorunları ve Beklentilerinin Değerlendirilmesi. *Eurasian Journal of Forest Science*, 9(3), 234-245.
- Castillo, P., Nico, A. I., Azcón-Aguilar, C., Del Río Rincón, C., Calvet, C., & Jiménez-Díaz, R. M. (2006). Protection of olive planting stocks against parasitism of root-knot nematodes by arbuscular mycorrhizal fungi. *Plant Pathology*, 55(5), 705-713. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2006.01400.x>
- Castillo, P., Nico, A. I., Navas-Cortes, J. A., Landa, B. B., Jimenez-Diaz, R. M., & Vovlas, N. (2010). Plant-parasitic nematodes attacking olive trees and their management. *Plant Disease*, 94(2), 148-162.
- Chen, Z. X., & Dickson, D. (1998). Review of *Pasteuria penetrans*: biology, ecology, and biological control potential. *Journal of nematology*, 30(3), 313. PMCID: PMC2620303 PMID: 19274225.

- Cook, R., & Evans, K. (1987). Resistance and tolerance. In *Principles and Practice of Nematode Control in Crops* (pp. 179-231). Academic Press.
- Dervis, S., Mercado-Blanco, J., Erten, L., Valverde-Corredor, A., & Pérez-Artés, E. (2010). *Verticillium* wilt of olive in Turkey: a survey on disease importance, pathogen diversity and susceptibility of relevant olive cultivars. *European Journal of Plant Pathology*, 127(2), 287-301. <https://doi.org/10.1007/s10658-010-9595-z>
- Duncan, L. W. (1991). Current options for nematode management. *Annual Review of Phytopathology*, 29(1), 469-490. <https://doi.org/10.1146/annurev.py.29.090191.002345>
- Duncan, L. W., & Moens, M. (2013). Migratory endoparasitic nematodes. In *Plant nematology* (pp. 144-178). Wallingford UK: CABI. <https://doi.org/10.1079/9781780641515.0144>
- Erten, L., & Yildiz, M. (2004, September). Susceptibility of Some Economically Important Olive Cultivars and Clones to *Verticillium dahliae* Kleb in Turkey. In *V International Symposium on Olive Growing 791* (pp. 559-563). <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2008.791.86>
- Fernández, J. E., Moreno, F., Cabrera, F., Arrue, J. L., & Martín-Aranda, J. (1991). Drip irrigation, soil characteristics and the root distribution and root activity of olive trees. *Plant and soil*, 133(2), 239-251. <https://doi.org/10.1007/BF00009196>
- Godfray, H. C. J., Beddington, J. R., Crute, I. R., Haddad, L., Lawrence, D., Muir, J. F., ... & Toulmin, C. (2010). Food security: the challenge of feeding 9 billion people. *Science*, 327(5967), 812-818. <http://doi.org/10.1126/science.1185383>
- Gregoriou, K., Pontikis, K., & Vemmos, S. (2007). Effects of reduced irradiance on leaf morphology, photosynthetic capacity, and fruit yield in olive (*Olea europaea* L.). *Photosynthetica*, 45(2), 172-181. <https://doi.org/10.1007/s11099-007-0029-x>
- Hamza, M. A., Ferji, Z., Ali, N., Tavoillot, J., Chapuis, E., El-Oualkadi, A., ... & El-Mousadik, A. (2015). Plant-parasitic nematodes associated with olive tree in southern Morocco, 17 (4), 719-726. <http://doi.org/10.17957/IJAB/14.0004>
- Hussey, R. S., & Janssen, G. J. W. (2002). Root-knot nematodes: *Meloidogyne* species. In *Plant resistance to parasitic nematodes* (pp. 43-70). Wallingford UK: Cabi Publishing. <https://doi.org/10.1079/9780851994666.0043>
- Jones, M. G. K., & Fosu-Nyarko, J. (2014). Molecular biology of root lesion nematodes (*Pratylenchus* spp.) and their interaction with host plants. *Annals of applied biology*, 164(2), 163-181. <https://doi.org/10.1111/aab.12105>
- Kaçar, G., & Ulusoy, M. (2013). Olive leaf moth, *Palpita unionalis* (Hübner) (Lepidoptera: Pyralidae) population fluctuation in olive orchards and damage rate on fruits in the eastern Mediterranean region. *Plant Protection Bulletin*, 53(1), 7-31.
- Kaniewski, D., Van Campo, E., Boiy, T., Terral, J. F., Khadari, B., & Besnard, G. (2012). Primary domestication and early uses of the emblematic olive tree: palaeobotanical, historical and molecular evidence from the Middle East. *Biological Reviews*, 87(4), 885-899. <https://doi.org/10.1111/j.1469-185X.2012.00229.x>
- Karssen, G., Wesemael, W., & Moens, M. (2013). Root-knot nematodes. In *Plant nematology* (pp. 73-108). Wallingford UK: Cabi. <https://doi.org/10.1079/9781780641515.0073>
- Katan, J. (1981). Solar heating (solarization) of soil for control of soilborne pests. *Annual Review of Phytopathology*, 19(1), 211-236. <https://doi.org/10.1146/annurev.py.19.090181.001235>

- Katan, J., & Gamliel, A. (2009). Soil solarization–30 years on: What lessons have been learned?. In *Recent developments in management of plant diseases* (pp. 265-283). Dordrecht: Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8804-9_19
- Kepenekci, İ. (2014). Plant parasitic nematodes (Tylenchida: Nematoda) in Turkey. *Pakistan Journal of Nematology*, 32(1).
- Lal, R. (2015). Restoring soil quality to mitigate soil degradation. *Sustainability*, 7(5), 5875-5895. <https://doi.org/10.3390/su7055875>
- Lamberti, F., & Baines, R. C. (1969). Pathogenicity of four species of *Meloidogyne* on three varieties of olive trees. *Journal of Nematology*, 1(2), 111. PMID: PMC2617811 PMID: 19325664.
- Lamberti, F., Sasanelli, N., D'Addabbo, T., Ciccicarese, F., Ambrico, A., & Schiavone, D. (2000, September). Relationship between plant parasitic nematodes and *Verticillium dahliae* in olive. In *IV International Symposium on Olive Growing* 586 (pp. 749-752). <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2002.586.161>
- López-Escudero, F. J., & Mercado-Blanco, J. (2011). Verticillium wilt of olive: a case study to implement an integrated strategy to control a soil-borne pathogen. *Plant and soil*, 344(1), 1-50. <https://doi.org/10.1007/s11104-010-0629-2>
- Loumou, A., & Giourga, C. (2003). Olive groves: "The life and identity of the Mediterranean". *Agriculture and human values*, 20(1), 87-95. <https://doi.org/10.1023/A:1022444005336>
- McSorley, R. (1998). Alternative practices for managing plant-parasitic nematodes. *American Journal of Alternative Agriculture*, 13(3), 98-104. <https://doi.org/10.1017/S0889189300007761>
- Melloni, R., & Cardoso, E. J. (2023). Microbiome associated with olive cultivation: A review. *Plants*, 12(4), 897. <https://doi.org/10.3390/plants12040897>
- Mitchum, M. G., Hussey, R. S., Baum, T. J., Wang, X., Elling, A. A., Wubben, M., & Davis, E. L. (2013). Nematode effector proteins: an emerging paradigm of parasitism. *New Phytologist*, 199(4), 879-894. <https://doi.org/10.1111/nph.12323>
- Moens, M., & Perry, R. N. (2009). Migratory plant endoparasitic nematodes: a group rich in contrasts and divergence. *Annual review of phytopathology*, 47(1), 313-332. <https://doi.org/10.1146/annurev-phyto-080508-081846>
- Moens, M., Perry, R. N., & Starr, J. L. (2009). *Meloidogyne* species-a diverse group of novel and important plant parasites. In *Root-knot nematodes* (pp. 1-17). Wallingford UK: CABI. <https://doi.org/10.1079/9781845934927.0001>
- Montilon, V., Potere, O., Susca, L., & Bottalico, G. (2023). Phytosanitary Rules for the Movement of Olive (*Olea europaea* L.) Propagation Material into the European Union (EU). *Plants*, 12(4), 699.
- Nico, A. I., Rapoport, H. F., Jiménez-Díaz, R. M., & Castillo, P. (2002). Incidence and population density of plant-parasitic nematodes associated with olive planting stocks at nurseries in southern Spain. *Plant disease*, 86(10), 1075-1079. <https://doi.org/10.1094/PDIS.2002.86.10.1075>
- Nicol, J. M., Turner, S. J., Coyne, D. L., Nijs, L. D., Hockland, S., & Maafi, Z. T. (2011). Current nematode threats to world agriculture. In *Genomics and molecular genetics of plant-nematode interactions* (pp. 21-43). Dordrecht: Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-007-0434-3_2
- Noling, J., & Becker, J. (1994). The challenge of research and extension to define and implement alternatives to methyl bromide. *Journal of nematology*, 26(4S), 573. PMID: PMC2619561 PMID: 19279928.

- Nyczepir, A. P., & Thomas, S. H. (2009). Current and future management strategies in intensive crop production systems. In *Root-knot nematodes* (pp. 412-443). Wallingford UK: CABI. <https://doi.org/10.1079/9781845934927.0412>
- Oka, Y. (2010). Mechanisms of nematode suppression by organic soil amendments—a review. *Applied Soil Ecology*, 44(2), 101-115. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2009.11.003>
- Öztürk, M., Altay, V., Gönenç, T. M., Unal, B. T., Efe, R., Akçiçek, E., & Bukhari, A. (2021). An overview of olive cultivation in Turkey: Botanical features, eco-physiology and phytochemical aspects. *Agronomy*, 11(2), 295. <https://doi.org/10.3390/agronomy11020295>
- Palomares-Rius, J. E., Guesmi, I., Horrigue-Raouani, N., Cantalapiedra-Navarrete, C., Liébanas, G., & Castillo, P. (2014). Morphological and molecular characterisation of *Pratylenchus oleae* n. sp. (Nematoda: Pratylenchidae) parasitizing wild and cultivated olives in Spain and Tunisia. *European Journal of Plant Pathology*, 140(1), 53-67. <https://doi.org/10.1007/s10658-014-0443-4>
- Perry, R. N., Moens, M., & Starr, J. L. (2009). *Root-knot nematodes* (pp. 380-411). <https://doi.org/10.1079/9781845934927.0000>
- Ploeg, A., & Maris, P. (1999). Effects of temperature on the duration of the life cycle of a *Meloidogyne incognita* population. *Nematology*, 1(4), 389-393.
- Rich, J. R., Brito, J. A., Kaur, R., & Ferrell, J. A. (2009). Weed species as hosts of *Meloidogyne*: a review. *Nematropica*, 39(2), 157-185.
- Sasanelli, N., D'Addabbo, T., & Lemos, R. M. (2002). Influence of *Meloidogyne javanica* on growth of olive cuttings in pots. *Nematropica*, 59-64.
- Sasanelli, N., Fontanazza, G., Lamberti, F., D'Addabbo, T., Patumi, M., & Vergari, G. (1997). Reaction of olive cultivars to *Meloidogyne* species. *Nematologia mediterranea*, 183-190.
- Siddiqi, M. R. (2000). *Tylenchida: parasites of plants and insects*. CABI.
- Sikora, R. A., & Fernandez, E. (2005). Nematode parasites of vegetables. In *Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture* (pp. 319-392). Wallingford UK: CABI publishing. <https://doi.org/10.1079/9780851997278.0319>
- Sikora, R. A., Bridge, J., & Starr, J. L. (2005). Management practices: an overview of integrated nematode management technologies. *Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture*, 793-825. <https://doi.org/10.1079/9780851997278.0793>
- Stirling, G. R. (2014). Biological control of plant-parasitic nematodes: soil ecosystem management in sustainable agriculture. Cabi.
- Therios, I. N. (2009). *Olives* (No. 18), Crop Production Science in Horticulture Series, CABI.
- Thoden, T. C., Korthals, G. W., & Termorshuizen, A. J. (2011). Organic amendments and their influences on plant-parasitic and free-living nematodes: a promising method for nematode management?. *Nematology*, 13(2), 133.
- Thomas, S. H., Schroeder, J., & Murray, L. W. (2005). The role of weeds in nematode management. *Weed Science*, 53(6), 923-928. <https://doi.org/10.1614/WS-04-053R.1>
- Torres, M., Pierantozzi, P., Searles, P., Rousseaux, M. C., García-Inza, G., Miserere, A., ... & Maestri, D. (2017). Olive cultivation in the southern hemisphere: Flowering, water requirements and oil quality responses to new crop environments. *Frontiers in plant science*, 8, 294457. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.01830>

- Trudgill, D. L. (1995). An assessment of the relevance of thermal time relationships to nematology. *Fundamental and Applied Nematology*, 18(5), 407-418.
- Trudgill, D. L., & Blok, V. C. (2001). Apomictic, polyphagous root-knot nematodes: exceptionally successful and damaging biotrophic root pathogens. *Annual review of phytopathology*, 39(1), 53-77. <https://doi.org/10.1146/annurev.phyto.39.1.53>
- Williamson, V. M., & Gleason, C. A. (2003). Plant–nematode interactions. *Current opinion in plant biology*, 6(4), 327-333. [https://doi.org/10.1016/S1369-5266\(03\)00059-1](https://doi.org/10.1016/S1369-5266(03)00059-1)
- Williamson, V. M., & Kumar, A. (2006). Nematode resistance in plants: the battle underground. *Trends in Genetics*, 22(7), 396-403. <https://doi.org/10.1016/j.tig.2006.05.003>
- Zohary, D., & Spiegel-Roy, P. (1975). Beginnings of Fruit Growing in the Old World: Olive, grape, date, and fig emerge as important Bronze Age additions to grain agriculture in the Near East. *Science*, 187(4174), 319-327. <http://doi.org/10.1126/science.187.4174.319>

ZEYTİN YETİŞTİRİCİLİĞİNDE TURUNÇGİL NEMATODU (*Tylenchulus semipenetrans*) VE İĞNE NEMATODLARININ (*Longidorus* spp.) ÖNEMİ

Samet ŞAHİN¹ / Doç. Dr. Refik BOZBUĞA²

¹Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Eskişehir/Türkiye, samettsahin07@gmail.com, ORCID: 0009-0008-2913-6717

²Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Eskişehir/Türkiye, refik.bozbuga@ogu.edu.tr, ORCID: 0000-0001-9201-5725

Özet

Zeytin yetiştiriciliğinde ağaçların verimini ve meyve kalitesini olumsuz yönde etkileyen birçok zararlı bitki paraziti nematod türü bulunmaktadır. Bu zararlılar arasında, zeytin rizosferinde yarı-endoparazitik ve ektoparazitik beslenmesiyle öne çıkan turunçgil nematodu (*Tylenchulus semipenetrans*), spiral nematodlar gibi diğer Tylenchida takımı üyeleri ve iri yapılı iğne nematodları (*Longidorus* spp.) oldukça önemli bir yer tutmaktadır. Yarı-endoparazitik karaktere sahip olan turunçgil nematodu, vücudunun ön kısmını zeytin kılcal köklerine gömüp özel beslenme bölgesi oluşturarak bitkinin hücrel özsuğunu sürekli sömürmekte ve ağaçta kronik bir yorgunluğa neden olmaktadır. Ayrıca bitkilerin su ve besin alımında sorunlar meydana getirebilmektedir. Diğer yandan, kök uçlarından dışarıdan beslenen iğne nematodları ise doğrudan yaptıkları hücrel tahribatın ötesinde, zeytinde ciddi verim kayıplarına yol açan bitki patojeni virüsler için biyolojik vektörlük (taşıyıcılık) yaparak asıl büyük yıkımı gerçekleştirmektedir. Akdeniz ikliminin kurak yaz koşullarında, ektoparazitik nematodların zeytin köklerinde eşzamanlı oluşturduğu kümülatif biyolojik stres, bitkinin abiyotik faktörlere karşı toleransını kırarak sürgünlerde geriye doğru kuruma belirtilerine yol açmaktadır. Derin kök sistemine entegre olan bu ektoparazitlerin kimyasal yöntemlerle tamamen yok edilmesi zor olduğundan; fidanlıklarda sıkı karantina tedbirleri, nematoddan ve virüsten ari sertifikalı üretim materyali kullanımı ile organik toprak düzenleyicilerinin dahil edildiği ekosistem odaklı entegre zararlı yönetimi stratejilerinin uygulanması önem arz etmektedir. Mevcut bilimsel literatürü kapsamlı bir biçimde sentezleyen bu derleme çalışmasının, gelecekteki araştırmalara sağlam ve güncel bir kaynak sağlamak hedeflenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Zeytin, Bitki Paraziti Nematodlar, *Tylenchulus semipenetrans*, *Longidorus* spp.

IMPORTANCE OF CITRUS NEMATODE (*Tylenchulus semipenetrans*) AND NEEDLE NEMATODES (*Longidorus* spp.) IN OLIVE CULTIVATION

Samet ŞAHİN¹ / Assoc. Prof. Dr. Refik BOZBUĞA²

¹ Eskişehir Osmangazi University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Eskişehir/Türkiye, samettsahin07@gmail.com, ORCID: 0009-0008-2913-6717

² Eskişehir Osmangazi University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Eskişehir/Türkiye, refik.bozbuga@ogu.edu.tr, ORCID: 0000-0001-9201-5725

Abstract

Olive cultivation is negatively affected by a diverse range of plant-parasitic nematodes that reduce yield, fruit quality, and overall tree vigor. Among these, the citrus nematode (*Tylenchulus semipenetrans*), spiral nematodes (other members of the order Tylenchida), and large *Longidorus* spp. represent some of the most important groups inhabiting the olive rhizosphere. *T. semipenetrans*, a semi-endoparasitic species, partially embeds its anterior body into fine roots and establishes a specialized feeding site, continuously extracting cellular nutrients from the host. This chronic parasitism leads to a gradual decline in tree vigor, often described as a slow decline syndrome, and impairs water and nutrient uptake efficiency. In contrast, ectoparasitic nematodes (*Longidorus* spp.) feed externally from root tips, causing direct cellular damage. Beyond their feeding activity, they are of major phytosanitary importance due to their role as vectors of economically significant plant viruses, thereby contributing to severe crop losses. Under the dry summer conditions typical of the Mediterranean climate, the combined stress imposed by ectoparasitic nematodes can reduce the plant's tolerance to abiotic stress, resulting in shoot dieback and progressive canopy decline. Given the deep-rooted perennial nature of olive trees, complete elimination of these nematodes through chemical means is highly challenging. Therefore, effective management relies on integrated and ecosystem-based strategies, including strict nursery quarantine measures, the use of nematode- and virus-free certified planting material, and the incorporation of organic soil amendments to enhance soil suppressiveness. This review synthesizes current scientific knowledge and provides a comprehensive framework for future research in nematode management in olive agroecosystems.

Keywords: Olive, Plant-Parasitic Nematodes, *Tylenchulus semipenetrans*, *Longidorus* spp.

1. GİRİŞ

Zeytin yetiştiriciliğinde verim ve kaliteyi olumsuz yönde etkileyen birçok zararlı bitki paraziti nematod türü bulunmaktadır (Ali ve ark., 2014). Kültür bitkisinde ekonomik kayıplara yol açan mikroskopik patojenler, genellikle toprak altında sinsi bir şekilde faaliyet göstermekte ve teşhis edilmeleri stres belirtileriyle ortaya çıkmaktadır (Jones ve ark., 2013). Küresel zeytin plantasyonlarında sedanter endoparazitlerin yanı sıra, yarı-endoparazitik ve ektoparazitik beslenme alışkanlığına sahip nematod toplulukları da rizosferde çok yoğun popülasyonlar kurarak ciddi ürün kayıplarına zemin hazırlamaktadır (Castillo ve ark., 2010). Toprak altı faunasında yer alan bu geniş taksonomik grupların zarar mekanizmalarının doğru analiz edilmesi, sürdürülebilir zeytin koruma stratejilerinin geliştirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır (Geraert, 2006).

Bu zararlılar arasında yer alan turuncgil nematodu (*Tylenchulus semipenetrans*), özellikle "Akdeniz Biyotipi" ile zeytin köklerine kusursuz bir ekolojik adaptasyon sağlamıştır (Baines ve ark., 1969). Nematodun genç dişileri baş kısımlarını kılcal kök korteksine gömerek özel hücreler oluşturmakta ve bitkinin hücresel öz suyunu sürekli sömürerek kronik bir yorgunluğa neden olmaktadır (Lamberti ve ark., 1976). Dişilerin salgıladığı jelatinimsi matriksin toprak partiküllerini köke yapıştırması ise bitkinin su ve mineral emilimini fiziksel olarak tıkamaktadır (Verdejo-Lucas ve McKenry, 2004). Rizosferde turuncgil nematoduna eşlik eden *Helicotylenchus* spp. gibi spiral ektoparazit *Tylenchida* üyeleri de kılcal köklerde lokal nekrozlar açarak kümülatif tahribatı ve bitki üzerindeki biyolojik stres yükünü artırmaktadır (Castillo ve Vovlas, 2005).

Diğer taraftan, iğne nematodları (*Longidorus* spp.), "odontostil" adı verilen uzun ve kuvvetli ağız iğneleriyle kılcal kök uçlarından dışarıdan beslenen en iri yapılı bitki parazitlerindendir (Taylor ve Brown, 1997). Meristematik bölgeyi hedef alan bu beslenme davranışı kök uçlarında karakteristik şişkinliklere, hücresel duraksamalara ve emici kök büyümesinin tamamen durmasına yol açmaktadır (Cohn, 1970). İğne nematodlarının doğrudan yaptığı bu hücresel tahribatın ötesindeki asıl büyük epidemiyolojik tehlike, zeytinde ciddi verim ve kalite kayıplarına yol açan *Nepovirus* grubu virüsler için biyolojik vektörlük (taşıyıcılık) görevi üstlenmeleridir (MacFarlane, 2003; Brown ve Trudgill, 1996).

Zeytin ağacının derine inen ve geniş bir alana yayılan kök sistemine entegre olan bu ektoparazit ve yarı-endoparazitlerin sentetik kimyasallarla toprak altından tamamen eradike edilmesi pratik olarak imkânsızdır (Nyczepir ve Thomas, 2009). Bu nedenle uzun ömürlü bir meyve türü olan zeytinde nematod yönetiminin temelini; fidanlıklarda katı iç karantina tedbirleri, nematoddan ve virüsten ari sertifikalı üretim materyali kullanımı ile organik toprak düzenleyicilerini içeren bütüncül Entegre Zararlı Yönetimi (IPM) stratejilerinin uygulanması oluşturmaktadır (Castillo ve ark., 2010). Bu çerçevede yürütülen derleme çalışması kapsamında, zeytin yetiştiriciliğinde ekonomik zarara yol açan turuncgil nematodu (*T. semipenetrans*), diğer *Tylenchida* türleri ve iğne nematodlarının (*Longidorus* spp.) biyolojileri, zarar şekilleri, epidemiyolojileri ve sürdürülebilir yönetim stratejileri öz ve bütüncül bir yaklaşımla ele alınmıştır. Mevcut bilimsel literatürü kapsamlı bir biçimde sentezleyen bu derleme çalışmasının, gelecekteki araştırmalara sağlam ve güncel bir teorik zemin sunması hedeflenmektedir.

2. Turuncgil Nematodu (*Tylenchulus semipenetrans*)

Tylenchida takımı, zeytin ağaçları da dahil olmak üzere odunsu bitkilerin kök bölgesinde (rizosfer) ektoparazit (kök dışından beslenen) veya yarı-endoparazit (vücudunun bir kısmını köke gömen) olarak yaşamını sürdüren ve tarımsal açıdan muazzam bir biyoçeşitliliğe sahip olan en geniş bitki paraziti nematod grubudur (Geraert, 2006). *Tylenchulus semipenetrans* zeytin bitkisiyle olan ilişkisi ve patojenitesi, ilk olarak Amerika Birleşik Devletleri'nin Kaliforniya eyaletindeki zeytinliklerde yapılan çalışmalarla bilim dünyasına kesin olarak kanıtlanmıştır (Baines ve Thorne, 1952). İlerleyen yıllarda yapılan detaylı konukçu-tercih çalışmaları, *T. semipenetrans* türünün genetik olarak tek tip olmadığını; turuncgillerin yanı sıra zeytin köklerini de çok şiddetli bir şekilde enfekte etme yeteneğine sahip olan spesifik ırkın bilimsel literatürde "Akdeniz Biyotipi"

(Mediterranean biotype) olarak sınıflandırıldığını ortaya koymuştur (Baines ve ark., 1969). Patojenin bu özel zeytin biyotipi zamanla İtalya, İspanya ve İsrail gibi Akdeniz havzasındaki ana zeytin üretim merkezlerinde tespit edilmiş ve nematodun zeytin kök fizyolojisine kusursuz bir ekolojik adaptasyon sağladığı belgelenmiştir (Gottlieb ve ark., 1986). Yaşam döngüsü incelendiğinde, toprakta yumurtadan çıkan serbest hareketli ikinci dönem larvaların (J2) zeytin köklerine doğru yöneldiği ve genç dişilerin baş kısımlarını (anterior) kök korteksinin derinliklerine gömerek yarı-endoparazitik beslenme aşamasına geçiş yaptıkları görülmektedir (Van Gundy, 1958). Dişi nematod zeytin köküne kalıcı olarak tutunduktan sonra dramatik bir morfolojik değişime uğrar; vücudunun kök dışında kalan arka (posterior) kısmı şişerek Tylenchulidae familyasına özgü o karakteristik limon (küresel) şeklini alır (Luc ve ark., 2005). Zeytin kökleri üzerinde yapılan anatomik kesit incelemeleri, *T. semipenetrans* dişisinin stiletini kullanarak korteks dokusu içerisinde 6 ila 10 adet modifiye olmuş bitki hücresinden oluşan, kendi beslenmesine adanmış özel hücre kompleksi yarattığını göstermektedir (Lamberti ve ark., 1976). Şişkin dişi form, boşaltım porundan (excretory pore) salgıladığı jelatinimsi bir matriks ile kök dışında kalan vücudunu ve ürettiği yüzlerce yumurtayı kaplayarak, yeni nesilleri topraktaki çevresel streslere ve biyolojik avcılara karşı koruma altına alır (Duncan, 2005). Bu nematod grubu, zeytin köklerinde *Meloidogyne* türleri gibi devasa urlar veya *Pratylenchus* türleri gibi derin nekrotik yaralar oluşturmaya da, kılcal saçak kökler üzerindeki milyonlarca bireylik yoğun kolonizasyonu bitkinin hücresel özsuğunu sürekli olarak sömürerek kronik bir yorgunluğa neden olur (Verdejo-Lucas ve McKenry, 2004). Enfeksiyonun ileri aşamalarında, dişilerin salgıladığı jelatinimsi matriksin toprak partiküllerini zeytin köküne yapıştırması sonucunda bitkinin su ve mineral emilimini fiziksel olarak tıkayan kalın bir toprak kabuğu tabakası meydana gelir (Lamberti ve ark., 1976). Başlangıçta sadece turuncgil alanlarına yakın zeytinliklerde sorun olduğu düşünülse de Güney Amerika gibi bölgelerde yapılan sürveyler, bu nematodun etrafta hiçbir turuncgil bitkisi olmadan dahi sadece zeytin bahçelerinde çok yüksek popülasyon yoğunluklarına ulaşabildiğini kanıtlamıştır (Inserra ve Vovlas, 1978). Zeytin bahçelerindeki rizosfer ekosistemi *Tylenchulus* dışında, yine Tylenchida takımına ait olan *Helicotylenchus* (spiral nematodlar) ve *Macroposthonia/Criconemoides* (halka nematodları) gibi zeytin epidermisi üzerinde dışarıdan beslenen çok çeşitli ektoparazit nematodları da barındırmaktadır (Geraert, 2008). Bu ektoparazit Tylenchida üyeleri tek başlarına genellikle ikincil bir stres faktörü olarak kabul edilseler de *T. semipenetrans* ile aynı kök sistemini paylaştıklarında kümülatif bir kök tahribatı yaratarak yaşlı zeytin ağaçlarında sürgün kurumalarına ve belirgin verim düşüşlerine zemin hazırlarlar (Whitehead, 1997).

Zeytinliklerde *Tylenchulus semipenetrans* popülasyonlarının epidemiyolojik yayılımı genellikle ilk bulaşık fidan odaklarından başlayarak, bahçe içindeki sulama sistemleri, yüzey suları ve toprak işleme aletleriyle mekanik olarak komşu ağaçlara taşınmasıyla gerçekleşmektedir (Abd-Elgawad, 2021). Bu yarı-endoparazit nematodun toprak içerisindeki hareket kabiliyeti ve kökü bulma yeteneği, büyük ölçüde toprak ve çevresel iklim kısıtlamalarına tabi olmaktadır (Wallace, 1963). Popülasyon dinamikleri incelendiğinde, zeytin köklerindeki aktif enfektif larva (J2) çıkışlarının ve yumurta üretiminin, bitkinin ilkbahar ve sonbahardaki yoğun kılcal kök büyüme periyotlarıyla mükemmel bir mevsimsel senkronizasyon (sezonsallık) gösterdiği saptanmıştır (Sorribas ve ark., 2000). Nematodun zeytin ağacında yarattığı sürekli hücresel besin sömürüsü, fidan ve genç ağaç döneminde boğum arası mesafelerinin kısalmasına, sürgün gelişiminin yavaşlamasına ve bitki toplam biyokütlesinde istatistiksel olarak anlamlı bir düşüşe yol açarak ekonomik hasar oluşturur (Castillo ve ark., 2010). Enfeksiyonun şiddetlendiği yaşlı zeytinliklerde ise, kök sistemindeki emilim fonksiyonunun kaybına bağlı olarak tepe sürgünlerinde geriye doğru kuruma, yaprak alanında küçülme ve verim periyodisitesinde (var yılı-yok yılı) anormal bir artış gibi yorgunluk semptomları gözlemlenmektedir (Yılmaz ve Gözel, 2024). Parazitin zeytin kök yüzeyinde açtığı mikroskobik hücresel yaralar, ağacın abiyotik streslere (özellikle yaz kuraklığına) karşı toleransını kırmakla kalmayıp, fırsatçı sekonder toprak mikroorganizmalarının da kök dokusuna kolayca penetre olmasına zemin hazırlamaktadır (El-Borai ve ark., 2002). Kök bölgesinde bitki paraziti nematodlar tek başlarına izole bir şekilde bulunmazlar; ağacın fizyolojik zayıflığı, diğer zeytin patojenleriyle (funguslar ve bakteriler) birlikte hareket ettikleri hastalık komplekslerinin şiddetini belirleyen ana unsurdur (Evans ve ark., 1993). Epidemiyolojik tarama çalışmalarında, zeytin rizosferinde *T. semipenetrans* dışında *Merlinius*, *Tylenchorhynchus*

(küt nematodlar) ve *Paratylenchus* gibi Tylenchida takımına ait çok sayıda farklı cinsin de yüksek yoğunluklarda bulunduğu saptanmıştır (Palomares-Rius ve ark., 2015). Özellikle *Rotylenchus* cinsi gibi spiral ektoparazit Tylenchida üyeleri, zeytin epidermisi üzerinde dışarıdan stiletlerini sokarak beslenmekte ve zeytin fidanlarında sekonder kök tahribatına neden olmaktadır (Castillo ve Vovlas, 2005). Benzer şekilde, Belonolaimidae familyası üyeleri de zeytin kılcal köklerinin tam büyüme noktalarından (meristem) beslenerek kök sisteminde kütleşmeye, ölümlere ve anormal dallanmalara yol açarlar (Fortuner ve Luc, 1987). Akdeniz ikliminin tipik kurak yaz koşullarında yetiştiricilik yapılan zeytin alanlarında, ektoparazitik ve yarı-endoparazitik tylenchid nematodların oluşturduğu bu ortak stres yükü, bitkinin hayatta kalma şansını doğrudan tehdit eden kompleks bir fitopatolojik tablo ortaya çıkarmaktadır (Hamza ve ark., 2015). Bu karmaşık nematod topluluklarının toprak altındaki hasar boyutunu doğru analiz edebilmek için, cins ve tür düzeyindeki taksonomik teşhislerin morfolojik anatomi anahtarları kullanılarak çok hassas bir şekilde yapılması gerekmektedir (Mai, 2018). Zeytin ağacının kök salgıları (eksudatları) ve kök yaşı, rizosferdeki bu parazitik Tylenchida topluluklarının tür yapısını ve beslenme dağılımını yıllar içerisinde belirleyen güçlü bir ekolojik seçim mekanizması olarak işlev görür (Yeates, 1999). Türkiye gibi ülkelerde yürütülen kapsamlı nematolojik çalışmalarda da zeytin bahçelerinin çok sayıda Tylenchida cinsine ev sahipliği yaptığı belgelenmiş olup, bu biyolojik çeşitliliğin yerel zararlı yönetimi programlarında mutlaka dikkate alınması gerektiği vurgulanmıştır (Kepenekci ve Zeki, 2002).

Dikim öncesi dönemde özellikle fidanlık parsellerinde toprağın şeffaf polietilen örtülerle kapatılarak ısıtılmasına dayanan solarizasyon işlemi, yüzeye yakın topraktaki nematod popülasyonlarını termal inaktivasyonla öldüren çevre dostu bir fiziksel yöntemdir (Stapleton ve DeVay, 1986). Toprağa uygulanan olgunlaşmış kompost, hayvansal gübre ve bitkisel atıklar gibi organik düzenleyiciler, zeytin köklerinin etrafında nematod yumurtalarını ve larvalarını parçalayan mikrobiyal antagonistlerin hızla çoğalmasını teşvik eder (Akhtar ve Malik, 2000). Ayrıca rizosferde kolonize olan ve bitki gelişimini teşvik eden rizobakteriler (PGPR), salgıladıkları nematisidal sekonder metabolitler ve enzimler sayesinde parazit larvalarının köke tutunmasını ve beslenmesini doğrudan inhibe etmektedir (Banihashemian ve ark., 2026). Geleneksel kimyasal pestisitlerin yarattığı ekolojik riskler, kadife çiçeği (*Tagetes* spp.) ekstraktları veya neem ağacı yağı gibi doğal bitki özütlerinden elde edilen botanik nematisitlerin araştırılmasını ve tarımsal pratiğe aktarılmasını hızlandırmıştır (Chitwood, 2002). Ağır bulaşık zeytin arazilerinde bahçe tesisi öncesi veya sonrasında kullanılan kimyasal fümigantlar ve organofosfatlı sistemik nematisitler, popülasyonu ani olarak düşürseler de etkileri genellikle geçicidir ve kök sisteminin derinlerindeki nematodları tamamen eradike edemezler (Haydock ve ark., 2006). Bu nedenle uzun ömürlü bir meyve türü olan zeytinde nematod sorununun en kesin, sürdürülebilir ve ekonomik çözümü, ticari verim potansiyeli yüksek olan çeşitlerin parazite karşı doğal genetik dayanıklılığa sahip anaçlar üzerine aşılansak kullanılmasıdır (Starr ve ark., 2002). Dayanıklı genotiplerde hücresel düzeydeki savunma mekanizması; nematodun köke penetrasyonunun hemen ardından enfeksiyon noktasında lignin ve suberin gibi polimerlerin birikerek nematodun besleneceği hücre kompleksinin oluşumunu fiziksel olarak engellemesi esasına dayanır (Hussey ve Williamson, 1998). Zeytinliklerin zemininde gelişen yabancı ot florasının birçok ektoparazit Tylenchida türüne kış aylarında güvenli bir sığınak (alternatif konukçu) sağladığı göz önüne alındığında, yabancı otlarla kültürel veya kimyasal mücadele bahçe hijyeninin ayrılmaz bir parçasıdır (Bendixen, 1988). Mikrobiyal ajanlar ile doğal biyo-kontrol mekanizmaları arasındaki beş yönlü (bitki-nematod-bakteri-fungus-çevre) bu karmaşık etkileşimler, tekil bir uygulamadan ziyade ekosistem odaklı bir yönetim felsefesini zorunlu kılmaktadır (Dong ve Zhang, 2006). Zeytin ağaçlarının derin ve geniş kök sistemi, ektoparazitlerin ve yarı-endoparazitlerin kalıcı yerleşimine olanak tanıdığı için, toprak işleme, sulama ve bitki besleme stratejileri tek bir entegre zararlı yönetimi programı halinde tasarlanmalıdır (Yılmaz ve Gözel, 2024). Endofitik bakteriler ve nematod antagonistleri gibi yenilikçi biyolojik ürünlerin çok yıllık odunsu bitki rizosferindeki adaptasyonu, günümüzde fitopatolojinin en çok araştırılan ve gelecek vaat eden alanını oluşturmaktadır (Hallmann ve ark., 2009). Uygulanacak bu bütüncül bitki koruma tedbirleri sayesinde, hem zeytin bahçelerinin uzun vadeli ekonomik verimliliği garanti altına alınacak hem de agro-ekosistemin hassas biyolojik dengesi sentetik pestisit baskısından korunmuş olacaktır (Askary ve Martinelli, 2015).

3. İğne Nematodları (*Longidorus* spp.)

Longidorus spp. (iğne nematodları), zeytin ağaçlarının rizosferinde yaşayan ve bitki köklerinden dışarıdan beslenen (ektoparazit) en iri yapılı bitki paraziti nematodlardan biridir (Taylor ve Brown, 1997). Vücut uzunlukları 10 mm'ye kadar ulaşabilen bu nematodlar, mikroskobik ölçekte "iğne nematodları" olarak adlandırılmalarına neden olan karakteristik bir morfolojiye sahiptir (Hunt, 1993). Zeytin bahçelerinde yapılan kapsamlı sürveylerde, *Longidorus* cinsine ait iğne nematodlarının Akdeniz havzasındaki yabani ve kültür zeytin popülasyonlarında oldukça yüksek bir biyoçeşitlilikle yaygın olarak bulunduğu belgelenmiştir (Archidona-Yuste ve ark., 2016). Bu canlıların beslenme mekanizması, "odontostil" adı verilen ve kök dokusunun derinliklerine ulaşabilen oldukça uzun ve kuvvetli bir ağız iğnesine dayanmaktadır (Szalanski, 2004). Zeytin köklerinin uç kısımlarını (meristematik bölge) hedef alan bu beslenme davranışı, kök uçlarında karakteristik şişkinliklere ve büyümenin durmasına yol açmaktadır (Cohn, 1970). *Longidorus* türlerinin taksonomik çeşitliliği, farklı zeytin ekotiplerinde ve toprak tiplerinde özelleşmiş popülasyonların gelişmesine olanak tanımıştır (Siddiqi, 2000). Diğer birçok nematodun aksine, *Longidorus* bireylerinin yaşam döngüleri oldukça yavaştır ve erginliğe ulaşmaları bazen bir yıldan fazla sürebilmektedir (Flegg, 1968). Toprağın derin katmanlarında (30-60 cm) yoğunlaşma eğilimi gösteren bu parazitler, zeytin ağacının ana iskelet köklerinin çevresindeki rizosferde stabil popülasyonlar kurarlar (Brown ve ark., 1993). Fidanlık ortamlarında kullanılan toprağın bu nematodlarla bulaşık olması, genç zeytin fidanlarının gelişimini başlangıç aşamasında ciddi şekilde sekteye uğratmaktadır (Castillo ve ark., 2010). Türkiye'nin batı bölgelerindeki zeytinliklerde yapılan ilk sistemik taramalarda, *Longidorus* cinsine ait türlerin varlığı ve yayılışı rapor edilmiştir (Kepenekci, 2021). Tür teşhisinde kullanılan odontostil uzunluğu ve kuyruk yapısı gibi klasik morfometrik ölçümler, zeytin popülasyonlarında yüksek tür içi varyasyonlar (farklılıklar) gösterdiğinden, günümüzde bu ölçümlerin mutlaka DNA tabanlı moleküler analizlerle desteklenmesi gerekmektedir (Archidona-Yuste ve ark., 2019). Zeytin rizosferindeki nematod toplulukları içinde *Longidorus* gibi iri yapılı türlerin varlığı, toprak işleme ve herbisit kullanımı gibi tarımsal müdahalelere karşı çok hassas olduklarından, o bahçedeki toprak ekosisteminin biyolojik olgunluğunun ve stabilitesinin önemli bir göstergesi olarak kabul edilmektedir (Sánchez-Moreno ve ark., 2015). Toprak dokusunun gözenek yapısı ve nem içeriği, bu iri yapılı nematodların kök yüzeyindeki hareket kabiliyetini doğrudan etkileyen abiyotik faktörlerdir (Evans ve ark., 1993).

Longidorus türlerinin zeytin bahçelerindeki popülasyon dinamikleri, genellikle toprağın kaba dokulu (kumlu) yapısıyla pozitif korelasyon göstererek yamalı bir enfeksiyon profili sergiler (Decraemer ve Robbins, 2007). İğne nematodlarının doğrudan oluşturduğu hücresel tahribatın yanı sıra, zeytin yetiştiriciliğindeki asıl büyük ekonomik tehlike, bu iri canlıların bitki patojeni virüsler için biyolojik vektör (taşıyıcı) görevi üstlenmelerinden kaynaklanmaktadır (MacFarlane, 2003). *Longidorus* cinsine ait bazı türler, zeytin ağaçlarında ciddi verim kayıplarına yol açan ve *Nepovirus* grubuna dahil olan spesifik virüsleri stiletleri aracılığıyla sağlıklı ağaçlara bulaştırmaktadır (Brown ve Trudgill, 1996). Virüs edinimi süreci, nematodun enfekte bir kökten beslenmesi sırasında mikroskobik virüs partiküllerinin, nematodun uzun ağız iğnesinin (odontostil) iç yüzeyine kimyasal olarak tutunmasıyla gerçekleşir (Andret-Link ve Fuchs, 2005). Akdeniz havzasındaki zeytinliklerde yapılan virolojik indeksleme çalışmaları, iğne nematodlarının bu biyolojik taşınım yoluyla zeytinlerde latent (gizli) enfeksiyonlara, yaprak deformasyonlarına ve düşük yağ kalitesine neden olduğunu kanıtlamıştır (Faggioli ve ark., 2005). Uzun ömürlü bir bitki olan zeytinde, nematod ve virüs kompleksinin yıllar içinde yaratacağı birikimli hasarı önleyebilmek için, bahçe tesisinden önce yapılan rutin toprak analizlerinin modern fitosaniter protokollere acilen entegre edilmesi şarttır (Urek ve ark., 2003). Fidanlıklarda ve yeni kurulacak bahçelerde *Longidorus* türlerinin yayılımını engellemenin en temel ve yasal adımı hem nematoddan hem de virüsten arı olduğu sertifikalandırılmış temiz üretim materyallerinin (fidanların) kullanılmasıdır (Martelli, 1999). Bu ektoparazitler zeytinin derin iskelet köklerine bir kez yerleştğinde tamamen eradike edilmeleri (yok edilmeleri) neredeyse imkânsız olduğundan, kimyasal ve kültürel önlemlerin bir arada kullanıldığı entegre programlar zorunludur (Barker ve Koenning, 1998). Dikim öncesi dönemde, enfekteli arazinin şeffaf polietilen örtülerle

kapatılarak yaz aylarında ısıtılmasını içeren toprak solarizasyonu, nematod popülasyonlarını yüzeye yakın katmanlarda termal olarak inaktif hale getiren etkili bir fiziksel yöntemdir (Katan, 1981). Geçmiş yıllarda ağır bulaşık arazilerde kullanılan geniş spektrumlu sentetik toprak fümigantları, yarattıkları çevresel toksisite ve yeraltı sularını kirletme riskleri nedeniyle günümüzde yerini alternatif ve ekolojik yönetim stratejilerine bırakmıştır (Zasada ve ark., 2010). Zeytinliklerin zemininde gelişen yabancı ot florası, hem iğne nematodları için alternatif bir besin kaynağı hem de taşıdıkları virüsler için bir rezervuar görevi gördüğünden, bahçe içi ot kontrolü vektör yönetiminin ayrılmaz bir parçasıdır (Bendixen, 1988). Doğal biyolojik mücadele kapsamında, toprağa uygulanan organik düzenleyiciler ve nematod avcısı mikroorganizmalar (bakteri ve funguslar), *Longidorus* popülasyonlarını doğal ekosistem sınırları içerisinde baskılamada oldukça umut verici sonuçlar vermektedir (Dong ve Zhang, 2006). Sonuç olarak, zeytin ağacının rizosfer ekolojisini iyileştirmeye yönelik bu bütüncül toprak sağlığı yönetimi, iğne nematodlarının yıkıcı etkilerini minimize eden en sürdürülebilir tarımsal yaklaşım olarak öne çıkmaktadır (Abawi ve Widmer, 2000).

4. SONUÇ

Bu çalışma kapsamında, zeytin yetiştiriciliğinde yarı-endoparazitik ve ektoparazitik beslenme stratejileriyle rizosferde kronik hasarlara yol açan turunçgil nematodu (*Tylenchulus semipenetrans*), diğer Tylenchida türleri ve iri yapılı iğne nematodlarının (*Longidorus* spp.) biyolojileri, patojenik etkileri ve yönetim süreçleri üzerine yürütülen araştırmalar bütüncül bir literatür senteziyle bir araya getirilmiştir. Yapılan değerlendirmeler sonucunda, turunçgil nematodunun kılcal köklerde bitki özsuynunu sürekli sömürdüğü ve salgıladığı jelatinimsi matriks vasıtasıyla su emilimini fiziksel olarak engellemektedir. Diğer taraftan, kök uçlarından ektoparazit olarak beslenen iğne nematodlarının doğrudan oluşturduğu morfolojik tahribatın ötesinde, zeytin üretiminde ciddi verim ve kalite kayıplarına yol açan ekonomik önemi yüksek bitki patojeni virüsler (özellikle *Nepovirus* grubu) için biyolojik vektörlük yaparak asıl büyük yıkımı gerçekleştirdiği vurgulanmıştır.

Zeytin bitkisinin derine inen ve geniş bir saha kaplayan kök yapısına yerleşerek kalıcılık sağlayan bu ektoparazit ve yarı-endoparazit nematodların, sentetik nematodisitler kullanılarak toprak ortamından bütünüyle temizlenmesi pratik açıdan mümkün görünmemektedir. Bahsi geçen biyolojik ve teknik sınırlılıklar, zararlı yönetiminde tek yönlü kimyasal müdahalelerden ziyade agro-ekosistem dengesini koruyan çok boyutlu yaklaşımların tercih edilmesini gerekli kılmaktadır. Sürdürülebilir bir zeytin üretimi modelinin tesisi için fidanlık alanlarında sıkı iç karantina önlemlerinin uygulanması, nematod ve virüs etmenlerinden arı sertifikalı üretim materyallerinin tercih edilmesi, toprak biyo-çeşitliliği ile antagonist mikroorganizmaları teşvik edecek organik materyallerin rizosfere uygulanması Entegre Zararlı Yönetimi ilkeleri çerçevesinde kararlılıkla yürütülmelidir. Son olarak, bu derleme kapsamında sentezlenen temel taksonomik, biyolojik ve epidemiyolojik verilerin, gelecekte zeytin nematodolojisi ve virolojisi ekseninde gerçekleştirilecek dayanıklı anaç ıslah çalışmaları, moleküler düzeydeki vektör etkileşimleri ve çevre dostu biyokontrol araştırmaları için güncel ve kapsamlı bir referans altyapısı sunacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Abawi, G. S., & Widmer, T. L. (2000). Impact of soil health management practices on soilborne pathogens, nematodes and root diseases of vegetable crops. *Applied Soil Ecology*, 15(1), 37-47. [https://doi.org/10.1016/S0929-1393\(00\)00070-6](https://doi.org/10.1016/S0929-1393(00)00070-6)
- Abd-Elgawad, M. M. (2021). Optimizing safe approaches to manage plant-parasitic nematodes. *Plants*, 10(9), 1911. <https://doi.org/10.3390/plants10091911>
- Akhtar, M., & Malik, A. (2000). Roles of organic soil amendments and soil organisms in the biological control of plant-parasitic nematodes: a review. *Bioresource Technology*, 74(1), 35-47. [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(99\)00154-6](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(99)00154-6)
- Ali, N., Chapuis, E., Tavoillot, J., & Mateille, T. (2014). Plant-parasitic nematodes associated with olive tree (*Olea europaea* L.) with a focus on the Mediterranean Basin: A review. *Comptes Rendus Biologies*, 337(7-8), 423-442. <https://doi.org/10.1016/j.crv.2014.05.006>
- Andret-Link, P., & Fuchs, M. (2005). Transmission specificity of plant viruses by vectors. *Journal of Plant Pathology*, 153-165.
- Archidona-Yuste, A., Cantalapiedra-Navarrete, C., Castillo, P., & Palomares-Rius, J. E. (2019). Molecular phylogenetic analysis and comparative morphology reveals the diversity and distribution of needle nematodes of the genus *Longidorus* (Dorylaimida: Longidoridae) from Spain. *Contributions to Zoology*, 88(1), 1-41.
- Archidona-Yuste, A., Navas-Cortés, J. A., Cantalapiedra-Navarrete, C., Palomares-Rius, J. E., & Castillo, P. (2016). Unravelling the biodiversity and molecular phylogeny of needle nematodes of the genus *Longidorus* (Nematoda: Longidoridae) in olive and a description of six new species. *PLoS One*, 11(1), e0147689. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0147689>
- Askary, T. H., & Martinelli, P. R. P. (Eds.). (2015). Biocontrol agents of phytonematodes. CABI.
- Baines, R. C., & Thorne, G. (1952). The olive tree as a host of the citrus-root nematode, 42, 77-78.
- Baines, R. C., Miyakawa, T., Cameron, J. W., & Small, R. H. (1969). Infectivity of two biotypes of the citrus nematode on citrus and on some other hosts. *Journal of Nematology*, 1(2), 150. PMID: PMC2617818 PMID: 19325669.
- Banihashemian, S. N., Mirghasemi, S. N., Seraji, A., Fard, H. K., & Jamali, S. (2026). Independent Evaluation of Rootstock Resistance and Endophytic Bacteria for Managing Citrus Nematode. *Journal of Nematology*, 57(1), 20250064.
- Barker, K. R., & Koenning, S. R. (1998). Developing sustainable systems for nematode management. *Annual Review of Phytopathology*, 36(1), 165-205. <https://doi.org/10.1146/annurev.phyto.36.1.165>
- Bendixen, L. E. (1988). Major Weed Hosts of Nematodes in Crop Production (Special Circular 119). *Ohio Agricultural Research and Development Center: Wooster, OH, USA*, 26.
- Brown, D. J. F., & Trudgill, D. L. (1996). Transmission by nematodes. *The Plant Viruses: Polyhedral Virions and Bipartite RNA Genomes*, 187-208.
- Brown, D. J. F., Dalmasso, A., & Trudgill, D. L. (1993). Nematode pests of soft fruits and vines, 427-462.
- Castillo, P., & Vovlas, N. (2005). Bionomics and identification of the genus *Rotylenchus* (Nematoda: Hoplolaimidae) (Vol. 3). Brill.

- Castillo, P., Nico, A. I., Navas-Cortes, J. A., Landa, B. B., Jimenez-Diaz, R. M., & Vovlas, N. (2010). Plant-parasitic nematodes attacking olive trees and their management. *Plant Disease*, 94(2), 148-162. <https://doi.org/10.1094/PDIS-94-2-0148>
- Chitwood, D. J. (2002). Phytochemical based strategies for nematode control. *Annual Review of Phytopathology*, 40(1), 221-249. <https://doi.org/10.1146/annurev.phyto.40.032602.130045>
- Cohn, E. (1970). Observations on the feeding and symptomatology of *Xiphinema* and *Longidorus* on selected host roots. *Journal of Nematology*, 2(2), 167-173. PMID: PMC2618721 PMID: 19322291.
- Decraemer, W., & Robbins, R. T. (2007). The who, what and where of Longidoridae and Trichodoridae. *Journal of Nematology*, 39(4), 295. PMID: PMC2586508 PMID: 19259501.
- Dong, L. Q., & Zhang, K. Q. (2006). Microbial control of plant-parasitic nematodes: a five-party interaction. *Plant and Soil*, 288(1), 31-45. <https://doi.org/10.1007/s11104-006-9009-3>
- Duncan, L. W. (2005). Nematode parasites of citrus. In *Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture* (pp. 437-466). Wallingford UK: CABI Publishing. <https://doi.org/10.1079/9780851997278.0437>
- El-Borai, F. E., Duncan, L. W., & Graham, J. H. (2002). Infection of citrus roots by *Tylenchulus semipenetrans* reduces root infection by *Phytophthora nicotianae*. *Journal of Nematology*, 34(4), 384. PMID: PMC2620587 PMID: 19265961.
- Evans, K., Trudgill, D. L., & Webster, J. M. (Eds.). (1993). Plant parasitic nematodes in temperate agriculture (pp. xi+-648).
- Faggioli, F., Ferretti, L., Albanese, G., Sciarroni, R., Pasquini, G., Lumia, V., & Barba, M. (2005). Distribution of olive tree viruses in Italy as revealed by one-step RT-PCR. *Journal of Plant Pathology*, 49-55.
- Flegg, J. J. M. (1968). Life-cycle studies of some *Xiphinema* and *Longidorus* species in south-eastern England.
- Fortuner, R., & Luc, M. (1987). A reappraisal of *Tylenchina* (Nemata). 6. The family Belonolaimidae whitehead, 1960. *Revue de Nématologie*, 10(1), 183-202.
- Geraert, E. (2006). Functional and detailed morphology of the *Tylenchida* (Nematoda) (Vol. 4). Leiden, The Netherlands: Brill.
- Geraert, E. (2008). The *Tylenchidae* of the world: identification of the family *Tylenchidae* (Nematoda). Academia Press.
- Gottlieb, Y., Cohn, E., & Spiegel-Roy, P. (1986). Biotypes of the citrus nematode (*Tylenchulus semipenetrans* Cobb) in Israel. *Phytoparasitica*, 14(3), 193-198. <https://doi.org/10.1007/BF02980487>
- Hallmann, J., Davies, K. G., & Sikora, R. (2009). Biological control using microbial pathogens, endophytes and antagonists. In *Root-knot nematodes* (pp. 380-411). Wallingford UK: CABI. <https://doi.org/10.1079/9781845934927.0380>
- Hamza, M. A., Ferji, Z., Ali, N., Tavoillot, J., Chapuis, E., El-Oualkadi, A., ... & El-Mousadik, A. (2015). Plant-parasitic nematodes associated with olive tree in southern Morocco.
- Haydock, P. P., Woods, S. R., Grove, I. G., & Hare, M. C. (2006). Chemical control of nematodes. In *Plant Nematology* (pp. 392-410). Wallingford UK: CABI.
- Hunt, D. J. (1993). *Aphelenchida*, *Longidoridae* and *Trichodoridae*: their systematics and bionomics (pp. xx+-352).

- Hussey, R. S., & Williamson, V. M. (1998). Physiological and molecular aspects of nematode parasitism. *Plant and Nematode Interactions*, 36, 87-108. <https://doi.org/10.2134/agronmonogr36.c5>
- Inserra, R. N., & Vovlas, N. (1978). *Tylenchulus semipenetrans* on olive trees in northern Italy.
- Jones, J. T., Haegeman, A., Danchin, E. G., Gaur, H. S., Helder, J., Jones, M. G., ... & Perry, R. N. (2013). Top 10 plant-parasitic nematodes in molecular plant pathology. *Molecular Plant Pathology*, 14(9), 946-961. <https://doi.org/10.1111/mpp.12057>
- Katan, J. (1981). Solar heating (solarization) of soil for control of soilborne pests, *Annual Review of Phytopathology*, 211-236.
- Kepenecci, I. (2021). Pakistan Journal of Nematology: Abstracts (2011-2020)-Plant parasitic nematodes (Tylenchida: Nematoda) in Turkey. *Pakistan Journal of Nematology*, 39(1).
- Kepenecci, İ., & Zeki, C. (2002). Nematodes Of *Tylenchida* (Nematoda) Associated. *Pak. J. Nematol*, 20(1), 61-63.
- Lamberti, F., Vovlas, N., & Tirro, M. A. (1976). An Italian biotype of the Citrus nematode. *Nematologia Mediterranea*, 4(1), 117-120.
- Luc, M., Sikora, R. A., & Bridge, J. (Eds.). (2005). Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture (Vol. 131). CABI Pub.
- Macfarlane, S. A. (2003). Molecular determinants of the transmission of plant viruses by nematodes. *Molecular Plant Pathology*, 4(3), 211-215. <https://doi.org/10.1046/j.1364-3703.2003.00164.x>
- Mai, W. (2018). Plant-parasitic nematodes: a pictorial key to genera. Cornell University Press.
- Martelli, G. P. (1999). Infectious diseases and certification of olive: an overview. *EPPO Bulletin*, 29(1-2), 127-133. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2338.1999.tb00806.x>
- Nyczepir, A. P., & Thomas, S. H. (2009). Current and future management strategies in intensive crop production systems. In *Root-knot Nematodes* (pp. 412-443). Wallingford UK: CABI. <https://doi.org/10.1079/9781845934927.0412>
- Palomares-Rius, J. E., Castillo, P., Montes-Borrego, M., Navas-Cortes, J. A., & Landa, B. B. (2015). Soil properties and olive cultivar determine the structure and diversity of plant-parasitic nematode communities infesting olive orchards soils in southern Spain. *PloS one*, 10(1), e0116890. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0116890>
- Sánchez-Moreno, S., Castro, J., Alonso-Prados, E., Alonso-Prados, J. L., García-Baudín, J. M., Talavera, M., & Durán-Zuazo, V. H. (2015). Tillage and herbicide decrease soil biodiversity in olive orchards: S. Sánchez-Moreno et al. *Agronomy for Sustainable Development*, 35(2), 691-700.
- Siddiqi, M. R. (2000). Tylenchida: parasites of plants and insects. CABI.
- Sorribas, F. J., Verdejo-Lucas, S., Forner, J. B., Alcaidel, A., Pons, J., & Ornat, C. (2000). Seasonality of *Tylenchulus semipenetrans* Cobb and *Pasteuria* sp. in citrus orchards in Spain. *Journal of Nematology*, 32(4S), 622. PMID: PMC2620492 PMID: 19271018.
- Stapleton, J. J., & DeVay, J. E. (1986). Soil solarization: a non-chemical approach for management of plant pathogens and pests. *Crop Protection*, 5(3), 190-198. [https://doi.org/10.1016/0261-2194\(86\)90101-8](https://doi.org/10.1016/0261-2194(86)90101-8)
- Starr, J. L., Cook, R., & Bridge, J. (2002). Plant Resistance to Parasitic Nematodes (pp. x+-258). <https://doi.org/10.1079/9780851994666.0000>

- Szalanski, A. (2004). Phylogenetic relationships of *Longidoridae* species (Nematoda: Dorylaimida) from North America inferred from 18S rDNA sequence data. *Helminthologia*, 41(4), 209-215.
- Taylor, C. E., & Brown, D. J. F. (1997). Nematode vectors of plant viruses (CAB International). *Wallingford, UK*, 286.
- Urek, G., Širca, S., & Karssen, G. (2003). A review of plant-parasitic and soil nematodes in Slovenia. *Nematology*, 5(3), 391-403. <https://doi.org/10.1163/156854103769224386>
- Van Gundy, S. D. (1958). The life history of the citrus nematode, *Tylenchulus semipenetrans* Cobb, *Nematologica*, 3(4), 283-294.
- Verdejo-Lucas, S., & McKenry, M. V. (2004). Management of the citrus nematode, *Tylenchulus semipenetrans*. *Journal of Nematology*, 36(4), 424-432. PMCID: PMC2620797 PMID: 19262822.
- Wallace, H. R. (1963). The biology of plant parasitic nematodes, viii + 280 pp.
- Whitehead, A. G. (1997). Plant nematode control (pp. viii+-384), CAB International.
- Yeates, G. (1999). Effects of plants on nematode community structure. *Annual Review of Phytopathology*, 37(1), 127-149.
- Yılmaz, A., & Gözel, U. (2024). Türkiye’de Zeytin Yetiştirilen Alanlardaki Bitki Paraziti Nematodlar. *Lâpseki Meslek Yüksekokulu Uygulamalı Araştırmalar Dergisi*, 5(9), 1-14.
- Zasada, I. A., Halbrecht, J. M., Kokalis-Burelle, N., LaMondia, J., McKenry, M. V., & Noling, J. W. (2010). Managing nematodes without methyl bromide. *Annual Review of Phytopathology*, 48(1), 311-328. <https://doi.org/10.1146/annurev-phyto-073009-114425>

FARKLI ARMUT (*PYRUS COMMUNIS*) ÇEŞİT VE GENOTİPLERİNDE GENETİK ÇEŞİTLİLİĞİN SSR MARKIRLARI İLE BELİRLENMESİ

Ziraat Yüksek Mühendisi Seval BAŞAYAN RESÜLOĞLU¹/ Prof. Dr. Emel SÖZEN²/ Prof. Dr. Yasemin EVRENOSOĞLU³

¹Tarım ve Orman Bakanlığı Çayıralan İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü,
sevalbasayan@tarimorman.gov.tr, 0000-0003-4357-6993

²Eskişehir Teknik Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, esozen@eskisehir.edu.tr, 0000-0003-4859-8198

³Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, yevrenosoglu@ogu.edu.tr, 0000-0002-0212-8492

Özet

Ülkemiz, birçok türde olduğu gibi, armut için de çeşit zenginliği bakımından geniş bir gen kaynağına sahiptir. Genetik kaynak özelliğindeki çeşitlerin, zamanla yok olmasını engellemek amacıyla genetik materyal ya da kontrollü yetiştiriciliğin koruma altına alınması gerekmektedir. Bu genetik zenginliğin korunması ve üstün özellikli meyve çeşitlerinin kültüre alınarak standart çeşit özelliğine kavuşturulması konusunda ülkemizde birçok çalışmalar yapılmıştır. Son zamanlarda birçok ülkenin yeni ve farklı meyve türlerinin araştırılmasına önem verdiği görülmekte olup bu türlerin özelliklerinin belirlenmesi çalışmaları giderek önem kazanmaktadır. Bu çalışmada moleküler markırlardan SSR tekniği kullanılarak 18 farklı armut çeşidini temsil eden 32 armut genotipi arasındaki genetik çeşitlilik ve akrabalık seviyelerinin ortaya koyulması amaçlanmıştır. PCR ürünlerinin allel büyüklükleri kapiller elektroforez yoluyla belirlenmiştir. Bu veriler kullanılarak 10 veri matrisi oluşturularak ve çeşitler arasındaki genetik benzerlik değerleri NTSYS Pc programında Dice eşitliği kullanılarak analiz edilmiş; yine aynı programda UPGMA analizi ile dendogram hazırlanmıştır. Yapılan analizler sonucunda, en yüksek benzerlik gösteren 2 çeşidin %78 benzerlik oranıyla Margarit Marillat ve Kieffer arasında olduğu belirlenmiştir. Bunu takiben %38,5 benzerlik yüzdesiyle Santa Maria ve Kaiser Alexandre-1, Conference-1 ve Kaiser Alexandre-2 arasında olduğu tespit edilmiştir. 3. en yüksek benzerlik %37 ile Kaiser Alexandre-2 ve Magness-2 iken %35,7 ile Ekşi-2 ve Akça-1 arasında en yüksek 4. benzerlik yüzdesi belirlenmiştir. Elde edilen verilerin ileride yapılacak armut ıslah çalışmalarında yol gösterici olması planlanmaktadır.

Bu çalışma, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu (BAP) tarafından 2FHD-2022-2410 proje numarasıyla desteklenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Pyrus communis*, Genetik Çeşitlilik, SSR, DNA, Polimorfizm

DETERMINATION OF GENETIC DIVERSITY IN DIFFERENT PEAR (*PYRUS COMMUNIS*) VARIETIES AND GENOTYPES WITH SSR MARKERS**MSc. Seval BAŞAYAN RESÜLOĞLU¹/ Prof. Dr. Emel SOZEN²/ Prof. Dr. Yasemin EVRENOSOĞLU³****1Ministry of Agriculture and Forestry, Cayiralan District Directorate of Agriculture and Forestry, sevalbasayan@tarimorman.gov.tr, 0000-0003-4357-6993****2Eskisehir Technical University, Faculty of Science, Department of Biology, esozen@eskisehir.edu.tr, 0000-0003-4859-8198****3Eskisehir Osmangazi University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, yevrenosoglu@ogu.edu.tr, 0000-0002-0212-8492****Abstract**

Our country has a wide genetic resource for pear, as well as for many species, in terms of variety. Genetic material or controlled breeding should be taken under protection in order to prevent the varieties with genetic source characteristics from disappearing over time. Many studies have been carried out in our country to preserve this genetic richness and to bring superior fruit varieties into culture by cultivating them as standard varieties. Recently, it has been seen that many countries attach importance to the research of new and different fruit species, and studies to determine the characteristics of these species are gaining importance. In this study, it was aimed to reveal the genetic diversity and relatedness levels among 32 pear genotypes representing 18 different pear cultivars by using the SSR technique, one of the molecular markers. Allelic sizes of these PCR products were determined by capillary electrophoresis. The peak values read in capillary electrophoresis will give information about whether the relevant PCR product is homozygous or heterozygous and the allele size. Using these data, a data matrix of 10 was created and genetic similarity values between cultivars was analyzed using Dice equation in NTSYS PC program; again in the same program, a dendrogram was prepared with UPGMA analysis. As a result of the analysis, it was determined that the 2 cultivars with the highest similarity were between Margarit Marillat and Kieffer with a similarity rate of 78%. Following this, it was found to be between Santa Maria and Kaiser Alexandre-1, Conference-1 and Kaiser Alexandre-2 with 38,5% similarity percentage. Kaiser Alexandre-2 and Magness-2 had the 3rd highest similarity with 37%, while the 4th highest similarity percentage was determined between Ekşi-2 and Akça-1 with 35,7%. It is planned that the data to be obtained will guide the pear breeding studies in the future.

The study was supported by the Scientific Research Projects Commission (BAP) of Eskişehir Osmangazi University under project number 2FHD-2022-2410.

Keywords: *Pyrus communis*, Genetic diversity, SSR, DNA, Polymorphism

PİRİNÇTE OKRATOKSİN A RİSKİ

Nebihan ERKAN¹/ Gıda Yük. Müh., Eylem ODABAŞ²/ Prof Dr., Bülent KABAK³

¹Hitit Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Çorum, Türkiye, nebihanozturk@gmail.com, ORCID: 0009-0004-9547-2138

²Hitit Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Çorum, Türkiye, eylemodabas19@gmail.com, ORCID: 0000-0001-5034-1370

³Hitit Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Çorum, Türkiye, bulentkabak@hitit.edu.tr, ORCID: 0000-0001-7816-6308

Özet

Pirinç, dünya nüfusunun önemli bir bölümü tarafından temel besin kaynağı olarak tüketilen ve insan beslenmesinde önemli yere sahip olan başlıca tahıl ürünlerinden biridir. Pirinçlerde yüksek ortam nemi, yetersiz kurutma uygulamaları, uygun olmayan depolama sıcaklığı ve uzun süreli muhafaza koşulları gibi çevresel faktörlerden kaynaklı olarak mikotoksin kontaminasyonu meydana gelebilmektedir. Okratoksin A (OTA), *Aspergillus carbonarius*, *Aspergillus ochraceus* ve *Penicillium verrucosum* başta olmak üzere bazı *Aspergillus* ve *Penicillium* cinsi küfler tarafından üretilen mikotoksin tipidir. OTA'nın genotoksik karsinojen olduğu belirtilmekte olup Uluslararası Kanseri Araştırma Ajansı tarafından "olası insan karsinojeni (grup 2B)" olarak gruplandırılmıştır. OTA'nın hepatotoksik, nefrotoksik, teratojenik immünotoksik ve nörotoksik etkiler gösterdiği belirtilmektedir. Pirinçlerde özellikle hasat sonrası süreçlerde su aktivitesinin artması ile küf oluşumu artmakta bu durum OTA biyosentezini hızlandırmaktadır. Bu nedenle pirinç ürünlerinde OTA kontaminasyonun belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. OTA kontaminasyonun belirlenmesinde ince tabaka kromatografisi, enzim bağlantılı immünosorbent testi, sıvı kromatografisi-kütle spektrometrisi teknikleri ve yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) gibi analitik yöntemler kullanılmakta olup özellikle HPLC yöntemleri yüksek duyarlılık ve seçicilik sağlaması nedeniyle yaygın olarak tercih edilmektedir. Literatürde pirinç ürünlerinde OTA kontaminasyonunun bölgesel farklılıklar gösterdiği belirlenmiş olup bazı çalışmalarda Avrupa Birliği tarafından tahıllar için belirtilen maksimum limit değerlerinin aşıldığı rapor edilirken bu durumun tüketici sağlığı açısından potansiyel risk oluşturabileceği belirtilmektedir. Bu nedenle OTA kontaminasyonu, pirinç ürünlerinde kalite kaybının yanı sıra önemli sağlık riskleri oluşturduğundan, etkili izleme ve risk yönetimi stratejilerinin uygulanması gıda güvenliği açısından büyük önem taşımaktadır. Bu derlemenin amacı, pirinç ürünlerinde OTA kontaminasyonunun oluşum mekanizmalarını, toksikolojik etkilerini, kontaminasyonu etkileyen faktörleri, analiz yöntemlerini ve gıda güvenliği açısından önemini güncel literatür çerçevesinde kapsamlı olarak değerlendirmektir.

Anahtar Kelimeler: Pirinç, mikotoksin, okratoksin A, gıda güvenliği, HPLC

RISK OF OCHRATOXIN A IN RICE

Nebihan ERKAN¹/ M.Sc. Food Engineer., Eylem ODABAS²/ Prof Dr., Bulent KABAK³

¹Department of Food Engineering, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Hitit University, Corum, 19030, Türkiye, nebihanozturk@gmail.com, ORCID: 0009-0004-9547-2138

²Department of Food Engineering, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Hitit University, Corum, 19030, Türkiye, eylemodabas19@gmail.com, ORCID: 0000-0001-5034-1370

³Department of Food Engineering, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Hitit University, Corum, 19030, Türkiye, bulentkabak@hitit.edu.tr, ORCID: 0000-0001-7816-6308

Abstract

Rice is one of the major cereal products consumed as a staple food by a significant proportion of the world population and plays an important role in human nutrition. In rice products, mycotoxin contamination may occur due to environmental factors such as high ambient humidity, inadequate drying practices, unsuitable storage temperatures, and prolonged storage conditions. Ochratoxin A (OTA) is a type of mycotoxin produced by certain *Aspergillus* and *Penicillium* molds, particularly *Aspergillus carbonarius*, *Aspergillus ochraceus*, and *Penicillium verrucosum*. OTA has been identified as a genotoxic carcinogen and classified by the International Agency for Research on Cancer as a “possible human carcinogen (Group 2B).” OTA is also reported to exhibit hepatotoxic, nephrotoxic, teratogenic, immunotoxic, and neurotoxic effects. In rice, especially during post-harvest processes, increased water activity promotes fungal growth, thereby accelerating OTA biosynthesis. Therefore, the determination of OTA contamination in rice products is of great importance. Various analytical methods, including thin-layer chromatography, enzyme-linked immunosorbent assay, liquid chromatography–mass spectrometry techniques, and high-performance liquid chromatography (HPLC), are used for OTA determination. Among these, HPLC methods are widely preferred due to their high sensitivity and selectivity. According to the literature, OTA contamination in rice products shows regional variations, and some studies report exceeding the maximum limit values specified by the European Union for cereals, indicating a potential risk to consumer health. Therefore, OTA contamination poses significant health risks in addition to quality deterioration in rice products, making the implementation of effective monitoring and risk management strategies critically important for food safety. The aim of this review is to comprehensively evaluate the formation mechanisms, toxicological effects, influencing factors, analytical methods, and food safety significance of OTA contamination in rice products in light of current literature.

Keywords: Rice, mycotoxin, ochratoxin A, food safety, HPLC

GİRİŞ

Pirinç, dünya genelinde nüfusun yarısından fazlası tarafından tüketilen temel tahıl ürünlerinden biri olup yüksek karbonhidrat içeriği, kolay sindirilebilir yapısı, ekonomik erişilebilirliği ve farklı işleme teknolojilerine uygunluğu nedeniyle beslenmede yaygın olarak yer almaktadır (Hashim ve ark., 2024). Bununla birlikte pirinç, üretimden tüketime kadar uzanan süreçte hasat, kurutma, taşıma ve depolama aşamalarında uygun olmayan çevresel koşullara maruz kalması durumunda fungal kontaminasyona duyarlı hale gelebilmektedir. Tahıl ve tahıl ürünlerinde gıda güvenliğini tehdit eden başlıca kimyasal tehlikeler arasında mikotoksinler bulunmaktadır. Mikotoksinler, çoğunlukla *Aspergillus*, *Penicillium* ve *Fusarium* türlerine ait küfler tarafından sentezlenen toksik sekonder metabolitler olarak tanımlanmaktadır. Bu bileşikler, tarımsal üretim, hasat, işleme ve depolama süreçlerinin farklı aşamalarında oluşabilmekte ve gıda zincirine taşınabilmektedir. Günümüzde 400’den fazla mikotoksin tanımlanmış olmasına rağmen toksikolojik etkileri ve yaygın görülmeleri nedeniyle aflatoksinler (AFs) ve okratoksin A (OTA) en önemli mikotoksinler arasında yer almaktadır.

OTA, başta *Aspergillus carbonarius*, *Aspergillus ochraceus* ve *Penicillium verrucosum* olmak üzere çeşitli *Aspergillus* ve *Penicillium* türleri tarafından üretilmekte olup AFs’den sonra en yaygın görülen mikotoksinlerden biri olarak kabul edilmektedir (Merla vd., 2018). OTA’nın nefrotoksik, immünsupresif, teratojenik, genotoksik ve karsinojenik etkiler gösterebildiği bildirilmektedir. Hayvan çalışmaları, bu toksinin temel hedef organının böbrek olduğunu ortaya koymuş olup çeşitli böbrek hastalıklarıyla ilişkili olabileceği de rapor edilmiştir (EFSA, 2020). Hayvansal çalışmalarda OTA’nın karsinojen etkileri gösterilmiş olmakla birlikte, insanlarda sınırlı kanıt olması nedeniyle Uluslararası Kanser Araştırmaları Ajansı (IARC) tarafından Grup 2B, yani “insanlar için olası karsinojen” olarak sınıflandırılmıştır (IARC, 1993).

Pirinç ve pirinç bazlı ürünlerde gıda güvenliğinin sağlanması halk sağlığının korunması açısından kritik bir gereklilik olarak değerlendirilmektedir. Bununla birlikte pirinç, toksijenik küflerin gelişimine ve bunların sekonder metabolit üretimine elverişli bir matriks olarak değerlendirilmektedir. Özellikle yetersiz kurutma uygulamaları, yüksek tane nemi ve uygun olmayan depolama koşulları, OTA üretebilen küflerin gelişimini destekleyerek kontaminasyon riskini artırmaktadır (Chandravarnan ve ark., 2024). Dünya genelinde gerçekleştirilen araştırmalarda çeltik ve pirinç örneklerinde OTA kontaminasyonu rapor edilmiş, bazı çalışmalarda ise yasal limitleri aşan düzeylerde OTA varlığı belirlenmiştir (Iqbal ve ark., 2016; Mazaheri, 2023). Bu bulgular, pirinç ve pirinç bazlı ürünlerde OTA kontaminasyonunun düzenli olarak izlenmesini ve risk azaltıcı uygulamaların geliştirilmesini gerekli kılmaktadır. Bu nedenle OTA kontaminasyonu, pirinç ürünlerinde kalite kaybının yanı sıra önemli sağlık riskleri oluşturduğundan, etkili izleme ve risk yönetimi stratejilerinin uygulanması gıda güvenliği açısından büyük önem taşımaktadır. Bu derlemenin amacı, pirinç ürünlerinde OTA kontaminasyonunu riskini, toksikolojik etkilerini, kontaminasyonu etkileyen faktörleri, analiz yöntemlerini ve gıda güvenliği açısından önemini güncel literatür çerçevesinde kapsamlı olarak değerlendirmektir.

1. PİRİNÇ

Pirinç, çeltik bitkisinin (*Oryza sativa* L.) kavuzunun uzaklaştırılması ve sonrasında uygulanan değirmenleme işlemleri sonucunda elde edilen bir tahıl ürünüdür. İşleme aşamalarında ürünün embriyo, kabuk ve alöron tabakası kısmen veya tamamen uzaklaştırılabilmektedir. Hasat sonrasında kavuzunu koruyan ürün “çeltik”, kavuzu uzaklaştırılmış ancak parlatılmamış ürün “kahverengi pirinç” veya “kargo pirinç”, kabuk soyma ve parlatma işlemlerinin tamamlanmasıyla elde edilen son ürün ise “pirinç” olarak tanımlanmaktadır (Duan ve ark., 2024).

Dünya genelinde yaygın olarak yetiştirilen çeltik, özellikle Asya ülkelerinde temel tarımsal üretim sistemlerinin önemli bileşenlerinden birini oluşturmaktadır. Dünya’da üretim ve ekim alanı bakımından önde gelen tahıllar arasında yer alan çeltik, buğdaydan sonra en geniş ekim alanına sahip tahıl ürünü olarak kabul edilmektedir. Çeltik bitkisi yüksek sıcaklık gereksinimine sahip olup sıcak iklim koşullarına belirgin uyum göstermektedir. Ortalama sıcaklığın 20-25°C arasında değiştiği bölgeler çeltik yetiştiriciliği açısından uygun ekolojik koşullar olarak kabul

edilmektedir. Diğer tahıl türlerinden farklı olarak su altında çimlenebilme özelliğine sahip olan çeltik, kökleri aracılığıyla suda çözülmüş oksijeni kullanabilmekte ve fotosentez sonucu oluşan oksijenin bitki içerisinde taşınmasından yararlanabilmektedir. Bu fizyolojik özellikler, yetiştirme döneminde yüksek nem ve su gereksiniminin temel nedenleri arasında yer almaktadır (Chauhan, 2017).

Dünya’da pirinç üretim ve tüketiminin yüksek düzeylerde gerçekleşmesi, hasat sonrası muhafaza uygulamalarının önemini artırmaktadır. Ürünün uzun süreli depolanması, taşınması ve pazarlanması sırasında kalite özelliklerinin korunması gıda güvenliği açısından kritik bir gereklilik olarak değerlendirilmektedir. Güvenli depolama için çeltikte önerilen nem içeriğinin yaklaşık %14 düzeyinde olması gerektiği bildirilmektedir. Bu değerin üzerindeki nem koşulları mikrobiyal aktiviteyi artırarak küf gelişimini teşvik etmekte ve kalite kayıplarına neden olabilmektedir (Sumiahadi ve ark., 2020).

Pirinçte uygun olmayan depolama koşulları fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik bozulmaları hızlandırarak ürün kalitesinde önemli kayıplara yol açabilmektedir. Bu bozulmalar arasında fungal gelişim ve buna bağlı mikotoksin oluşumu, çeltik ve pirinç ürünlerinde öne çıkan gıda güvenliği riskleri arasında yer almaktadır (Chandravarnan ve ark., 2024). Mikotoksin kontaminasyonu yalnızca ürün kalitesini olumsuz etkilemekle kalmamakta, aynı zamanda insan ve hayvan sağlığı açısından da önemli riskler oluşturmaktadır.

2. MİKOTOKSİNLER VE OKRATOKSİN A

Mikotoksinler, başta *Aspergillus*, *Penicillium*, *Alternaria*, *Fusarium* spp. olmak üzere çeşitli küf türleri tarafından üretilen toksik sekonder metabolitlerdir (Kabak ve Dobson, 2009). Mikotoksin oluşumu, sıcaklık, nem, pH, ürün çeşidi ve depolama koşulları gibi çok sayıda çevresel ve teknolojik faktörden etkilenmektedir (Daou ve ark., 2021). Birden fazla küf türü aynı mikotoksini üretebildiği gibi, tek bir küf türü de farklı mikotoksinlerin sentezinden sorumlu olabilmektedir. 400’ün üzerinde farklı mikotoksin tipi tanımlanmış olmakla birlikte doğada yaygın olarak bulunan başlıca mikotoksinler; AFs, OTA, fumonisinler, zearalenone ve deoksinivalenol’dur (Van Egmond, 2004).

OTA, başta *A. carbonarius*, *A. ochraceus* ve *P. verrucosum* olmak üzere çeşitli *Aspergillus* ve *Penicillium* türleri tarafından üretilmektedir (Merla vd., 2018). Tahıl ve tahıl ürünleri, üzüm ve üzüm ürünleri, kahve, kakao, baharatlar ile kuru üzüm gibi çok sayıda gıda grubunda OTA kontaminasyonu rapor edilmiştir (EFSA, 2020). OTA’nın hepatotoksik, nefrotoksik, teratojenik, immünotoksik ve nörotoksik etkiler gösterebildiği bildirilmektedir. Ayrıca OTA’nın oksidatif stres mekanizmalarını aktive ettiği, reaktif oksijen türlerinin (ROS) oluşumunu artırdığı ve bunun sonucunda DNA eklentileri ile DNA tek zincir kırıklarının meydana gelebildiği rapor edilmiştir (EFSA, 2020). Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (EFSA) Bulaşanlar Paneli, OTA için sağlık bazlı kılavuz değer (health-based guidance value, HBGV) belirlenmesinin uygun olmadığı sonucuna ulaşmış ve hem neoplastik olmayan hem de neoplastik etkilerin değerlendirilmesinde maruziyet marjı (Margin of Exposure, MOE) yaklaşımının kullanılmasını önermiştir (EFSA, 2020).

OTA’nın insan sağlığı üzerindeki potansiyel etkilerine ilişkin bulgular doğrultusunda birçok ülkede gıdalardaki OTA düzeylerinin kontrolüne yönelik yasal düzenlemeler yürürlüğe konulmuştur (EFSA, 2020). Avrupa Komisyonu ve Türk Gıda Kodeksi (TGK) tarafından OTA için belirlen maksimum limit (ML) değerleri, işlenmemiş tahıllarda 5 µg/kg, doğrudan insan tüketimine sunulan tahıl ve tahıl bazlı ürünlerde 3 µg/kg olarak belirlenmiştir (European Commission, 2023; TGK, 2023). Bu kapsamda Gıdalarda OTA kontaminasyonunun etkin şekilde izlenebilmesi ve yasal limitlere uygunluğunun değerlendirilebilmesi, güvenilir ve duyarlı analitik yöntemlerin kullanılmasını gerekli kılmaktadır.

2.1. Mikotoksin Analiz Yöntemleri

Gıda ve yemlerde mikotoksin analizleri, uygun örnekleme, homojenizasyon, ekstraksiyon, ekstrakt temizleme ve analitin kalitatif veya kantitatif olarak belirlenmesini içeren çok aşamalı bir süreçtir. Mikotoksinlerin gıda matrikslerinde heterojen dağılım göstermesi nedeniyle örnekleme ve homojenizasyon basamakları güvenilir

sonuçlar elde edilmesinde kritik öneme sahiptir. Ekstraksiyon ve temizleme aşamalarında sıvı-sıvı ekstraksiyonu, katı faz ekstraksiyonu, süperkritik akışkan ekstraksiyonu, jel geçirgenlik kromatografisi ve immünoafinite kolon (IAC) uygulamaları yaygın olarak kullanılmaktadır (Köppen ve ark., 2010).

Mikotoksinlerin belirlenmesinde ise ince tabaka kromatografisi (TLC), gaz kromatografisi (GC), yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC), gaz kromatografisi-kütle spektrometresi (GC-MS), sıvı kromatografisi-kütle spektrometresi (LC-MS/MS), ELISA ve çeşitli biyosensör tabanlı yöntemlerden yararlanılmaktadır (Gilbert ve Anklam, 2002). Son yıllarda çoklu mikotoksinlerin eş zamanlı analizine olanak sağlaması nedeniyle LC-MS/MS sistemlerinin kullanımı yaygınlaşmıştır. Bununla birlikte yüksek cihaz maliyeti ve uzman personel gereksinimi, yöntemin kullanımını sınırlayan başlıca faktörler arasında yer almaktadır (Kim ve ark., 2017).

HPLC ise yüksek ayırma gücü, duyarlılığı ve tekrarlanabilir sonuçlar sağlaması nedeniyle gıda ve yemlerde mikotoksinlerin kalitatif ve kantitatif analizinde en yaygın kullanılan yöntemlerden biri olarak kabul edilmektedir. Yöntem, örnek bileşenlerinin yüksek basınç altında kolondan geçirilerek ayrılması prensibine dayanmaktadır.

3. PİRİNÇLERDE OTA KONTAMİNASYONU KONUSUNDA YAPILAN ÇALIŞMALAR

Adana ve Mersin illerinde Eylül 2013-Kasım 2014 tarihleri arasında toplanan 58 pirinç örneğinin OTA varlığı açısından incelendiği bir çalışmada, örneklerin %5,2'sinde OTA kontaminasyonu belirlenmiştir. OTA düzeylerinin < ölçüm limiti (LOQ)-0,98 µg/kg aralığında değiştiği ve hiçbir örneğin Avrupa Birliği (AB) ML değerini aşmadığı bildirilmiştir (Golge ve Kabak, 2016). Benzer şekilde Türkiye'nin Orta Anadolu Bölgesi'ndeki (Çorum ve Ankara) illerden toplanan 50 pirinç örneğinde OTA düzeyinin araştırıldığı bir çalışmada, örneklerin yalnızca ikisinde (%4) düşük düzeyde OTA kontaminasyonu (0,110 ve 0,136 µg/kg) belirlenmiştir (Külahi ve Kabak, 2020).

Hepsağ (2020) tarafından yürütülen çalışmada çeltik örneklerinin %10'unda OTA kontaminasyonu tespit edilmiş olup konsantrasyonların <LOQ-5,44 µg/kg aralığında değiştiği bildirilmiştir. Pozitif örneklerden birinin AB ML değerini aştığı ifade edilmiş, ancak genel olarak sonuçların Türk Gıda Kodeksi ve AB limit değerleri ile uyumlu olduğu değerlendirilmiştir.

Pakistan'da 208 pirinç ve pirinç ürünü örneği üzerinde yürütülen bir çalışmada, örneklerin yaklaşık %19'unun OTA ile kontamine olduğu ve %14'ünün AB ML değerini aştığı belirlenmiştir. Beyaz pirinç örneklerinde ortalama OTA düzeyi 8,50 µg/kg, maksimum düzey ise 24,9 µg/kg olarak bildirilirken (Iqbal ve ark., 2016), Kamerun'da gerçekleştirilen bir çalışmada ise, 12 pirinç örneğinin %41,7'sinde 0,1-0,5 µg/kg aralığında OTA tespit edilmiş, ancak tüm değerlerin AB ML sınırlarının altında olduğu bildirilmiştir (Nganou Donkeng ve ark., 2022).

İran'ın Mazandaran eyaletinde gerçekleştirilen bir çalışmada, 220 yerli ve ithal pirinç örneği incelenmiş, yerli örneklerin %20,45'inde, ithal örneklerin ise %13,63'ünde OTA kontaminasyonu belirlenmiştir. OTA tespit edilen örneklerde konsantrasyonların 1-10,91 µg/kg aralığında değiştiği, ancak tüm örneklerin AB ML değerlerinin altında kaldığı bildirilmiştir (Habib ve ark., 2017). Benzer şekilde İran'da gerçekleştirilen bir çalışmada, 429 pirinç örneğinin 19'unda (%4,43) OTA kontaminasyonu belirlenmiştir. Pirinç örneklerinde ortalama OTA konsantrasyonu 0,4 µg/kg, maksimum konsantrasyon ise 9,78 µg/kg olarak rapor edilmiştir. Ayrıca iki örneğin AB ML değerini aştığı bildirilmiştir (Mazaheri, 2023).

Genel olarak incelenen çalışmalar OTA'nın gıda güvenliği açısından bir risk faktörü olabileceğini ve pirinç gibi yaygın tüketilen gıdalarda bulunmasının halk sağlığı açısından dikkatle değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

OTA, tahıl ve tahıl ürünlerinde yaygın olarak karşılaşılan önemli bir mikotoksindir. Dünya genelinde temel gıda maddelerinden biri olan pirinç, üretimden tüketime kadar geçen süreçte uygun olmayan kurutma, taşıma ve

depolama koşullarına maruz kalması durumunda OTA kontaminasyonuna açık hale gelebilmektedir. Literatürde yer alan çalışmalar, pirinç ve çeltik örneklerinde farklı düzeylerde OTA kontaminasyonu bulunduğunu, bazı bölgelerde ise yasal limitleri aşan konsantrasyonların tespit edildiğini göstermektedir. Bu durum, pirinç ve pirinç unu gibi ürünlerde OTA kontaminasyonunun gıda güvenliği açısından sürekli izlenmesi gereken bir tehlike olduğunu ortaya koymaktadır. OTA'nın nefrotoksik, immünotoksik, genotoksik ve potansiyel karsinojenik etkileri dikkate alındığında, bu toksine maruziyetin halk sağlığı açısından önemli sonuçlar doğurabileceği değerlendirilmektedir. OTA oluşumunun su aktivitesinin yanı sıra sıcaklık, ortam nemi, depolama süresi ve depolama koşulları gibi birçok çevresel faktörden etkilendiği bilinmektedir. Bu nedenle kontaminasyonun önlenmesine yönelik stratejilerin yalnızca son ürüne değil, üretim zincirinin tüm aşamalarına odaklanması gerekmektedir. OTA riskinin azaltılmasında hasat sonrası hızlı ve etkin kurutma uygulamalarının gerçekleştirilmesi, ürün nem içeriğinin güvenli düzeylerde tutulması, uygun depolama sıcaklığı ve nispi nem koşullarının sağlanması, hasarlı ve kırık tanelerin uzaklaştırılması ile düzenli kalite kontrol programlarının uygulanması temel önlemler arasında yer almaktadır. Bunun yanı sıra üreticilerin, depolama işletmelerinin ve ilgili sektör paydaşlarının mikotoksin oluşumunu etkileyen faktörler konusunda bilinçlendirilmesi, iyi tarım uygulamalarının yaygınlaştırılması ve etkili izleme programlarının yürütülmesi kontaminasyon riskinin azaltılmasına katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Chandravarnan, P., Agyei, D., & Ali, A. (2024). The prevalence and concentration of mycotoxins in rice sourced from markets: a global description. *Trends in Food Science & Technology*, 146, 104394.
- Chauhan, B. S., Jabran, K., & Mahajan, G. (Eds.). (2017). Rice production worldwide (Vol. 247). Cham, Switzerland: Springer International Publishing.
- Daou, R., Joubrane, K., Maroun, R. G., Khabbaz, L. R., Ismail, A., & Khoury, A. E. (2021). Mycotoxins: Factors influencing production and control strategies. *AIMS Agriculture and Food*, 6, 416–447.
- Duan, S., Ai, H., Liu, S., Zhou, A., Cao, Y., & Huang, X. (2024). Functional nutritional rice: current progresses and future prospects. *Frontiers in Plant Science*, 15, 1488210.
- European Commission. (2023). Commission Regulation (EU) 2023/915 of 25 April 2023 on maximum levels for certain contaminants in food and repealing Regulation (EC) No 1881/2006. Official Journal of the European Union.
- European Food Safety Authority (EFSA). (2020). Scientific opinion on the risk assessment of ochratoxin A in food. *EFSA Journal*, 18, 6113.
- Ibert, J., & Anklam, E., 2002. Validation of analytical methods for determining mycotoxins in foodstuff. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 21, 468–486.
- Golge, O., & Kabak, B. (2016). First report: Exposure estimates to ochratoxin A through wheat bread and rice intake in Turkey. *Journal of Cereal Science*, 69, 213–217.
- Habib, V., Mohammad, G., Zeinal-Abedin, B., & Zahra, M. (2017). Ochratoxin A detection in rice samples in Mazandaran Province. *Pharmacophore*, 8, 10–21.
- Hashim, N., Ali, M. M., Mahadi, M. R., Abdullah, A. F., Wayayok, A., Kassim, M. S. M., & Jamaluddin, A. (2024). Smart farming for sustainable rice production: An insight into application, challenge, and future prospect. *Rice Science*, 31, 47–61.
- Hepsağ, F. (2020). Buğday ve çeltikte okratoksin A'nın kantitatif olarak tespiti ve validasyon çalışması. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 6, 336–346.

- International Agency for Research on Cancer. (1993). *Some naturally occurring substances: Food items and constituents, heterocyclic aromatic amines and mycotoxins* (IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Vol. 56).
- Iqbal, S. Z., Asi, M. R., Hanif, U., Zuber, M., & Jinap, S. (2016). The presence of aflatoxins and ochratoxin A in rice and rice products and evaluation of dietary intake. *Food Chemistry*, 210, 135–140.
- Kabak, B., & Dobson, A. D. W. (2009). Biological strategies to counteract the effects of mycotoxins. *Journal of Food Protection*, 72, 2006–2016.
- Kim, D.H., Hong, S.H., Kang, J.W., Cho, S.M., Lee, K.R., An, T.K., Lee, C., Chung, S.H. (2017). Simultaneous determination of multi-mycotoxins in cereal grains collected from South Korea by LC/MS/MS. *Toxins*, 9, 90–106.
- Köppen, R., Koch, M., Siegel, D., Merkel, S., Maul, R., Nehl, I. (2010). Determination of mycotoxins in foods: current state of analytical methods and limitations. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 86, 1595–1612.
- Külahi, A., & Kabak, B. (2020). A preliminary assessment of dietary exposure of ochratoxin A in Central Anatolia Region, Turkey. *Mycotoxin Research*, 36, 327–337.
- Mazaheri, M. (2023). Investigating the possibility of the occurrence of mycotoxins in rice and rice flour imported to Iran. *Journal of Food Composition and Analysis*, 122, 105464.
- Merla, C., Andreoli, G., Garino, C., Vicari, N., Tosi, G., Guglielminetti, M. L., Moretti, A., Biancardi, A., Arlorio, M., & Fabbi, M. 2018. Monitoring of ochratoxin A and ochratoxin-producing fungi in traditional salami manufactured in Northern Italy. *Mycotoxin Research*, 34, 107–116.
- Nganou Donkeng, N., Sokamte Tegang, A., Tchinda Sonwa, E., Ntsamo Beumo, T. M., Nodem Sohanang, F. S., Douanla Nodem, N. F., & Tatsadjieu Nguone, L. (2022). Fungal diversity and occurrence of aflatoxin B₁, citrinine, and ochratoxin A in rice of Cameroon. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46, 16429.
- Sumiahadı, A., Mülâyim, M., & Acar, R. (2020). Tahılların depolanmasında genel prensipler ve çeştiğın depolanması. *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi*, 9, 102–112.
- Türk Gıda Kodeksi. (2023). *Türk Gıda Kodeksi bulaşanlar yönetmeliğı* (Resmî Gazete, 5 Kasım 2023, Sayı: 32360).
- Van Egmond, H. P. 2004. Natural toxins: risks, regulations and the analytical situation in Europe. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 378, 1152–1160.

HAVUÇLARDA PESTİSİT KALINTI RİSKİ

Burcu DUMLUPINAR ÖNCÜL¹/ Gıda Yük. Müh., Eylem ODABAŞ²/ Prof Dr., Bülent KABAK³

¹Hitit Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Çorum, Türkiye, Türkiye, burcudumlupinaroncul@gmail.com, ORCID: 0009-0001-3317-9700

²Hitit Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Çorum, Türkiye, eylemodabas19@gmail.com, ORCID: 0000-0001-5034-1370

³Hitit Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Çorum, Türkiye, bulentkabak@hitit.edu.tr, ORCID: 0000-0001-7816-6308

Özet

Pestisitler tarımsal üretim süreçlerinde bitki sağlığını tehdit eden patojenleri, yabancı ot rekabetini ve zararlı organizmaları baskılamak amacıyla kullanılan doğal ya da yapay içerikli kimyasal bileşenlerdir. Pestisitlerin yanlış kullanımı toprak, su ve gıda kontaminasyonu yoluyla çevre ve insan sağlığı üzerinde önemli riskler oluşturmaktadır. Kök sebzeler arasında yer alan havuç (*Daucus carota* L.), doğrudan toprakla temas halinde gelişmesi ve ince geçirgen epidermal yapısı nedeniyle hem uygulanan pestisitlere hem de önceki tarımsal faaliyetlerden kaynaklanan toprak kökenli kalıntılara karşı yüksek düzeyde kontaminasyon riski taşımaktadır. Bununla birlikte havuç yetiştiriciliğinde verim ve kalite kayıplarına neden olan birçok fungal, bakteriyel ve nematod kaynaklı hastalık bulunmaktadır. Bunlar arasında bakteriyel yaprak yanıklığı (*Xanthomonas campestris* pv. *carotae*), kök ur hastalığı (*Meloidogyne* spp) ve kök çürüklükleri (*Fusarium* türleri) yer almaktadır. Söz konusu hastalıkların kontrol altına alınması ve ürün veriminin artırılması amacıyla havuç üretiminde sıklıkla pestisit uygulamaları gerçekleştirilmektedir. Ancak bu uygulamalar, hasat sonrası ürünlerde pestisit kalıntısı oluşumunu beraberinde getirerek gıda güvenliği açısından önemli bir risk faktörü oluşturmaktadır. Bu nedenle havuç örneklerinde pestisit kalıntılarının güvenilir ve hassas yöntemlerle belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. Günümüzde çoklu pestisit analizlerinde gaz kromatografisi-kütle spektrometrisi ve sıvı kromatografisi-kütle spektrometrisi teknikleri (LC-MS/MS), yüksek duyarlılık, seçicilik ve doğruluk sağlamaları nedeniyle yaygın olarak kullanılmaktadır. Literatürde yer alan çalışmalar incelendiğinde, havuç örneklerinde chlorpyrifos, tebuconazole, boscalid, azoxystrobin ve imidacloprid gibi çeşitli pestisit kalıntılarının tespit edildiği bildirilmektedir. Ayrıca bazı çalışmalarda belirlenen kalıntı düzeylerinin maksimum kalıntı limitlerini aştığı ve bu durumun tüketici sağlığı açısından potansiyel risk oluşturduğu belirtilmektedir. Elde edilen bulgular, havuçta pestisit kalıntılarının düzenli olarak izlenmesinin, etkin denetim mekanizmalarının uygulanmasının ve sürdürülebilir pestisit yönetim stratejilerinin geliştirilmesinin gıda güvenliği açısından kritik öneme sahip olduğunu göstermektedir. Bu kapsamda bu derlemede, havuçta pestisit kaynaklı kontaminasyon riski, yaygın olarak tespit edilen pestisit türleri, analiz yöntemleri ve gıda güvenliği açısından olası etkilerin kapsamlı biçimde değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Havuç, pestisit kalıntısı, gıda güvenliği, LC-MS/MS

RISK OF PESTICIDE RESIDUES IN CARROTS

Burcu DÜMLUPINAR ONCUL¹/ M.Sc. Food Engineer., Eylem ODABAS²/ Prof Dr., Bulent KABAK³

¹Department of Food Engineering, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Hitit University, Corum, 19030, Türkiye, burcudumlupinaroncul@gmail.com, ORCID: 0009-0001-3317-9700

²Department of Food Engineering, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Hitit University, Corum, 19030, Türkiye, eylemodabas19@gmail.com, ORCID: 0000-0001-7816-6308

³Department of Food Engineering, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Hitit University, Corum, 19030, Türkiye, bulentkabak@hitit.edu.tr, ORCID: 0000-0001-7816-6308

Abstract

Pesticides are natural or synthetic chemical compounds used in agricultural production to suppress pathogens, weeds, and harmful organisms threatening plant health. However, the improper use of pesticides may lead to contamination of soil, water, and food systems, posing significant risks to environmental and human health. Carrot (*Daucus carota* L.), a root vegetable grown in direct contact with soil, is particularly susceptible to contamination due to its thin and permeable epidermal structure. In addition, soil-borne residues originating from previous agricultural practices may also contribute to contamination in carrots. Carrot cultivation is affected by various fungal, bacterial, and nematode-related diseases that cause substantial yield and quality losses. Important diseases include bacterial leaf blight caused by *Xanthomonas campestris* pv. *carotae*, root-knot disease caused by *Meloidogyne* spp., and root rot diseases caused by *Fusarium* species. To control these diseases and increase productivity, pesticides are widely used during carrot production. Nevertheless, these applications may result in pesticide residues in harvested products, thereby creating a significant food safety concern. Therefore, the reliable and sensitive determination of pesticide residues in carrot samples is of great importance. Currently, gas chromatography–mass spectrometry and liquid chromatography–mass spectrometry (LC-MS/MS) techniques are commonly used in multi-residue pesticide analyses because of their high sensitivity, selectivity, and accuracy. Previous national and international studies have reported the presence of pesticide residues such as chlorpyrifos, tebuconazole, boscalid, azoxystrobin, and imidacloprid in carrot samples. Furthermore, some studies have shown that residue levels exceeded maximum residue limits, indicating potential risks to consumer health. These findings emphasize the importance of regular monitoring of pesticide residues, effective control mechanisms, and sustainable pesticide management strategies to ensure food safety. This review aims to comprehensively evaluate pesticide contamination risks, commonly detected pesticide residues, analytical methods, and their possible effects on food safety in carrots.

Keywords: Carrot, pesticide residue, food safety, LC-MS/MS

GİRİŞ

Havuç (*Daucus carota* L.), dünya çapında yaygın şekilde yetiştirilen kök sebzelerden biridir ve hem tarımsal üretimde hem de insan beslenmesinde uzun zamandır temel bir ürün olarak kabul edilmektedir. Havuçlar yaklaşık %87,7 oranında su ile kalsiyum, fosfor, potasyum, sodyum, magnezyum ve çinko gibi minerallerin yanı sıra niasin (B₃), riboflavin (B₂), tiamin (B₁) ve B₆ vitamini gibi vitaminleri de içeren geniş bir temel besin ögesi profiline sahiptir (USDA, 2022). Bu besin maddelerine ek olarak fenolik bileşikler, poliasetilenler ve karotenoidler dahil olmak üzere yüksek düzeyde fitokimyasal içermektedirler.

Havuç üretimi, çeşitli bitki patojenlerinden ve agronomik zorluklardan etkilenmektedir. Havuç üretiminde karşılaşılan başlıca havuç hastalıkları arasında bakteriyel yumuşak çürüklük (*Pectobacterium carotovorum*), bakteriyel yaprak yanıklığı (*Xanthomonas campestris* pv. *carotae*), kök ur hastalığı (*Meloidogyne* spp), fungal yaprak yanıklığı (*Alternaria dauci*) ve kök çürüklükleri (*Fusarium* türleri) yer almaktadır (Nesha ve Siddiqui, 2013). Patojenlere ek olarak yabancı ot istilası da havuç yetiştiriciliğinde önemli bir sorundur. Yabancı otlar, erken aşamalarda çimlenmeyi engelleyebilir ve sonrasında besin maddeleri, su ve ışık için havuç bitkileriyle rekabet ederek verimin düşmesine ve kök kalitesinin azalmasına yol açabilir. Bu nedenle, biyotik stresleri hafifletmek ve tarımsal üretkenliği sürdürmek amacıyla havuç üretim sistemlerinde yoğun pestisit kullanımı gerçekleştirilmektedir.

Buna karşın pestisitlerin bilinçsiz ve aşırı kullanımı, ürünlerde kalıntı oluşumuna neden olarak tüketici sağlığı ve çevre açısından önemli riskler ortaya çıkarabilmektedir. Pestisit kalıntılarına uzun süreli maruziyetin çeşitli kronik sağlık etkileriyle ilişkilendirildiği, ayrıca çevresel kirliliğe katkıda bulunduğu bildirilmektedir (Lazarević-Pašti ve ark., 2025). Havuç, yüksek tüketim oranına sahip olması ve sıklıkla çiğ olarak tüketilmesi nedeniyle pestisit kalıntıları açısından dikkatle izlenmesi gereken ürünler arasında yer almaktadır. Bu nedenle havuçlarda pestisit kalıntılarının belirlenmesi ve olası risklerin değerlendirilmesi, gıda güvenliğinin sağlanması açısından önem taşımaktadır. Bu derlemede, havuçta pestisit kaynaklı kontaminasyon riski, yaygın olarak tespit edilen pestisitler, bu kalıntıların belirlenmesinde kullanılan analiz yöntemleri ve gıda güvenliği açısından potansiyel etkileri güncel literatür ışığında değerlendirilmiştir.

1. HAVUÇ

Havuç (*Daucus carota* L.), dünyada yaygın tüketilen bir kök sebze olup çeşitli fenolik bileşikler, karotenoidler, askorbik asit, lif ve mineraller içermesi sebebiyle beslenme açısından önemli bir bitkisel üründür (Santos ve ark., 2024). Havuç, karotenoidler, fenolik bileşikler, askorbik asit, α -tokoferol, D, K, B₁, B₆ vitaminleri ve poliasetilenler gibi çeşitli fitokimyasallar bakımından zengin bir içeriğe sahiptir. Havuç, β -karoten, askorbik asit ve tokoferol bakımından zengin yapısı nedeniyle “vitaminli gıda” olarak sınıflandırılmakta ve içerdiği biyoaktif bileşiklerin çeşitliliği sayesinde sağlık üzerine olumlu etkiler gösteren fonksiyonel bir gıda olarak kabul edilmektedir (Sharma ve ark., 2012). Havuçta bulunan bu fitokimyasalların biyolojik aktiviteleri sayesinde tüketimi kardiyovasküler hastalıkların engellenmesi, katarakt oluşumunun durdurulması, kas dejenerasyonunun önlenmesi, anti-mutajenik etkiler ve bağışıklık sisteminin güçlendirilmesi gibi pek çok sağlık faydası ile doğrudan bağlantılıdır (Amad ve ark., 2019).

Bu nedenle havuç üretiminde verim ve kaliteyi artırmak büyük önem taşımaktadır. Havuç üretiminde başlıca biyotik faktörler arasında bakteriyel, fungal ve nematod kaynaklı hastalıklar bulunmaktadır. Bakteriyel yumuşak çürüklüğe neden olan *Pectobacterium carotovorum*, hücre duvarını parçalayan enzimlerin etkisiyle bitki dokularında yumuşama ve çürüklüğe yol açmaktadır (Whitehead ve ark., 2002). *Xanthomonas campestris* pv. *carotae* tarafından oluşturulan bakteriyel yaprak yanıklığı ise özellikle sıcak ve nemli koşullarda gelişimini sürdürmektedir (Pfleger ve ark., 1974). Fungal etmenlerden *Alternaria dauci*, yaprak, gövde ve üreme organlarında lezyon oluşumuna neden olan önemli bir yaprak hastalığı etmeni olarak tanımlanırken (Agrios, 2005), *Fusarium* türleri kök dokularında çürüklük oluşturarak ürün kalitesinde kayıplara neden olabilmektedir.

(Brand ve ark., 2010). Ayrıca *Meloidogyne incognita* ve *Meloidogyne javanica* gibi kök ur nematodları, köklerde ur ve dev hücre oluşumuna yol açarak bitkinin su ve besin maddesi alımını sınırlandırmakta ve verimi olumsuz etkilemektedir (Stein ve Nothnagel, 1995). Hastalık ve zararlıların yanı sıra yabancı otlar da havuç yetiştiriciliğinde önemli verim kayıplarına neden olmaktadır. Yabancı otlar çıkışı engelleyebilmekte ve gelişme döneminde kültür bitkisiyle rekabete girerek kök verimi ve ürün kalitesini düşürebilmektedir (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2016). Bu nedenle havuç üretiminde hastalık, zararlı ve yabancı otların kontrol altına alınması amacıyla pestisit uygulamalarından sıklıkla yararlanılmaktadır.

2. PESTİSİT

Tarımsal üretimde bitki patojenleri, zararlılar ve yabancı otların kontrolü amacıyla kullanılan doğal veya sentetik kimyasal bileşikler pestisit olarak tanımlanmaktadır. Doğal pestisitler bitkisel veya mineral kaynaklı bileşenlerden elde edilirken, sentetik pestisitler organik ve inorganik bileşiklerden oluşmaktadır. Organik sentetik pestisitler arasında organoklorlular, organofosfatlar, karbamatlar ve piretroidler yer almaktadır. Organoklorlu pestisitler çevrede uzun süre kalabilmeleri ve biyobirikim gösterebilmeleri nedeniyle kalıcı organik kirleticiler arasında yer alırken, organofosfatlar ve karbamatlar sinir sisteminde asetilkolinesteraz enzimini inhibe ederek etki göstermekte ve genellikle daha düşük çevresel kalıcılık sergilemektedir. Organofosfatlar geniş etki spektrumları ve biyolojik olarak parçalanabilmeleri nedeniyle yaygın olarak kullanılmakta, karbamatlar ise benzer etki mekanizmasına sahip olmalarının yanı sıra doğal koşullarda nispeten hızlı bozunmalarıyla dikkat çekmektedir. Sentetik piretroidler ise doğal piretrinlerin yapısının taklit edilmesiyle geliştirilmiş olup ışık etkisiyle kolay parçalanmaları nedeniyle modern tarım uygulamalarında yaygın olarak tercih edilmektedir (Yadav ve Devi, 2017).

Pestisitler kullanım amaçlarına göre ise herbisit, fungusit ve insektisit gibi farklı gruplara ayrılmaktadır. Herbisitler yabancı otların gelişimini baskılayarak kültür bitkileriyle su, ışık ve besin maddeleri açısından rekabet etmelerini engellemektedir. Fungusitler bitkilerde hastalığa neden olan fungal etmenlerin gelişimini ve çoğalmasını sınırlandırırken, insektisitler ise tarımsal üretimde ekonomik kayıplara neden olan zararlı böceklerin kontrolünde kullanılmaktadır (Garud ve ark., 2024). Bununla birlikte pestisitlerin bilinçsiz ve aşırı kullanımı, hedef organizmaların kontrolünün ötesinde çevresel ve toksikolojik sorunlara yol açabilmektedir. Uzun süreli pestisit uygulamalarının toprak mikrobiyal çeşitliliğini azaltabildiği, amonifikasyon, nitrifikasyon ve denitrifikasyon gibi temel biyolojik süreçleri olumsuz etkileyebildiği ve buna bağlı olarak ekosistem dengesinde bozulmalara neden olabildiği bildirilmektedir (Yadav ve ark., 2025).

Pestisit kalıntıları yalnızca çevresel açıdan değil, insan sağlığı bakımından da önemli riskler oluşturmaktadır. Pestisitlere, diyetle maruz kalmaktan kaynaklanan akut ve kronik sağlık etkileri, özellikle gelişmekte olan ülkelerde ciddi halk sağlığı sorunları oluşturmaktadır. Özellikle organoklorlu ve organofosfat pestisitlerin nörotoksik etkilerinin yanı sıra kanser ve çeşitli organ hasarları ile ilişkili olduğu bildirilmiştir. Karbamatların solunum sistemi rahatsızlıkları ve gelişimsel bozukluklarla bağlantılı olduğu, daha düşük kalıcılık göstermelerine rağmen piretrin ve piretroidlerin de sistemik toksisite oluşturabildiği rapor edilmiştir (Zhou ve ark., 2025). Bu nedenle pestisit kullanımından kaynaklanan risklerin azaltılması amacıyla birçok ülkede yasal düzenlemeler uygulanmakta ve pestisit kalıntıları düzenli olarak izlenmektedir.

Tüketici sağlığının korunması ve gıda güvenliğinin sağlanması amacıyla Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO), Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (EFSA) gibi uluslararası kuruluşlar tarafından pestisit kalıntılarına ilişkin düzenleyici kriterler oluşturulmuştur. Bu kapsamda maksimum kalıntı limitleri (MRL), kabul edilebilir günlük alım (ADI) ve akut referans doz (ARfD) değerleri belirlenerek pestisitlere maruziyetten kaynaklanabilecek sağlık risklerinin değerlendirilmesi amaçlanmaktadır (FAO ve WHO, 2024; EFSA, 2025).

Havuçlar, toprak içerisinde gelişen yenilebilir kök yapıları nedeniyle pestisit kontaminasyonuna duyarlı ürünler arasında yer almaktadır. Ürünün doğrudan toprakla temas halinde bulunması, uygulanan pestisitlerin yanı sıra önceki tarımsal faaliyetlerden kaynaklanan kalıntılara da maruz kalmasına neden olabilmektedir. Ayrıca ince ve geçirgen epidermal yapısı, bazı pestisitlerin ürün bünyesine geçişini kolaylaştırabilmektedir. Bu nedenle havuçlarda pestisit kalıntılarının izlenmesi ve değerlendirilmesi, gıda güvenliği çalışmaları açısından önem taşımaktadır.

Türkiye'nin Ege Bölgesinde 1423 adet farklı meyve ve sebzenin, yaygın olarak kullanılan 186 pestisit konsantrasyonunu belirlemek için analiz edildiği bir çalışmada, 36 adet havuç örneği incelenmiş ve 15 adet havuç örneğinde (%42) chlorpyrifos (5 örnekte), tebuconazole (6 örnekte) ve trifluralin (8 örnekte) tespit edilmiştir. Tespit edilen pestisitlerin hiçbirinin MRL değerini aşmadığı bildirilmiştir (Bakırcı ve ark., 2014). Benzer şekilde, Türkiye'nin Bursa ilinde 9 çeşit meyve ve sebzenin 527 adet pestisit kalıntısı yönünden incelendiği bir çalışmada, 11 adet havuç örneği analiz edilmiş ve %90,91'inde (10 adet) 7 farklı pestisit kalıntısı tespit edilmiştir. Tespit edilen pestisitlerden 2 tanesi (chlorpyrifos methyl ve oxodiazon) Türk Gıda Kodeksine göre yasaklı pestisitler olduğu bildirilmiştir. Havuç örneklerinde tespit edilen pestisitlerden MRL değerini aşan tek pestisit 2,8 kat aşım düzeyi ile imidacloprid (%17,24) olarak belirlenmiştir. MRL değerini aşmasa da tebuconazole (%27,58) ve boscalid (%24,13) havuç örneklerinde en sık rastlanan pestisitler olarak saptanmıştır (Çakı, 2024).

Mısır'ın Doğu Nil Deltası bölgesinde yürütülen çalışmada, incelenen 12 havuç örneğinin 9'unda (%75) pestisit kalıntısı tespit edilmiştir. Havuç örneklerinde en sık belirlenen pestisitlerin azoxystrobin, boscalid, difenoconazole, lambda-cyhalothrin ve propamocarb olduğu bildirilmiş, ancak hiçbir pestisit MRL değerini aşmadığı rapor edilmiştir (İbrahim ve Shalaby, 2023). Mısır'da gerçekleştirilen başka bir araştırmada ise 26 havuç örneğinde MRL aşım oranı %3,85 olarak belirlenmiştir. Çalışmada en sık tespit edilen pestisit kullanımı yasaklanmış olmasına rağmen chlorpyrifos olduğu, bunun yanında difenoconazole, propiconazole, profenofos, boscalid, chlorpropham, azoxystrobin, tetraconazole, linuron ve imidacloprid kalıntılarının da farklı sıklıklarda bulunduğu bildirilmiştir (Malhat ve ark., 2025).

Sırbistan'da kök ve yumru sebzelerde pestisit kalıntılarının araştırıldığı bir çalışmada ise, analiz edilen 20 havuç örneği %31 kalıntı oranı ile en fazla kontamine ikinci sebze grubu olarak belirlenmiştir. Havuç örneklerinde boscalid, tebuconazole, azoxystrobin, prosulfocarb ve isoprocab kalıntıları tespit edilmiş, yalnızca bir örnekte MRL aşımı belirlenmiştir (Lučić ve Onjia, 2025).

Farklı ülkelerde gerçekleştirilen çalışmalar birlikte değerlendirildiğinde, havuçlarda pestisit kalıntılarının yaygın olarak tespit edildiği görülmektedir. Çoğu çalışmada kalıntı düzeylerinin yasal limitlerin altında kaldığı bildirilmekle birlikte, bazı örneklerde yasaklı pestisitlerin varlığı ve MRL aşımı tespit edilmiştir. Bu bulgular, havuç üretiminde pestisit kullanımının etkin şekilde denetlenmesi gerektiğini ve düzenli kalıntı izleme çalışmalarının önemini ortaya koymaktadır. Özellikle havucun yaygın olarak tüketilen ve çoğu zaman çiğ olarak değerlendirilen bir kök sebze olması, pestisit kalıntılarının belirlenmesine yönelik araştırmaların gıda güvenliği ve halk sağlığı açısından önemini artırmaktadır.

2.1. Pestisit Analizleri

Pestisit kalıntılarının izlenmesi, gıdalardaki pestisit düzeylerinin belirlenmesi ve tüketicilerin maruz kalabileceği potansiyel sağlık risklerinin değerlendirilmesi açısından önemli bir uygulamadır (Ngo ve ark., 2021). Pestisit kalıntılarının analizinde immünolojik ve kromatografik yöntemlerden yararlanılmaktadır. RIA, ELISA, EIA ve FIA gibi immünolojik yöntemler düşük maliyetli ve hızlı sonuç vermeleri nedeniyle tercih edilebilmektedir. Bununla birlikte yüksek tespit limitleri, matriks etkisi, doğrulama gereksinimi ve çoklu pestisit analizlerine uygun olmamaları bu yöntemlerin kullanımını sınırlandırmaktadır (Aslantas ve ark., 2023). Günümüzde çoklu pestisit kalıntılarının belirlenmesinde sıvı kromatografisi (LC) ve gaz kromatografisinin (GC) kütle spektrometrisi ile birleştirildiği LC-MS/MS ve GC-MS/MS sistemleri yaygın olarak kullanılmaktadır.

Çoklu pestisit analizlerinde analitik performansı etkileyen temel aşamalardan biri ekstraksiyon işlemidir. Bu amaçla farklı ekstraksiyon teknikleri geliştirilmiş olmakla birlikte, son yıllarda geliştirilen QuEChERS (hızlı, kolay, ucuz, etkili, sağlam ve güvenli) yöntemi en yaygın kullanılan ekstraksiyon prosedürü haline gelmiştir (Golge ve ark., 2018). Anastassiades ve ark. (2003) tarafından geliştirilen bu yöntem, düşük çözücü tüketimi, kısa analiz süresi ve farklı gıda matrislerine uygulanabilmesi gibi avantajlar sağlamaktadır. Günümüzde gıda ürünlerinde çoklu pestisit kalıntılarının belirlenmesinde QuEChERS ekstraksiyonunu takiben pestisitlerin özelliklerine bağlı olarak LC-MS/MS veya GC-MS/MS teknikleri kullanılmaktadır.

3. SONUÇ VE ÖNERİLER

Havuç, yüksek besinsel değeri ve taze, pişmiş veya işlenmiş formlarda yaygın olarak tüketilmesi nedeniyle önemli bir kök sebzedir. Ancak üretim sürecinde hastalık, zararlı ve yabancı otların kontrolü amacıyla kullanılan pestisitler, uygun kullanılmadıkları durumlarda üründe kalıntı oluşumuna neden olabilmektedir. Havuçların doğrudan toprakla temas halinde gelişmesi ve çoğu zaman çiğ veya minimum işlem görmüş şekilde tüketilmesi, pestisit kalıntılarına maruziyet riskini artırmaktadır. Ayrıca havuçların püre, meyve suyu ve bebek maması gibi işlenmiş ürünlerde yaygın olarak kullanılması, farklı tüketici gruplarının pestisitlere diyet yoluyla maruziyetini önemli hale getirmektedir. Literatürde yer alan çalışmalar, havuçlarda farklı pestisit gruplarına ait kalıntıların yaygın olarak tespit edildiğini göstermektedir. Kalıntı düzeyleri çoğunlukla yasal limitlerin altında bulunmasına rağmen, bazı çalışmalarda MRL aşımı ve onaysız pestisit varlığı rapor edilmiştir. Bu durum, havuç üretiminde pestisit kullanımının etkin şekilde denetlenmesi ve kalıntı izleme programlarının düzenli olarak sürdürülmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Pestisit kaynaklı risklerin azaltılması amacıyla üreticilerin iyi tarım uygulamaları konusunda bilinçlendirilmesi, pestisitlerin ruhsatlı kullanım koşullarına uygun şekilde uygulanması ve hasat öncesi bekleme sürelerine uyulması gerekmektedir. Ayrıca entegre zararlı yönetimi uygulamalarının yaygınlaştırılması ve biyolojik mücadele yöntemlerinin geliştirilmesi, kimyasal pestisit kullanımının azaltılmasına katkı sağlayacaktır. Bunun yanında farklı yaş gruplarında pestisit maruziyetinin deterministik ve olasılıksal yaklaşımlarla değerlendirilmesi, pestisit kaynaklı sağlık risklerinin daha doğru belirlenmesine ve bilim temelli risk yönetim stratejilerinin geliştirilmesine katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

Agrios, G. N. (2005). *Plant pathology*. Elsevier.

Ahmad, T., Cawood, M., Iqbal, Q., Ariño, A., Batool, A., Tariq, R. M. S., Azam, M., & Akhtar, S. (2019). Phytochemicals in *Daucus carota* and Their Health Benefits—Review Article. *Foods*, 8, 424.

Anastassiades, M., Lehotay, S. J., Štajnbaher, D., Schenck, F. J. (2003). Fast and easy multiresidue method employing acetonitrile extraction/partitioning and dispersive solid-phase extraction for the determination of pesticide residues in produce. *Journal of AOAC International*, 86, 412–431.

Aslantas, S., Golge, O., González-Curbelo, M. Á., & Kabak, B. (2023). Determination of 355 pesticides in lemon and lemon juice by LC-MS/MS and GC-MS/MS. *Foods*, 12, 1812.

Bakırcı, G. T., Acay, D. B. Y., Bakırcı, F., Ötleş, S. (2014). Pesticide residues in fruits and vegetables from the Aegean region, Turkey. *Food Chemistry*, 160, 379–392.

Brand, D., Soccol, C. R., Sabu, A., & Roussos, S. (2010). Production of fungal biological control agents through solid state fermentation: a case study on *Paecilomyces lilacinus* against root-knot nematodes. *Micologia Aplicada International*, 22, 31-48.

Çakı, M. (2024). *Bursa ilinde satışa sunulan taze tüketim ürünlerinin tarım ilacı kalıntı risklerinin değerlendirilmesi*, (Yüksek Lisans Tezi), Bursa: Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

European Food Safety Authority (EFSA). (2025). The 2023 European Union report on pesticide residues in food. *EFSA Journal*, 23, 9398.

Food and Agriculture Organization & World Health Organization (FAO & WHO), (2024). Report 2023: Pesticide residues in food – Joint FAO/WHO Meeting on Pesticide Residues. Rome. Erişim adresi: <https://doi.org/10.4060/cc9755en>.

Erişim adresi: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/bbcf0e5d-c68c-45dc-bc73-a4ccaae9438f/content>
Erişim tarihi: 10.05.2026

Garud, A., Pawar, S., Patil, M. S., Kale, S. R., Patil, S. (2024). A scientific review of pesticides: Classification, toxicity, health effects, sustainability, and environmental impact. *Cureus*, 16, 67945.

Golge, O., Koluman, A., Kabak, B. (2018). Validation of a modified QuEChERS method for the determination of 167 pesticides in milk and milk products by LC-MS/MS. *Food Analytical Methods*, 11, 1122-1148.

Ibrahim, E. A., Shalaby, S. E. M. (2023). Monitoring and accumulative risk assessment of pesticide residues detected in the common vegetables grown in the Eastern Nile Delta, Egypt. *Food Chemistry Advances*, 3, 100518.

Lazarević-Pašti, T., Milanković, V., Tasić, T., Petrović, S., Leskovac, A. (2025). With or without you? A critical review on pesticides in food. *Foods*, 14, 1128.

Lučić, M., Onjia, A. (2025). Prioritization and sensitivity of pesticide risks from root and tuber vegetables. *Journal of Xenobiotics*, 15, 125.

Malhat, F., Saber, E.-S., Shokr, S. A. S., Eissa, F. (2025). Pesticide residues in Egyptian vegetables: A comprehensive analysis of compliance, co-occurrence of multiple residues, and health risk assessment. *Journal of Food Composition and Analysis*, 143, 107634.

Nesha, R., & Siddiqui, Z. A. (2013). Interactions of *Pectobacterium carotovorum* pv. *carotovorum*, *Xanthomonas campestris* pv. *carotae*, and *Meloidogyne javanica* on the disease complex of carrot. *International Journal of Vegetable Science*, 19, 403-411.

- Ngo, V.D., Hoang, L.T.A., Pham, V.C., Ngo, V.H., Tran, P.H. (2021). Estimation of pesticide residues on leafy vegetables using a developed handheld spectrometer. *Biointerface Research in Applied Chemistry*, 12, 8163-8173.
- Pfleger, F. L., Harman, G. E., & Marx, G. A. (1974). Bacterial blight of carrots: Interaction of temperature, light, and inoculation procedures on disease development of various carrot cultivars. *Phytopathology*, 64, 746-749.
- Santos, N. C., Almeida, R. L. J., Monteiro, S. S., Andrade, E. W. V., Saraiva, M. M. T., de Lima, T. L. B., Nascimento, A. P. S., de Sousa, F. M., Carvalho, R. O., Gregório, M. G., Rodrigues, T. J. A., Gomes, M. M. A., Leite Filho, M. T., Mota, M. M. A. (2024). Potential of drying carrot using ozone pre-treatment: Mass transfer modelling and techno-functional properties. *Food and Bioproducts Processing*, 146, 124–134.
- Sharma, K. D., Karki, S., Thakur, N. S., Attri, S. (2012). Chemical composition, functional properties and processing of carrot—A review. *Journal of Food Science and Technology*, 49, 22–32.
- Stein, M., & Nothnagel, T. H. (1995). Some remarks on carrot breeding (*Daucus carota sativus* Hoffm.). *Plant Breeding*, 114, 1-11.
- Tarım ve Orman Bakanlığı. (2016). *Havuç hastalık ve zararlıları ile mücadele*. Erişim Tarihi: 2 Şubat 2025. https://www.tarimorman.gov.tr/GKGM/Belgeler/Uretici_Bilgi_Kosesi/Dokumanlar/havuc.pdf
- U.S. Department of Agriculture (USDA). (2022). *FoodData Central: Food details for fdc id 2258586*. Erişim Tarihi: 11 Kasım 2025. <https://fdc.nal.usda.gov/food-details/2258586/nutrients>
- Whitehead, N. A., Byers, J. T., Commander, P., Corbett, M. J., Coulthurst, S. J., Everson, L., & Salmond, G. P. (2002). The regulation of virulence in phytopathogenic *Erwinia* species: quorum sensing, antibiotics and ecological considerations. *Antonie Van Leeuwenhoek* 81, 223–231
- Yadav, I. C., & Devi, N. L. (2017). Pesticides classification and its impact on human and environment. *Environmental science and engineering*, 6, 140-158.
- Yadav, P., Chivate, M. S., Yadav, V. K., Mishra, V. (2025). Pesticide pollution and mycoremediation: A review of classification, ecotoxicity, health impacts, and multi-omics approaches. *Bioresource Technology Reports*, 31, 102295.
- Zhou, W., Li, M., Achal, V. (2025). A comprehensive review on environmental and human health impacts of chemical pesticide usage. *Emerging Contaminants*, 11, 100410.

ŞEKER MISIRININ (*Zea mays saccharata Sturt.*) KULLANIM ALANLARI VE ÖNEMLİ KALİTE KRİTERLERİ

Ziraat Mühendisi, Halil AKSU 1/ Prof. Dr. Süleyman SOYLU 2

1 Tarla Bitkileri, halilaksu363@gmail.com, 0009-0008-0758-384X

2 Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri, ssoylu@selcuk.edu.tr, 0000-0002-0420-5033

Özet

Mısır dünyada tahıl ekiliş alanı itibari ile buğday ve çeltikten sonra üçüncü, üretim bakımından ise ikinci sırada yer alan önemli bir tahıl bitkisi. Ülkemizde de önemli bir bitki olan mısırın ekonomik değeri ve kullanım alanları gün geçtikçe artmaktadır. Mısır buğdaygiller familyası içerisinde yer alan, yedi alttürden oluşan; at dişi mısır (*Zea mays indendata*), sert mısır (*Zea mays indurata*), patlak mısır (*Zea mays everta*), seker mısır (*Zea mays saccharata sturt*), mumsu mısır (*Zea mays ceratina*), unlu mısır (*Zea mays amylaceae*) ve kavuzlu mısır (*Zea mays tunicata*) bir tahıl türüdür. Ülkemizde seker mısırının tüketimi her geçen gün artmaktadır. Tüketicinin artması gıda maddelerinin çeşitlendirilmesi ve üreticilere alternatif ürünlerin sunulması bakımından önemlidir. Şeker mısırını üreticileri ürettikleri seker mısır çeşidinin yüksek verimli olmasını, hastalık ve zararlılara karşı dirençli olmasını ve bölge şartlarına adaptasyonunun yüksek olmasını istemektedir. Tüketiciler ise özellikle aromasına ve görünümüne dikkat etmektedir. Bu nedenle seker mısırın istenilen seviyede seker oranına sahip olması, koçanların iri ve düz olması, uç boşluklarının bulunmaması seker mısırının kolay pazar bulması ve tüketiciler tarafından tercih edilmesi bakımından önemlidir. Ayrıca tüketiciler açısından seker mısır tanelerinin yumuşaklığı ve tane rengi gibi farklı tercih kriterleri de bulunmaktadır. Konserve ve dondurma amacıyla yetiştirilecek sanayi tipi seker mısır koçan iriliğinden ziyade koçanda taze tane verimi ve tanenin kalitesi (yüksek seker ve düşük nişasta içeriği) ön plana çıkmaktadır. Türkiye’de 2026 yılı itibari ile ticari olarak üretimde kullanılan tescilli 48 adet hibrit seker mısır çeşidi vardır. Ülkemizde başta çocuklar olmak üzere her yaştan insan tarafından sevilerek tüketilen seker mısırının tüketimi her geçen yıl artmaktadır. İnsan sağlığına faydalı birçok besin içeren bu bitkinin tüketimi, farklı tüketim alışkanlıklarının edinilmesi ve insan sağlığına faydalarını tüketicileri daha iyi bilgilendirilerek tüketiminin daha da artırılması hedeflenmektedir. Bu bildiride son zamanlarda insanlarımızın ilgisinin ve tüketiminin arttığı seker mısır ile ilgili önemli hususların tanıtılması ve tanınırlığının artmasına katkı sunmak amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Şeker mısır, kalite, verim, koçan iriliği, aroma

USES AND IMPORTANT QUALITY CRITERIA OF SWEET CORN (*Zea mays saccharata* Sturt.)**Agricultural Engineer, Halil AKSU1 / Prof. Dr. Süleyman SOYLU2****1 Field Crops, halilaksu363@gmail.com, 0009-0008-0758-384X****2 Selçuk University Faculty of Agriculture, Field Crops, ssoylu@selcuk.edu.tr, 0000-0002-0420-5033****Abstract**

Maize is an important cereal crop that ranks third in the world in terms of cultivated area after wheat and rice, and second in terms of production. In our country, maize is also an important crop whose economic value and areas of use are increasing day by day. Maize belongs to the Poaceae (grass) family and consists of seven subspecies: dent corn (*Zea mays indentata*), flint corn (*Zea mays indurata*), popcorn (*Zea mays everta*), sweet corn (*Zea mays saccharata* Sturt), waxy corn (*Zea mays ceratina*), flour corn (*Zea mays amylacea*), and pod corn (*Zea mays tunicata*). In our country, the consumption of sweet corn is increasing day by day. The increase in consumption is important in terms of diversifying food products and offering alternative crops to producers. Sweet corn producers want the varieties they produce to be high-yielding, resistant to diseases and pests, and highly adapted to regional conditions. Consumers, on the other hand, pay particular attention to its aroma and appearance. Therefore, it is important for sweet corn to have the desired level of sugar content, large and uniform ears, and no tip gaps in order to find an easy market and be preferred by consumers. In addition, factors such as kernel softness and kernel color are also among the different preference criteria for consumers. For industrial sweet corn to be grown for canning and freezing purposes, rather than ear size, fresh kernel yield per ear and kernel quality (high sugar and low starch content) come to the forefront. As of 2026, there are 48 registered hybrid sweet corn varieties used commercially in production in Türkiye. Sweet corn, which is consumed with pleasure by people of all ages, especially children, is seeing increasing consumption every year. The consumption of this plant, which contains many nutrients beneficial to human health, is aimed to be increased further by informing consumers better about its benefits to human health and by encouraging the adoption of different consumption habits. In this study, it is aimed to introduce important aspects of sweet corn, whose interest and consumption have increased recently, and to contribute to increasing its recognition.

Keywords: Sweet corn, quality, yield, ear (cob) size, aroma

GİRİŞ

Mısır, farklı iklim şartlarına uyum sağlamış Antarktika gibi soğuk coğrafyalar haricinde dünyanın bütün bölgelerinde yetişebilen buğdaygiller (*Gramineae*) familyasındaki bir C4 bitkisidir. İnsan beslenmesinde günlük gıda ihtiyacının önemli bir miktarını karşılar (Kırtok 1998). Farklı alanlarda kullanılmakta olan üretilmiş mısırın 1/3'ü insan gıdası olarak diğer kalan kısmı ise daha çok hayvan beslenmesinde kullanılmaktadır (Kavut 2013). Mısır tarımı, hayvansal üretime yönelik kullanımının yanında ayrıca tohumundan elde edilen mısırozü yağı, nişasta ve glikozun da ham madde sağlaması açısından önem taşımaktadır (Süzer 2004).

Dünya'da yetiştirilen mısır çeşitleri başlıca 7 grupta incelenmektedir. Bunlar; at dişi mısır (*Zea mays indentata Sturt.*), sert mısır (*Zea mays indurata*), cin mısır (*Zea mays everta Sturt.*), şeker mısır (*Zea mays saccharata Sturt.*), kavuzlu mısır (*Zea mays tunikata Sturt.*), unlu mısır (*Zea mays amylaceae Sturt.*), mumlu mısır (*Zea mays ceratina Sturt.*)'dır. Araştırmacılar cin mısır ve seker mısır çeşitlerinin genellikle çerezlik olarak değerlendirildiğini ve kavuzlu, unlu ve mumlu mısırın fazla bir ekonomik değeri olmadığını bildirmişlerdir (Elçi ve ark. 1987).

Şeker mısır (*Zea mays saccharata Sturt.*), bitkisinin kökeni tam olarak bilinmemekle birlikte ortaya konan araştırmalarda temelde iki varsayım görülmektedir. İlki Amerika'nın güneyinde doğal yetişen Maiz Dulce ve Chulppi bitkilerinden geldiği diğer ise Amerika'nın kuzeyinde sul genine sahip bir mutasyon sonucu olduğudur. İlk şeker mısır çeşidi olan 'Darling Early' 1844 yılında sarı ve beyaz mısırların melezlenmesi sonucunda üretilmiştir (Hallauer 2001).

Şeker mısır dünya çapında gıda endüstrisine ham veya işlenmiş madde sağlama amaçlı yetiştirilen bir bitkidir. Kendisine özel tad ve tatlılığı ile tüketiciler arasında çok tutulmaktadır. İçerdiği besin özellikleriyle insan beslenmesinde önemli bir rol oynar. Diğer sebzelerle kıyaslandığında kalori bakımından orta derece yüksektir. İçeriğinde bulunan yüksek kaliteli bitki besin maddeleri, vitaminler ve çeşitli mineraller sayesinde sağlıklı bir gıda olarak tüketilmektedir (Özata 2019).

Yakın zamana kadar arzu edilen üretim miktarına ulaşamayan şeker mısır 1930'lu yıllarda ülkemize giriş yapmıştır (Eşiyok ve ark., 2004) ancak son yıllarda üretim değerlerinde artışlar olduğu bilinmektedir. Ülkemizdeki tatlı mısırın üretim alanı ve miktarları ile ilgili bilgi, bitkisel üretim istatistiklerinde yer almamasına karşın işlenmiş tatlı mısırın üretim ve tüketimine dönük dışalım (ithalat) ve dışsatım (ihracat) verileri bulunmaktadır. 2000 yılında 515 ton olan dışalım 2015 yılında yaklaşık 15 kat artışla 7647 tona ulaşmış ve bu dış alım karşısında 6,9 milyon \$ döviz ödenmiştir. Bu dışalımın büyük kısmı kış döneminde tüketilen haşlanmış mısır için yapılmaktadır. 2016 yılında ise ülkemiz yaklaşık 10 milyon dolar değerinde 8000 ton dondurulmuş şeker mısır ithalatı gerçekleştirmiştir. Buna karşın ihracatımız 950 bin dolar seviyesindedir (Özata 2019).

1. ŞEKER MISIR KULLANIM ALANLARI

Ülkemizde özellikle Akdeniz bölgesi ve turizm yörelerinde hızla artan bir kullanım alanı bulmuştur. Özellikle Akdeniz ve Ege bölgesindeki yüksek tüketim sebebiyle de şeker mısır yetiştiriciliği bu bölgelerde artış göstermektedir. (Erdal ve Pamukçu, 2005). Tatlı mısır taze olarak hasat edildikten sonra suda haşlanarak ya da közde pişirilerek taze olarak tüketilebildiği gibi, konserve yapılarak ya da dondurularak tüketilmektedir. Ülkemizin özellikle büyük kentlerimizde tek olarak ya da diğer yiyecekler ile karıştırılarak konserve veya salata garnitürleri tüketimi de hızlı bir atış göstermektedir.

Özellikle süt olum döneminde hasat edildiği takdirde diğer varyete gruplarına göre yaklaşık iki kat şeker oranı ve embriyosunun iriliğine bağlı olarak yüksek yağ ve protein oranı ile son yıllarda taze tüketimde hızlı bir artış söz konusudur (Erdal ve Pamukçu, 2005).

Şeker mısır gıda endüstrinde işlenerek de tüketime konu olabilmektedir. Gıda endüstrisinde işlenecek ürünlerde önemli kalite parametrelerinin başında tanedeki şeker oranı, tane rengi ve tane randımanı gibi özellikler

gelmektedir. Standart şeker mısırları ‘su’ geni içermekte ve bu türlerin içeriğinde bulunan şeker süt olum döneminden sonra hızla nişasta ve fitoglikojene dönüşmektedir. Bu özelliğinden ötürü, ‘su’ geni içeren standart şeker mısırları tiplerinin yerini şeker içeriği daha yüksek olan ‘se’ ve ‘sh-2’ tipi çeşitler almaya başlamıştır. Bu tip mısırlarda süt olum döneminde yapılan hasattan sonra şekerin nişastaya dönüşümü daha yavaş olmaktadır (Başçiftçi ve ark., 2013).

Şeker mısırının tüketimi dünyanın çeşitli ülkelerinde farklı şekilde olabilmektedir. Örneğin; Brezilya’da, koçandan kesilmiş tatlı mısır genellikle bezelye ile yenir (bu kombinasyon, kentsel bir diyetle buharda pişirilmiş konserve tahılların pratikliği göz önüne alındığında, salatalar, güveçler, baharatlı beyaz pirinç, risottolar, çorbalar, makarnalar ve bütün soslu sandviçler gibi çeşitli yemeklere sıklıkla eklenir).

Filipinler’de haşlanmış tatlı mısır taneleri, sokak satıcıları tarafından satılan ucuz bir atıştırmalık olarak margarin ve peynir tozuyla sıcak olarak servis edilir. Benzer şekilde, Endonezya’daki tatlı mısır geleneksel olarak öğütülür veya sütle ıslatılır, bu da mısırdaki B vitamini niasini kullanılabilir hale getirir, aksi takdirde bunun yokluğu pellagra’ya yol açardı. Tatlı mısıra jasuke, jagung susu keju’nun kısaltması olan atıştırmalıkta peynir ve yoğunlaştırılmış süt eklenir (Anonim 2025).

Avrupa ve Asya’da tatlı mısır genellikle pizza malzemesi olarak veya salatalarda kullanılır. Koçanda mısır, kaynatılmış, buharda pişirilmiş veya bütün olarak ızgara edilmiş tatlı mısır koçanıdır; taneler daha sonra kesilerek yenir veya doğrudan koçandan yenir. Kremalı mısır, süt veya krema sosunda servis edilen tatlı mısırdır. Tatlı mısır ayrıca bebek mısır olarak da yenebilir. Mısır çorbası, su, tereyağı ve un eklenerek yapılabilir, tatlandırmak için tuz ve karabiber eklenebilir (Anonim 2025).

Ayrıca çerezlik olarak tüketimi için taneler bitki üzerinde kurumaya bırakılırsa koçandan çıkarılabilir ve yağda pişirilebilir; burada, patlamış mısırın aksine, orijinal tane boyutunun yaklaşık iki katına kadar genişler ve genellikle mısır fıstığı olarak adlandırılır (Anonim 2025).

2. ŞEKER MISIRINDA ÖNEMLİ KALİTE KRİTERLERİ

Ülkemizde, açık tozlanan (kompozit) tatlı mısır çeşitleri giderek yerini verimli, daha tatlı ve hasat sonrasında daha uzun süre muhafaza edilebilen hibrit çeşitlere bırakmaktadır. Bu konuda ülkemizde Mısır Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü ve Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü tarafından çeşit geliştirmeye yönelik projeler yürütülmektedir (Anonim, 2015). Genel olarak tatlı mısır çeşitleri; tohum rengi, olgunlaşma gün sayısı ve tatlılık derecesine göre sınıflandırılmaktadır. Renk bakımından çeşitler, sarı, beyaz veya iki renkli olabilmektedir. Olgunlaşma süresi yıllara ve iklime bağlı olarak değişebilmekle birlikte erkenci, orta geçici ve geçici olarak nitelenebilecek çeşitleri mevcuttur. Tanelerin endospermünde içerdikleri şeker seviyelerine göre ise, standart, süper tatlı, şeker oranı arttırılmış ve sinerjistik olarak dört grupta toplanmaktadır (Alan 2016).

2.1 Aroma

Şeker içerikleri, şeker oranı üzerine etkili olduğu belirtilen gen isimleriyle belirtilmektedir. Standart tatlı mısır çeşitleri ‘su’ geni içermekte ve diğer şeker mısır gruplarına göre daha az şeker içeriğine sahiptirler. Hasattan sonra içerdikleri şekerin hızla nişastaya dönüşmesi nedeniyle şeker içerikleri azalır. Bu nedenle konserve ve dondurma işlemi için önerilen çeşitlerdir (Carey ve ark., 1982). Süper tatlı şeker mısır çeşitleri ‘sh-2’ geni içermekte ve taneleri diğer şeker mısır gruplarına göre iki-üç kat daha fazla şeker içeriğine sahiptir. Hasattan sonra şekerin nişastaya dönüşümü daha yavaş olduğu için raf ömrü uzun çeşitlerdir ve bu nedenle taze tüketim için uygun çeşitlerdir (Azanza ve ark., 1996). Şeker oranı arttırılmış çeşitleri ‘se’ geni içermektedir. Bunlar standart mısır çeşitlerine göre iki kat daha fazla şeker içeriğine sahiptirler. Kalite özellikleri iyi olmasına rağmen, süper tatlı ve şeker oranı arttırılmış şeker mısır çeşitlerinin düşük toprak sıcaklıklarında çimlenme ve heterojen bitki oluşturma gibi sorunları bulunmaktadır (Douglass ve ark., 1993).

Tatlı mısır tanelerinin şeker içeriği üzerine, sadece genetik değil çevresel faktörlerin de etkili olduğu bilinmektedir. Bu sebeple farklı zaman ve yetiştirme ortamlarında şeker mısır çeşitlerinin agro-morfolojik özelliklerin ve suda çözünebilir kuru madde içeriğinin ne yönde değiştiğine yönelik çalışmalar yürütülmektedir. Ancak ülkemizde bu yönde yürütülen çalışma sayısı oldukça azdır.

Şeker mısır aroması, tatlılık yanında özellikle pişirme sırasında ortaya çıkan bileşiklerden de çok etkilenir. Aromaya neden olan yedi bileşik saptanmış olup, bunların biyokimyası karmaşıktır. Bu bileşiklerin çoğu saf halde çok iticidir, ancak kombinasyon halinde hoş bir aroma meydana getirirler. Dimetil sülfid ve hidrojen sülfid gibi kükürtlü bileşiklerin aroma konusunda önemli olduğu bilinmektedir (Gökmen 2024).

2.2 Yumuşaklık

Şeker mısır yendiğinde yumuşaklık, algılanan ilk histir ve tüm kalite izlenimi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. İşlenmiş mısırdaki yumuşaklık çok önemlidir. Kabuğun çiğnemeye karşı gösterdiği direnç olan yumuşaklık, perikarp kalınlığı ile negatif bir korelasyon gösterir. Kalıtımı yüksek (%80) olup, seleksiyonla uygun genotipler geliştirilebilir. Ito ve Brewbaker (1981), perikarp kalınlığının toptan seleksiyonla 74 mikrondan üç generasyon sonra 53 mikrona düşürülebileceğini; bir diğer ifadeyle her bir generasyonda 6.8 mikron azaltılabileceğini bildirmektedirler (Gökmen 2024).

2.3 Tane Rengi

Şeker mısırında beyaz sömek ve renksiz perikarp önemli bir kalite özelliğidir. Bu nedenle neredeyse tüm ticari şeker mısır çeşitleri renksizdir. Çoğu şeker mısır kendilenmiş hatları ve melezleri aleuronda antosiyanin gelişimini inhibe eden genlere sahiptirler.

'Black Meksika' ve 'Sweet Baby Blue' gibi aleuronları mor olan çeşitler de geliştirilmiştir. Bu çeşitlerin taneleri genellikle süt olum döneminde beyaz iken, daha sonra tanede pigment maddeleri birikmeye başlar.

Tohumculuk firmaları son dönemlerde süt olum döneminde, perikarp veya aleuronda antosiyanin üreten renkli tanelere sahip şeker mısır çeşitleri geliştirmişlerdir.

Şeker mısırında endosperm genellikle sarı veya beyazdır. Sarı (Y1) dominant, beyaz (y1) resesiftir. Ticari çeşitler renk bakımından sarı, beyaz ve iki renkli (%25 beyaz, % 75 sarı tane) olmak üzere üç gruba ayrılır. Beyaz renkliler de kullanılmakla birlikte, sarı renkliler gıda sanayiinde en çok tercih edilenlerdir. Sarı renkliler, uzun mesafeli taşımalara da daha uygundur.

İki renkli melezler, sarı kendilenmiş hat (Y1Y1) ile beyaz kendilenmiş hattın (y1y1) melezlenmesiyle elde edilir (Y1y1). Serbest tozlandıklarında, koçan üzerindeki tanelerin $\frac{3}{4}$ 'ü sarı, $\frac{1}{4}$ 'i de beyaz olur. İki renkli çeşitler, özellikle Kuzey Amerika ve Japonya'daki tüketiciler tarafından tercih edilmektedir (Gökmen 2024).

2.4 Görünüm

Taze koçan tüketmek amacıyla yetiştirilecek tatlı mısırdaki, tanenin kalitesi yanında koçanların iri olması pazarda aranan önemli özelliktir. Şeker mısırı genellikle az işlem uygulanarak tüketilir. Bu nedenle, koçan ve tanenin görünüşü çok önemlidir.

Koçanda sıra sayısı, sırada tanelerin dizilişi, koçan ucunun doluluğu, tanenin genişliği ve derinliği ile koçan şekli ve boyutu koçan görünümünü etkiler. Koçan görünümü ile ilgili talepler marketten markete göre değişir. ABD'deki çoğu markette taze tüketim için, 20-23 cm uzunluğunda uçları dolu, en az 16 düzgün sırası bulunan ve taneleri derin olan koçanlar tercih edilmektedir.

Taze tüketim için, yaprakları koyu yeşil olan koçanlar şeker mısırının pazarlanması bakımından önemlidir.

Tüm tane işleme tekniği açısından, tanenin görünüşüne ilave olarak, tanenin koçandan alınması (kullanılabilir verim), tanenin derinlik ve şekli yanında koçan çapı da çok önemlidir. Kullanılabilir verim, toplam ham üründe

(tane, koçan ve koçan yaprakları) tanenin yüzde olarak oranıdır. Derin taneli koçanlar, sık taneli koçanlara göre daha fazla kullanılabilir ürün verir (Gökmen 2024).

Konserve ve dondurma amacıyla yetiştirilecek sanayi tipi şeker mısır koçan iriliğinden ziyade koçanda taze tane verimi ve tanenin kalitesi (yüksek şeker ve düşük nişasta içeriği) ön plana çıkmaktadır (Szymanek, 2012).

3. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Şeker mısır özellikle ABD’de ve dünyanın çeşitli bölgelerinde oldukça popüler bir ürün olmakla birlikte lezzeti, tüketim çeşitliliği ve insan sağlığı bakımından pek çok faydalı bileşeni içermesi nedeniyle tüketimi her geçen yıl artan bir üründür. Ülkemizde ise gerek üretimi gerekse tüketim alışkanlığı henüz istenilen seviyelerde olmamakla birlikte son yıllarda bu değerler giderek artmaktadır. Başta Orta Anadolu Bölgesinde olmak üzere artan mısır tarımında şeker mısırında hak ettiği yerini alabilmesi için bölge çiftçisi ile şeker mısır tarımı ile uğraşan kuruluşların sıkı bir diyalog içerisinde bulunmaları, yetiştirme tekniği, kalite, çeşit ve ürün işleme ve pazarlama konusunda yeni yaklaşımlar ortaya koymak gerekmektedir. Bu sayede ülkemizdeki yetiştiricilere alternatif bir gelir kaynağı oluşturma yansıra son derece faydalı olan bu ürünün tüketimini artırarak insan sağlığına katkı sunulabilir. Ayrıca dünya ticaretinde ciddi bir pazar payı bulunması sebebiyle ülkemizdeki üretimin artması ülke ekonomisine katkı sağlayabilir.

KAYNAKLAR

- Alan, Ö., (2016). Tatlı Mısır (Şeker Mısır) Hakkında Genel Bir Değerlendirme, Tarım Türk Dergisi,
- Anonim (2025) https://en.wikipedia.org/wiki/Sweet_corn#Consumption (Erişim Tarihi: Mayıs, 2025).
- Anonim, 2015. <http://arastirma.tarim.gov.tr/misir>; <http://arastirma.tarim.gov.tr/batem>. (Erişim: Eylül, 2015).
- Azanza, F., Bar-Zur, A. and Juvik, J.A. 1996. Variation in sweet corn kernel characteristics associated with stand establishment and eating quality. *Journal of Food Science* 61:253-257.
- Başçıftçi Z.B., Alan, Ö., Kınacı E., Kınacı G., Kutlu İ, Sönmez K., Evrenosoğlu Y., (2013). Bazı Şeker Mısır Çeşitlerinin (Zea mays saccharata Sturt) Teknolojik ve Kalite Özellikleri, Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 27(2), 84-91.
- Carey, E.E. Rhodes, A.M. and Dickinson, D.B. 1982. Post-harvest levels of sugars and sorbitol in sugary enhancer (su1 sel1) and sugary (su1 Sel1)maize. *HortScience* 17: 241–242.
- Cengiz, R., Cengiz, B., Esmeray, M., Sezer, C., Akarken, N., Özbey, E., (2015). Waxy Mısır (Zea mays ceratina) Çeşitlerinin Geliştirilmesi, 11. Tarla Bitkileri Kongresi Poster Bildiri Kitabı-1: 259-261.
- Douglass, S.K. Juvik JA. and Splittstoesser W.E. 1993. Sweet corn seedling emergence and variation in kernel carbohydrate reverse. *Seed Science and Technology* 21:433-445.
- Ekiz, E. (2021). Sera Koşullarına Uygun Şeker Mısır Çeşitlerinin Belirlenmesi (Yüksek Lisans Tezi). Akdeniz Üniversitesi
- Elçi, S., Kolsarıcı, Ö. ve Geçit, H., 1987. (Tarla Bitkileri). A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayın No:100. Ofset basım 30. Ankara.
- Erdal Ş., Pamukçu M., (2005). Tatlı mısır. Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Derim Dergisi. 22- 2.
- Eşiyok, D., Bozokalfa, M.K. ve Uğur, A. 2004. Farklı lokasyonlarda yetiştirilen şeker mısır çeşitlerinin verim, kalite ve teknolojik özelliklerinin belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 41(1): 1-9.
- Gökmen, S., (2024). Özel Amaçlı Mısırlar ve Gıda Sanayinde Kullanımı Ders Notları. Selçuk Üniversitesi
- Hallauer, A.R. 2001. *Specialty Corns*. CRC Press, 2nd Edition, 469 s.

- Kavut, T. ve Soya, H. 2014. Akdeniz iklim koşullarında farklı toprak yapılarının mısırdaki tane verimi ve bazı verim unsurlarına etkisi üzerinde bir araştırma. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 51(1): 41-47.
- Kırtok, Y. 1998. Mısır Üretimi ve Kullanımı. Kocaoluk Basım ve Yayınevi, İstanbul, 445 s.
- Özata, E. 2019. Evaluation of fresh ear yield and quality performance in super sweet corn. International Journal of Life Sciences and Biotechnology, 2(2): 80-94.
- Süzer, S. 2004. Mısır Tarımı. Trakya Tarımsal Enstitüsü Yay. Edirne, 1 s.
- Szymanek, M. 2012. Processing of sweet corn. trends in vital food and control engineering. Prof. Ayman Amer Eissa (Ed.). ISBN: 978-953-51-0449-0. InTech. <http://www.intechopen.com/books/trends-in-vital-food-and-control-engineering/processing-of-sweet-corn> (Erişim: Eylül 2015).

EFFECTS OF ANISE (*PIMPINELLA ANISUM L.*) DISTILLATION WATER SUPPLEMENTATION ON PERFORMANCE AND SOME EXTERNAL EGG QUALITY TRAITS IN JAPANESE QUAILS DURING THE LAYING PERIOD

Assoc. Prof. Dr., Suleyman Ercument ONEL

1 Hatay Mustafa Kemal University, Faculty of Veterinary Medicine, Animal Nutrition and Nutritional Diseases, ercumentonel@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-6599-0541>

Abstract

Anise distillation water is defined as a by product remaining after the extraction of oil from anise seeds. This product contains a high amount of fiber and various volatile oils. The objective of this study was to determine the effects of anise distillation water, incorporated into commercial chick starter feed, on egg weight, weight gain, certain external egg quality traits, and feed performance in both female and male Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*) during the laying period. A total of 36 quails, consisting of 24 females and 12 males aged 42 days at the initiation of the egg production period, were utilized in this study, which lasted for 21 days. The experimental groups comprised three treatment levels: 0 cc/kg feed (Control), 4 cc/kg feed (A01), and 6 cc/kg feed (A02), with two replications for each treatment. Each replication included 4 female and 2 male quails. It was determined that the numerical differences in initial body weight remained unchanged throughout the duration of the experiment. Female quails demonstrated higher body weight and weight gain across all weeks when compared to males, particularly those in the A02 group, which achieved significantly higher values than the males and females in the other groups ($P > 0.05$). The total egg weight was highest in the A02 group and lowest in the control group, with the feed conversion ratio for eggs being most favorable in the A02 group ($P > 0.05$). Furthermore, it was observed that egg production was highest in the A02 group, whereas egg weight was greatest in the A01 group ($P > 0.05$). Regarding certain external egg quality traits assessed in the final week's eggs, egg weight, shell weight, albumen + yolk weight, and shell thickness were numerically superior in the A02 group compared to the other groups. In conclusion, the incorporation of anise distillation water into feed exhibited positive effects on the performance parameters investigated in comparison to the control group, with the A02 group yielding numerically better results than the other groups.

Keywords: anise, quail, body weight, shape index,

ANASON (*PIMPINELLA ANISUM L.*) YAĞALTI SUYU İLAVESİNİN JAPON BILDIRCINLARINDA YUMURTLAMA DÖNEMİNDE PERFORMANS VE BAZI DIŞ YUMURTA KALİTE ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

Doç. Dr. Süleyman Ercüment ÖNEL

1 Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları, ercumentonel@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-6599-0541>

Özet

Anason yağaltı suyu; anason tohumlarının yağının çıkarılmasından sonra geriye kalan yan ürün olarak tanımlanır. Bu ürün, yüksek oranda lif ve bazı uçucu yağlar içerir. Bu çalışma, ticari civciv büyütme yemine ilave edilen anason yağaltı suyunun yumurta dönemindeki dişi ve erkek Japon bildircinlerinin (*Coturnix coturnix japonica*) yumurta ağırlığı, canlı ağırlık değişimi, bazı dış yumurta kalite özellikleri ve yem performansı üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Çalışmada, yumurta verim döneminde bulunan 42 günlük yaşta 24 dişi ve 12 erkek olmak üzere toplam 36 adet bildircin kullanılmış ve çalışma 21 gün sürdürülmüştür. Deneme grupları; 0 cc/kg yem (Kontrol), 4 cc/kg yem (A01) ve 6 cc/kg yem (A02) olacak şekilde 3 grup ve 2 tekerrürlü olarak eklenmiştir. Her bir tekerrürde 4 dişi ve 2 erkek bildircin kullanılmıştır. Çalışmada başlangıç canlı ağırlığı bakımından belirlenen rakamsal farklılıkların deneme süresince değişmediği saptanmıştır. Dişi bildircinlerin canlı ağırlık ve canlı ağırlık artışlarının tüm haftalarda erkeklerden daha yüksek olduğu, özellikle A02 grubundaki dişilerin diğer grup erkek ve dişilerine göre daha yüksek değerlere ulaştığı belirlenmiştir ($P>0.05$). Toplam yumurta ağırlığının en yüksek A02 grubunda, en düşük ise kontrol grubunda olduğu; yemin yumurtaya dönüşüm oranının da en iyi A02 grubunda gerçekleştiği tespit edilmiştir ($P>0.05$). Ayrıca yumurta veriminin en yüksek A02 grubunda, yumurta ağırlığının ise en yüksek A11 grubunda olduğu belirlenmiştir ($P>0.05$). Son hafta yumurtalarında incelenen bazı dış yumurta kalite özellikleri bakımından; yumurta ağırlığı, kabuk ağırlığı, ak + sarı ağırlığı ve kabuk kalınlığının A02 grubunda diğer gruplara göre rakamsal olarak daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak, yeme ilave edilen anason yağaltı suyunun kontrol grubuna kıyasla incelenen performans parametreleri üzerinde olumlu etkiler oluşturduğu, özellikle A02 grubunun diğer gruplardan rakamsal olarak daha iyi sonuçlar verdiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: anason, bildircin, canlı ağırlık, şekil indeksi,

GİRİŞ

Turkey, due to its geographical structure, various climate characteristics and biological diversity, has significant potential for the production of medicinal and aromatic plants. The Apiaceae family includes a number of vegetable plants rich in flavonoids, carotenoids, coumarins, coumarin derivatives, vitamins, and minerals, such as celery, carrot, parsley (*Petroselinum crispum*) and fennel (*Foeniculum vulgare*) (Yan et al., 2014; Que et al., 2019). The Apiaceae family contains approximately 434 genera and 3780 species worldwide, primarily distributed in the northern temperate regions (Affolter, 1985; McCormick, 2006). In Turkey, the Apiaceae family is represented by 100 genera, among which *Pimpinella anisum* L. is commonly cultivated (Güner et al., 2012; Karık, 2020). A total of 27 species (six endemic), 5 subspecies (three endemic), and 5 varieties (three endemic) of the genus *Pimpinella* L. are naturally distributed in Turkey's flora, comprising a total of 37 taxa (Güner et al., 2012; Karık, 2020). Anise (*Pimpinella anisum* L.) is a white-flowered, annual herb that typically grows to a height of 30-50 cm (Shojaii and Abdullahi, 2012). The main components of anise can be listed as trans-anethole, p-anisaldehyde, estragole, farnesol, limonene, and 4'-methoxypropiofenone (Shahrajabian et al., 2019).

Anise (*Pimpinella anisum* L.) is an aromatic and annual plant that is commonly found in Iran, India, Turkey, and various regions with warm climates around the world (Ciftci et al., 2005). Anise oil contains anethole as the active component (85%) and it also includes eugenol, methyl chavicol, anisaldehyde and estragole (Bayram et al., 2007). Medically, anise has been used for its antipyretic, digestive stimulant effects, as well as its antiparasitic, antibacterial, and antifungal properties (Afifi et al., 1994; Soliman and Badea, 2002; Singh et al., 2002; Çabuk et al., 2003). In poultry farming, anise has been used in various forms (primarily as oil and powder) with reported positive results. The addition of anise seeds to broiler feed has been shown to improve growth rate and significantly enhance production parameters due to its content of numerous bioactive compounds, including phenols, konjac mannan, flavonoids, alkaloids, and proteins (Christaki et al., 2011). The addition of anise and clove oils in broiler production has been reported to have a positive impact on live weight, weight gain, feed consumption and feed conversion ratio, whether used singly or in combination (Şimşek et al., 2005; Dakhil and Kadhim, 2025). Anise oil is expressed as a potential natural growth promoter for poultry (Çiftçi et al., 2005). Bayram et al. (2005) reported that while the use of anise (*Pimpinella anisum*) did not change egg production, cholesterol, or quality, using anise up to 5% increased feed consumption and feed conversion rate. Because the residue of anise contains up to 23% fat and 18% protein, it is a sought-after product as animal feed and is used in poultry farming as a natural alternative feed additive and appetite stimulant/digestive regulator. Therefore, this study aims to determine the effects of anise residue on egg production, egg weight, feed consumption, feed conversion ratio, and egg quality characteristics during the egg-laying period of quails.

MATERIAL AND METHOD

The study was conducted as a preliminary study at the Alternative Poultry Breeding Unit of the Experimental Research Application and Research Center of Hatay Mustafa Kemal University (MKU). A total of 24 female quails and 12 male quails, all 42 days old and in the laying phase, were used in the study. Three groups were formed: basal feed + 0 cc/kg anise residue (control), basal feed + 4 cc/kg anise residue (A11), and basal feed + 6 cc/kg anise residue (A21). Each experimental group had two subgroups, with four females and two males placed in each subgroup. The study lasted for 21 days. The feeds were prepared every two days, and the animals in the experimental groups were given feed and water ad libitum. Live Weight, Egg, and Feed Characteristics of Quails The initial live weights of the 42-day-old quails in the study were recorded. Throughout the study period, the live weights of the quails were individually weighed using a 0.01 g precision digital scale, distinguished by gender, at 49, 56, and 63 days to determine group-wise live weights. At the end of the study, the 21-day weight gain and change rate were determined. The following formulas were used for calculations: 21-day Live Weight Gain (g) = (Initial Live Weight – Final Live Weight)

Change Rate (%) = ((Initial Live Weight – Final Live Weight) / Initial Live Weight) x 100 Eggs from the groups were collected daily, and individual egg weights were weighed using a digital scale. Weekly average egg weights were calculated. The egg yields of the groups were calculated as follows (Türkoğlu and Sarıca, 2014): Egg Yield (%) = (Number of Eggs / Number of Chickens on That Day) x 100

Feed Conversion Ratio = (Total Feed Consumption / Total Egg Weight) The quality characteristics of the eggs collected during the last 3 days of the study were determined. The identified characteristics included egg weight, egg length, and egg width, with egg weight (g) measured using a digital scale and egg length (mm) and width (mm) measured with a digital caliper. Using these parameters, the following quality properties were calculated: Shape Index (%) = (Egg Width / Egg Length) x 100

Elongation = (Egg Length / Egg Width)

Shell Thickness (mm) = 0.0546 x (Whole Egg Weight)^{0.441}

Shell Weight (g) = 0.0524 x (Whole Egg Weight)^{1.113}

Albumen + Yolks Weight (g) = (Whole Egg Weight – Shell Weight)

Statistical Analysis

All raw data obtained from the experimental groups were analyzed using IBM SPSS Statistics 22 software. Variance Analysis (One-Way ANOVA) was employed to compare mean values of the experimental groups, and Duncan's multiple comparison test was used to determine significant differences among groups.

RESULTS

The live weight values of the quails at the beginning and during the first, second, and third weeks are presented in Table 1. Although there were numerical differences in live weight averages among groups during the specified periods, these differences were not statistically significant ($P>0.05$). In both the control and anise residue groups, female quails exhibited higher live weights than male quails. The live weight of female quails in group A21 was numerically greater than that of the control and A11 groups. The change rate of live weight from the start to the end of the trial (%) for female and male quails in the A11 group was lower than that of the control and A21 groups.

Table 1. Average Initial and Final Live Weights and the Effect of Anise Residue on Weight Change in Quails During the Laying Period

Characteristics	Gender	Anise Residue Level (g/kg)				
		Control	A11	A21	SEM	P
Deneme başı canlı ağırlığı (g)	Mixed	201.31	200.28	201.91	2.559	0.966
	Male	195.29	190.06	196.00	3.597	0.769
	Female	204.33	205.38	204.87	3.252	0.991
First Week (g)	Mixed	231.00	232.34	238.59	4.312	0.747
	Male	202.65	200.87	209.22	3.778	0.650
	Female	245.18	248.08	253.28	3.023	0.550
Second Week (g)	Mixed	256.00	254.74	265.49	4.591	0.584
	Male	224.68	222.17	232.81	4.111	0.564
	Female	271.66	271.03	281.83	3.006	0.279
Third Week (g)	Mixed	260.25	247.52	260.97	3.824	0.285
	Male	238.76	223.36	236.73	4.114	0.300
	Female	270.99	259.60	273.08	3.377	0.238
Live weight change at the end of the experiment (g)						
	Mixed	58.93	47.24	59.05	3.949	0.385
	Male	43.47	33.30	40.74	5.979	0.778
	Female	66.67	54.22	68.21	4.465	0.390
Rate of change in live weight at the end of the experiment (g)						
	Mixed	30.10	23.87	29.49	2.164	0.441
	Male	22.91	17.90	21.12	3.454	0.838
	Female	33.69	26.85	33.67	2.571	0.470

The values for feed consumption, egg weight, feed conversion ratio, and egg yield between the initial and the 21st days of the study are presented in Table 2. Between the initial and the 21st days, feed consumption, total egg weight, and egg yield were numerically higher in the A21 group compared to the control and A11 groups. The best feed conversion ratio was observed in the A21 group, with both anise-supplemented groups performing better than the control group ($P > 0.05$).

Table 2. Effects of Anise Residue on Feed Consumption, Feed Efficiency Ratio, and Egg Yield During the Laying Period

Gender	Characteristics	Anise Residue Level (g/kg)				
		Start – Days 21				
		Control	A11	A21	SEM	P
Female	Feed Consumption (g)	130.29	135.95	140.41	3.035	0.484
	Feed Conversion Ratio	7.05	6.72	5.28	0.484	0.401
	Average Egg Weight (g)	11.60	12.03	11.81	0.315	0.860
	Total Egg Weight (g)	388.13	444.98	568.20	42.445	0.342
	Total Feed Consumption (g)	2736.00	2855.00	2948.67	63.731	0.484
	Egg Yield (%)	39.88	43.45	57.14	3.087	0.199

Some egg quality characteristics determined from the eggs collected during the last three days of the study are presented in Table 3. The highest egg weight was observed in the A21 group, while the lowest was recorded in the control group. No significant differences were found among the groups in terms of all the egg quality traits evaluated ($P > 0.05$).

Table 3. Effects of Anise Residue on External Quality Characteristics of Eggs During the Laying Period

Characteristics	Anise Residue Level (g/kg)				
	Last Week of Eggs				
	Control	A11	A21	SEM	P
Egg Weight (g)	11.79	11.84	12.36	0.179	0.363
Egg Length (mm)	32.91	32.95	33.50	0.176	0.320
Egg Width (mm)	25.06	25.03	25.40	0.148	0.430
Egg Shape Index (%)	76.18	75.98	76.03	0.374	0.974
Elongation	1.314	1.317	1.317	0.008	0.978
Shell Thickness (mm)	0.16	0.16	0.17	0.002	0.372
Shell Weight (g)	0.82	0.82	0.86	0.014	0.361
Albumen + Yolk Weight (g)	10.97	11.02	11.50	0.165	0.363

DISCUSSION AND CONCLUSION

The average initial, first-week, second-week, and third-week live weights of the quails indicated that the A21 group exhibited numerically higher weights among mixed, female, and male quails (Table 1). Furthermore, as shown in Table 2, the addition of anise residue did not significantly affect feed consumption and feed conversion ratio in quails during the laying period ($P > 0.05$). However, feed consumption was highest in the A21 group, where the feed conversion ratio was also the best. It should be noted that the improvement in the feed conversion ratio was only numerically different from the other groups. Several studies have reported that the use of anise seeds enhances feed consumption during the egg production period (Bayram et al., 2007; Ali et al., 2007) and during broiler production (Soltan et al., 2008). In a study concerning hens in the laying period, better feed conversion ratios were observed in the group that used anise seeds compared to the control group (Irani et al., 2013). Furthermore, the addition of anise oil to compound feed during broiler production did not significantly alter feed utilization rates (Ertaş et al., 2005).

In this study, the groups supplemented with anise residue yielded higher results in terms of egg yield and egg weight (Table 2). The addition of 6 cc/kg of anise residue significantly increased total egg weight and egg yield. The egg weight is influenced by the live weight of the parent quails. The observed differences in egg weight may be attributed to the appetite-stimulating properties of anise, leading to increased feed consumption in the groups receiving anise residue. However, some studies utilizing anise seeds have indicated no change in egg production (Christaki et al., 2011; Bayram et al., 2007), while others have reported decreases (El-Deeb et al., 2007) or increases (Çınar and Arslan Duru, 2022).

Among the eggs evaluated for the quality characteristics, the group with the addition of 6 cc/kg of anise residue showed the highest egg weight, shell weight, and albumen + yolk weight (Table 3). However, no significant differences were found in the measured and calculated parameters with the addition of anise residue ($P > 0.05$). Consistent with the study's results, previous research has indicated that differences found in attributes such as shell thickness, shell weight, and yolk weight were merely numerical (Bayram et al., 2007; Christaki et al., 2011; Ali et al., 2007).

Overall, the study found no significant changes in total feed consumption, feed conversion ratio, total egg weight, and egg yield among quails fed with different levels of anise residue during the egg production period, although increases in egg yield and weight, as well as improvements in feed conversion ratio, were noted. The increase in the live weight of parent quails during the first three weeks of the laying period, albeit numerically, was observed to be favorable in the groups supplemented with anise residue. Future research should focus on determining the optimal levels of anise residue to extend the reproductive period during the laying phase. This study concluded that the application of 6 cc/kg of anise residue positively impacts live weight performance, feed performance, and egg yield, indicating that this dosage could be effectively utilized.

REFERENCES

- Affolter JM. (1985). A monograph of the genus *Lilaeopsis* (Umbelliferae). Syst Bot Monogr., 6:1–140.
- Afifi, N.A., A. Ramadan, E.A. El-Kashoury and H.A. ElBanna, 1994. Some pharmacological activities of essential oils of certain umbelliferous fruits. Vet. Med. J. Giza, 42: 85-92.
- Ali MN, Hassan, MS, Abd El-Ghany FA 2007. Effect of strain, type of natural antioxidant and sulphate
- Bayram I, Cetingul IS, Akkaya B., Uyarlar C (2007). Effects of Aniseed (*Pimpinella anisum* L.), on egg production, quality, cholesterol levels, hatching results and the antibody values in blood of laying quails (*Coturnix coturnix japonica*). Archiva Zootechnica vol. 10, 73-77.
- Çabuk, M., A. Alçiçek, M. Bozkurt and N. Imre, 2003. Ramakrishna, R.R., K. Platel and K. Srinivasan, 2003. In Antimicrobial properties of the essential oils vitro influence of species and spice-active isolated from aromatic plants and using possibility principles on digestive enzymes of rat pancreas as alternative feed additives. II. National Animal and small intestine. Nahrung., 47: 408-412. Nutrition Congress. 18-20 September, pp: 184-Singh, G., I.P. Kapoor, S.K. Pandey, U.K. Singh and R.K. 187.
- Christaki EV, Bonos EM, Florou-Paneri PC, (2011). Comparative evaluation of dietary oregano, anise and olive leaves in laying Japanese quails. Braz. J. Poult. Sci. 13(2): 97-101.
- Christaki, E.V., E.M. Bonos and P.C. Florou-Baneri. (2011). Use of anise seed and or α -tocophery acetate in laying Japanese quail diets. South Afr. J. Anim. Sci., 41(2): 126–133.
- Ciftci M., Güler T., Dalkılıç B., Ertas ON (2005). The Effect of Anise Oil (*Pimpinella anisum* L.) On Broiler Performance. International Journal of Poultry Science 4 (11): 851-855.
- Çınar E, Arslan Duru A 2022. Anason Tohumu İlavesinin Yumurtacı Tavukların Performans, İç ve Dış Yumurta Kalite Özellikleri ve Yumurta Sarısı Kolesterol Konsantrasyonuna Etkisi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 25 (1): 198-205.
- Dakhil MY, Kadhim MJ (2025). Effect of feed supplementation with anise (*Pimpinella anisum* L.) and clove (*Syzygium aromaticum* L.) oils on some productive traits of broiler chicks. Sarhad Journal of Agriculture, 41(2): 860-866.
- El-Deeb MA, Metwally MA, Galal AE 2007. The impact of botanical extract, capsicum (*Capsicum frutescence* L.), anise and molukhyia (*Corchorus olitorius*) supplementation and their interactions on productive and reproductive performance of Japanese quail (*Coturnix japonica*). 4th World Poultry Conference; 2007 March 27-30; Sharm ElSeikh. Egypt. 455-464.
- Ertas, O. N., Guler, T., Çiftçi, M., Dalkılıç, B., & Simsek, U. G. (2005). The effect of an essential oil mix derived from oregano, clove and anise on broiler performance. *International Journal of Poultry Science*, 4(11), 879-884.
- Güner, A., S. Aslan, T. Ekim, M. Vural, and M. T. Babac. (2012). Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler), Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını, İstanbul.
- Irani M, Varastegani A, Ziarlarimi A, Jadidi BI 2013. The effects different levels of aniseed (*Pimpinella anisum* L.) medicinal plant on laying hens performance. Journal of Med. Plants Res., 7(18): 1249-1254.
- Karık Ü. (2020). Türkiye Anason (*Pimpinella anisum* L.) Genetik Kaynakları ve Yabancı Anason Genotiplerinin Uçucu Yağ Bileşenleri. ANADOLU, J. of AARI, 30 (2): 163-178.
- McCormick N. (2006). RNA-mediated virus resistance for carrot (*Daucus carota* var. *sativum*) and celery (*Apium graveolens* var. *dulce*). Ph.D. Thesis, University of Melbourne, 2006.

- Que F, Hou XL, Wang GL et al. (2019). Advances in research on the carrot, an important root vegetable in the Apiaceae family. *Hortic Res.* 6:69.
- Shahrajabian MH, Sun W, Cheng Q. (2019). Chinese star anise and anise, magic herbs in traditional Chinese medicine and modern pharmaceutical science. *Asian J Med Biol Res.* 5:162–79.
- Shojaii, A., Abdollahi FM (2012). Review of pharmacological properties and chemical constituents of *Pimpinella anisum*. *Journal of Medicinal Plants* 11 (41): 22-33.
- Simsek, U.G., Guler, T., Çiftçi M, Ertas O.N., Dalkiliç B (2005). Esans yağ karışımının (kekik, karanfil ve anason) broylerlerde canlı ağırlık, karkas ve etlerin duyuusal özellikleri üzerine etkisi. *YYÜ Vet Fak Derg* .,16 (2):1-5.
- Singh, G., I.P. Kapoor, S.K. Pandey, U.K. Singh and R.K. 187. Singh, 2002. Studies on essential oils: part 10; antibacterial activity of volatile oils of some spices. *Phytother Res.*, 16: 680-682.
- Soliman, K.M. and R.I. Badea, 2002. Effect of oil extracted from some medicinal plants on different mycotoxigenic fungi. *Food Chem. Toxicol.*, 40: 1669-75.
- Soltan MA, Shewita RS, El-Katcha MI 2008. Effect of dietary anise seeds supplementation on growth performance, immune response, carcass traits and some blood parameters of broiler chickens. *Int. J. Poult. Sci.*, 7(11): 1078-1088.
- Yan J, Yu L, Xu S et al. (2014). Assay and evaluation of flavonoid content in Chinese celery. *Agr Sci Technol.*, 15:1200–1204.

HAVYAR YEMEKLERİ**CAVIAR FOOD****Süleyman ÖNER**

Dr. Öğr. Üyesi Muğla Sıtkı Koçman University, Milas Vocational School, Hotel Restaurant and Catering Services Department, 48200, Milas/Muğla, Turkey,.

suleymanoner@mu.edu.tr, cep telefonu numaraları:05421820848

¹ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0000-0000-0000>

0000-0002-0593-9610

ÖZET

***Amaç:** Bu çalışmanın amacı ülkemizde yaygın olarak üretilen değişik Havyar yemeklerinin yapılışını ve sunumunu yaparak farkındalık oluşturmaktır.*

Kapsamı:**Daldırma Krem Peynirli Havyar yemeği;**

Daldırma Krem Peynirli Havyar yemeği krem ve düz tuz tadında güzel bir yemektir. Hazırlanması sadece 5 dakika alır.

İçindekiler; Krem peyniri, ekşi krem, taze limon suyu, taze dereotu, yeşil soğan, tuz, taze hazırlanmış karabiber, havyar.

Hazırlanışı; Elle çalışan karıştırıcıda yumuşatılmış krem peynirini çırpınız. Ekşi kremi, limon suyunu, dere otunu, yeşil soğanı, tuz ve biberi karıştırınız. Havyarı kauçuk bir spatula ile tutunuz. Kaşık dolusu servis kasesine koyunuz. Buzdolabında bir saat bekletiniz. Servis etmeden önce, kalan havyarı ve taze dereotu dallarını koyunuz. Kraker veya cips ile birlikte servis edebilirsiniz.

Havyar Salatası yemeği;

Bu yemek keskin tadında ve gevrek fasulye salatası olarak popüler bir yemektir. Bu yemeğin içinde bölürce, siyah fasulye, tatlı patates, taze limon suyu ile soslanmış sebzeler ve sirkeli salata sosu ile yapılır.

Salata sosu malzemeleri; Bölürce, siyah fasulye, tatlı patates, kırmızı biber, kırmızı soğan, domates, jalapeño biberi, taze kişniş, avakado.

Sos malzemeleri; Extra virgin zeytinyağı, sirke, limon suyu, şeker veya bal, kimyon, deniz tuzu, sarımsak, karabiber.

Yapılışı;

Bir kase içinde bölürceyi, siyah fasulyeyi, mısır, kırmızı biberi, soğanı, domatesi, jalapeño biberi, kişnişi bir araya koyunuz. Diğer bir kaseye, sos malzemelerini; Extra virgin zeytinyağı, sirke, limon suyu, şeker veya bal, kimyon, deniz tuzu, sarımsak, karabiber karıştırınız. Bu sosu sebze ve fasulye karışımının üzerine dökünüz. Çok iyi bir şekilde karıştırınız ve kaplayınız. Buzdolabında 1-2 saat bekletiniz. Yemeden önce, Avakodaları katlayınız. Soğuk olarak cips ile birlikte servis ediniz.

Önemi: Halk sağlığı açısından önemli olan Havyar tüketimini artırmaktır.

Anahtar Kelimeler: Havyar, Yemek, Gastronomi

CAVIAR FOOD**Süleyman ÖNER**

Dr. Öğr. Üyesi Muğla Sıtkı Koçman University, Milas Vocational School, Hotel Restaurant and Catering Services Department, 48200, Milas/Muğla, Turkey,.

suleymanoner@mu.edu.tr, cep telefonu numaraları:05421820848

¹ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0000-0000-0000>

0000-0002-0593-9610

ABSTRACT

***Aim:** The aim of this study is introducing of caviar cooking and presentation.*

Content:

Caviar Cream Cheese Dip;

A caviar cream cheese dip is a good, creamy, salty smooth. It takes just 5 minutes to prepare.

Ingredients; Cream cheese, sour cream, fresh lemon juice, fresh dill, scallion, salt, freshly black pepper, caviar.

Instructions;

Beat the softened cream cheese with mixer. Mix in the sour cream, lemon juice, dill, scallion, salt, and pepper. Fold in caviar with a rubber spatula. Spoon the dip into a serving bowl, and refrigerate for at least 1 hour. Before serving, top the dip with the remaining caviar and an extra sprig of fresh dill. Serve with crackers.

Caviar Salad;

This dish is tangy, and crunchy bean salad popular. It properties black-eyed peas, black beans, sweet corn, and crisp diced vegetables tossed in a zesty lime and vinaigrette dressing

Salad Ingredients; Black-eyed peas, black beans, sweet corn, red bell pepper, red onion, tomatoes, jalapeño pepper, fresh cilantro, avocados.

Dressing Ingredients; Extra-virgin olive oil, vinegar, Juice of lime, sugar or honey, ground cumin, sea salt, garlic, black pepper.

Instructions;

In bowl, put together the black-eyed peas, black beans, corn, bell peppers, onion, tomatoes, jalapeño, and cilantro. In a bowl, mix together all of the dressing ingredients. Add the dressing over the bean and vegetable mixture. Mix very well to coat. Let it wait in the refrigerator for at least 1-2 hours.

Before eating, fold in the diced avocado. Serve chilled with chips.

İmportance:

İncreasing of caviar consumption for public health.

Keywords: Caviar, Food, gastronomy

KIRLANGIÇ BALIĞI YEMEKLERİ**SEA-ROBİNS FOOD****Süleyman ÖNER**

Dr. Öğr. Üyesi Muğla Sıtkı Koçman University, Milas Vocational School, Hotel Restaurant and Catering Services Department, 48200, Milas/Muğla, Turkey,.

suleymanoner@mu.edu.tr, cep telefonu numaraları:05421820848

¹ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0000-0000-0000>

0000-0002-0593-9610

ÖZET

***Amaç:** Bu çalışmanın amacı ülkemizde yaygın olarak üretilen değişik Kırlangıç balık yemeklerinin yapılışını ve sunumunu yaparak farkındalık oluşturmaktır.*

Kapsamı:

Kırlangıç balığı hafif tatlı, sert etli bir balıktır. Kırlangıç balığı yassı beyaz bir balıktır. Kırlangıç balığı iyi bir yapıya sahiptir. Akdeniz mutfağının geleneksel bir balığıdır.

Fırında pişirilmiş kırlangıç balığı yemeği;

İçindeki malzemeler; Kırlangıç balığı filetoları, Parmesan peyniri, köri tozu, tuz, zeytinyağı, limon veya elma dilimli limon.

Yapılışı;

Kırlangıç balığı derisi sert ve tatsızdır. Kırlangıç balığını pişirmeden önce veya fırında pişirdikten sonra derisini çıkarabilirsiniz. Kırlangıç balığı eğer derisi ile pişirilirse yemeden önce derisini çıkarabilirsiniz. Kırlangıç balığını bütün olarak derisi ile fırında pişirsek daha sulu bir yapıya sahip olur ve aynı zamanda kemiği etinden daha iyi ayrılır. Kırlangıç balığını Pişirmeden önce soğuk suyun altında filetolarını yıkayınız ve kağıt havlu yardımı ile kurulayınız. Bir tabağın içinde perme san peynirini, körü tozunu ve tuzu koyunuz ve karıştırınız. Kırlangıç balığını perme san karışımının içine daldırınız. Daha sonra Bir tavada zeytinyağını ısıtınız. Kırlangıç balığını 2-3 dakika kızartınız. Sonrasında fırın tepsisine balıkları koyunuz ve daha önceden 175 C dereceye ısıtılmış fırında 5-8 dakika pişiriniz. Pişmiş kırlangıç balığını taze yeşilliklerle, limon ve kavrulmuş karnabahar ile servis ediniz.

Yağda kızartılmış kırlangıç balığı yemeği;

Kırlangıç balığı büyük ve kemikli kafalı olduğu için yenilebilir kısmı arka kısımda yer almaktadır. Öncelikle Kırlangıç balığının kafasının arkasından kesiniz. Sonrasında solungaçları ve kuyruğu çıkarınız. Filetoların derisini çıkarınız. Filetoları yıkayınız ve kurumaya alınız. Sonra tuz, biber, kırmızıbiber ekleyiniz. Kırlangıç balığının filetolarını yumurta, un, ekmek kırıntıları ile karıştırınız. Zeytinyağı kullanarak 175 C derecede 3 dakika her iki tarafı kahverengi altın rengine ve eti beyaz renge dönene kadar kızartınız. Sonrasında taze sebzelerle servis ediniz.

Önemi: Halk sağlığı açısından önemli olan Kırlangıç balık tüketimini artırmaktır.

Anahtar Kelimeler: Kırlangıç balık, Yemek, Gastronomi

SEA-ROBİNS FOOD**Süleyman ÖNER**

Dr. Öğr. Üyesi Muğla Sıtkı Koçman University, Milas Vocational School, Hotel Restaurant and Catering Services Department, 48200, Milas/Muğla, Turkey,.

suleymanoner@mu.edu.tr, cep telefonu numaraları:05421820848

¹ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0000-0000-0000>

0000-0002-0593-9610

ABSTRACT

***Aim:** The aim of this study is introducing of Sea-Robins Food cooking and presentation.*

Content:

Sea robin is a mild, sweet, and firm-fleshed fish. Sea robin has flaky white fish. It has good texture. It is the traditional anchor fish for Mediterranean.

Ingredients; Sea robins (filleted), Parmesan cheese, Curry powder, Salt, Olive oil, Lemon or lime wedges,

Preparation

Sea robin skin is the tough and tasteless. You can either skin the fish before baking or bake it whole with the skin and removing the skin before eating. Whole baking is a great way to roast in moisture and easily flake the meat off the bone. Rinse the sea robin fillets under cold water and dry with paper towels. In a plate, put and mix the parmesan cheese, curry powder, and salt. Put the sea robin fillets into the parmesan mixture. And then, heat the with olive oil in a pan. Roast the fish for 2-3 minutes. Put the fish on a baking pan and roast in a preheated oven at 175°C for 5-8 minutes. Serve the fish on with fresh greens, lemon braised cauliflower.

Sea Robin Fry;

Since sea robins have large, bony heads, the edible meat is almost found in the tail section. Cut behind the head and remove the top fins to remove the tail. Skin the fillets. Put the fillets to dry. Add salt, pepper, and paprika. Mix the fish in a mixture of flour, egg, breadcrumbs. Heat with olive oil 175°C. Fry the fish for 3 minutes per side until it turns golden brown and the meat is white.

Importance:

Increasing of Sea-Robins Food consumption for public health.

Keywords: Sea-Robins Food, Food, gastronomy

KEMOTERAPİ TEDAVİSİ ALAN HASTALARDA SEMPTOM KONTROLÜNDE KANITA DAYALI UYGULAMALAR

Hem, Nazlı BAŞARAN¹/ Dr. Öğr. Üyesi, Gül DURAL²

¹Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İç Hastalıkları Hemşireliği, basarannazl@gmail.com, 0009-0005-9819-154X

²Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, İç Hastalıkları Hemşireliği, gulkaya@firat.edu.tr, 0000-0002-8541-0150

Özet

Kemoterapi tedavisi alan hastalarda semptom kontrolünde kanıta dayalı uygulamalar; farmakolojik tedavilerin yanı sıra çok yönlü, yapılandırılmış ve genellikle hemşire liderliğinde yürütülen girişimleri içerir. Yorgunluk–uyku bozukluğu–depresyon semptom kümesinde parlak ışık tedavisi, akupresür, egzersiz, diyet danışmanlığı ve psikolojik hemşirelik girişimlerinin semptomları azalttığı ve yaşam kalitesini artırdığı gösterilmiştir. Kemoterapiye bağlı fiziksel yan etkiler için kanıta dayalı nonfarmakolojik girişimler arasında; yorgunluk için yönlendirilmiş imgeleme, egzersiz, Qigong; bulantı-kusma için yoga, bilişsel-davranışçı yaklaşımlar ve akupresür; ağrı için eğitsel müdahaleler ve imgeleme; alopesi için soğuk uygulama (saç derisi soğutma) yer almaktadır. Oral mukozit yönetiminde standart protokoller yanında aloe vera jel/gargara gibi tamamlayıcı yöntemlerin iyileşme süresi, ağrı ve mukozit şiddetini azaltmada yararlı olabildiği ve yan etki bildirilmediği; ancak kemoterapiye bağlı mukozitte daha fazla randomize kontrollü çalışmaya ihtiyaç olduğu belirtilmektedir. İnternet ve mobil sağlık (mHealth) temelli programlar ile telefon/çevrim içi semptom izleme ve eğitim sistemleri, hastaların evde kendini izleme, öz-bakım ve zamanında sağlık ekibine bildirimini destekleyerek semptom şiddetini ve semptomlu gün sayısını anlamlı ölçüde azaltabilmektedir. Hemşire liderliğinde semptom yönetim programları, sistematik semptom değerlendirmesi, önceliklendirme, hasta özelinde eğitim ve öz-yönetim desteği sağlayarak çoklu semptom yükünü ve yaşam kalitesi bozulmasını azaltmada etkili görünmektedir

Anahtar Kelimeler: Hemşirelik, kanıta dayalı uygulamalar, kemoterapi, semptom yönetimi

EVIDENCE-BASED PRACTICES FOR SYMPTOM MANAGEMENT IN PATIENTS UNDERGOING CHEMOTHERAPY

NAZLI BASARAN, MSc Student¹ / Assist. Prof. Gül DURAL²

1Firat University Institute of Health Sciences, Internal Medicine Nursing, basarannazl@gmail.com, 0009-0005-9819-154X

2Firat University, Health Science Faculty, Internal Medicine Nursing, gulkaya@firat.edu.tr, 0000-0002-8541-0150

Abstract

Evidence-based practices for symptom management in patients undergoing chemotherapy include multifaceted, structured interventions—often led by nurses—in addition to pharmacological treatments. For the fatigue–sleep disturbance–depression symptom cluster, bright light therapy, acupressure, exercise, dietary counseling, and psychological nursing interventions have been shown to reduce symptoms and improve quality of life. Evidence-based nonpharmacological interventions for physical side effects of chemotherapy include: guided imagery, exercise, and Qigong for fatigue; yoga, cognitive-behavioral approaches, and acupressure for nausea and vomiting; educational interventions and imagery for pain; and cold application (scalp cooling) for alopecia. In the management of oral mucositis, in addition to standard protocols, complementary methods such as aloe vera gel or mouthwash may be beneficial in reducing recovery time, pain, and the severity of mucositis, with no reported side effects; however, it is noted that more randomized controlled trials are needed for chemotherapy-related mucositis. Internet and mobile health (mHealth)-based programs, along with phone/online symptom monitoring and education systems, can significantly reduce symptom severity and the number of symptomatic days by supporting patients' self-monitoring at home, self-care, and timely reporting to the healthcare team. Nurse-led symptom management programs appear to be effective in reducing the burden of multiple symptoms and the decline in quality of life by providing systematic symptom assessment, prioritization, patient-specific education, and self-management support

Keywords: Nursing, evidence-based practices, chemotherapy, symptom management

1.1 Kanser

Kanser vücudun herhangi bir bölümünü etkileyebilen, hücrelerin anormal ve kontrolsüz şekilde çoğalmasına neden olan geniş bir hastalık grubu için kullanılan bir terimdir (Akdemir ve Can, 2023;Dündar ve ark., 2019). Kanserde kontrolsüz bir şekilde çoğalan ve vücudun bitişik kısımlarını istila eden anormal hücreler hızla oluşur (World Health Organization, 2022a). Anormal bölünen bu hücreler etrafındaki doku ve organlara baskı yaparak işlevlerini engellemektedir (Ovayolu, 2017). Kanser hücreleri her yaşta, herhangi bir vücut dokusunda meydana gelebilir. Bu hücreler, yerel dokuları infiltre edebilir, ya da lenfatik veya kan damarları yoluyla vücuda yayılabilirler (Rubin, 1981). Bu durum metastaz olarak adlandırılır ve kanserden ölümün başlıca nedenini oluşturur (World Health Organization, 2022a).

Kanser genel bir addır ve değişik seyirli hastalıklardan oluşmaktadır. Bu hastalıkların her tipinin kendine göre risk faktörleri, etiyolojisi ve tedavi yöntemleri vardır. Bu hastalık grubunda herhangi bir nedenden dolayı genetik yapısında değişiklik olan bir hücre çoğalarak ‘tümör’ ya da ‘kanser’ olarak bilinen bir oluşumun gelişmesine sebep olur. Tümör oluşumu, kontrolsüz bir şekilde hücre büyümesinin bir komplikasyonudur. Tümörler hakkında yapılan çalışmalar ‘onkoloji’ adı altında incelenir (Ovayolu, 2017).

Kanser terimi Yunancada ‘corcinos’ olarak tanımlanır ve yengeç anlamını taşımaktadır (Akdemir ve Can, 2023). Tümör geliştiği yerde, bir yengeç örneği gibi, o bölgeyi kavrar ve inatçı bir tavır sergiler (Ovayolu, 2017).

Kanser dünyada ve ülkemizde tüm ölüm nedenleri arasında ikinci sıradadır ve giderek artan önemli bir sorundur (Dündar ve ark., 2019). Kanser yaşam beklentisinin artmasının önünde bir engel olmasının yanı sıra, değişen önemli toplumsal ve ekonomik maliyetlerle de ilişkilidir (Bray ve ark., 2024). Dünyadaki nüfusunun sürekli artması ve etiyolojik nedenlere maruz kalmanın artmasıyla beraber kanser yükünde artış olacağı öngörülmektedir (Dündar ve ark., 2019).

1.2. Karsinogenezis

Kanser multifaktöriyel bir hastalık olup birincil sebebi DNA’nın doğru eşlenmesini etkileyen genetik rahatsızlıktır. DNA doğru şekilde eşlenmediğinde mutasyonlar oluşmaktadır ve bu durum kanser oluşumuna zemin hazırlamaktadır. Bu mutasyonlar çeşitli durumlardan kaynaklanabilmektedir. Ancak genel olarak kanser genetik, sistemik ve çevresel olan faktörlerin birbiri ile olan etkileşimini sonucunda gelişir (Dalay ve Buyru, 2019). Kanser oluşturan maddelere ‘karsinojen’, kanser oluşmasına da ‘karsinogenezis’ denir (Ovayolu, 2017). Kanser profiline sahip bir hücrenin metastatik kansere dönüşme süreci karmaşık ve değişkenlik göstermektedir. Bununla beraber aşırı çoğalma, apoptoza direnç, anjiyogenez ve metastaz dahil olmak üzere çoğu kanserde ortak görülen birkaç temel süreç vardır (Hanahan ve Weinberg, 2000). Bu süreçteki mekanizmaların özünde, hücredeki öldürücü olmayan genetik zedelenme vardır. Bu zedelenme normal hücresel genlerin (protoonkogenler) karsinojen etkenlerden dolayı yapısal ve fonksiyonel değişikliğe uğramış formlarında (onkogenler) aktivasyon, hücre çoğalmasını baskılayan genlerde (tümör baskılayıcı gen/antionkogen) inaktivasyon ve yaşlanmış hale gelen normal hücrelerin yok edilmelerini ilgilendiren genler (apoptoz genleri) ile DNA tamir genlerinde değişiklikler şeklinde oluşabilmektedir (Ovayolu, 2017). DNA’da oluşan bu değişiklikler nedeniyle hücreler giderek daha kötü özellikler kazanır ve tümör hücresine dönüşür (7). Bu değişikliklerin biri olan anjiyogenez (damarlanma) kılcal damarlardan başlatılır ve tümör büyümesinde, sürdürülmesinde ve metastazında rol oynar (Lugano ve ark., 2020). Aynı zamanda anjiyogenez endotelden salınan büyüme faktörleri sayesinde de tümör büyümesini indüklemektedir (Ovayolu, 2017).

Normal hücrelerde hücrelerin büyümesi ve çoğalması denetim altındayken tümör hücrelerinde bu denetim mekanizmaları işlevlerini yitirmektedir. Başlangıçta ortaya çıkan kanserli hücreler vücudun başka bölgelerine yayılma özelliğine sahip olur ve böylece kanser gelişiminin son aşaması olan metastazlar oluşur (Ovayolu, 2017; Dalay ve Buyru, 2019). Metastaz Yunanca ‘farklı bir bölgeye yerleşme anlamına gelir. Metastazlar tedavi başarısızlıklarının önde gelen sebeplerindendir ve kanserden ölümlerin başlıca sebebi durumundadır (World

Health Organization, 2022a; Ovayolu, 2017). Metastaz süreci, büyümekte olan tümörlerin ortaya çıktığı, normal hücrelerin yerini aldığı, sağlıklı alanlara girdiği ve damar duvarını geçerek lenfatik dolaşıma ya da kan dolaşımına erişme şeklinde bazı basamaklardan oluşur (Ovayolu, 2017).

Özetle kanser etken ne olursa olsun, her durumda hücredeki bozukluk DNA’da oluşan hasardır. Kanser DNA hasarı taşıyan hücrelerin ya da hücre klonunun kontrolsüz çoğalması ve yeni değişimler geçirmesi ile karakterize bir hastalıktır (Dalay ve Buyru, 2019).

1.3. Kanser Epidemiyolojisi

Epidemiyoloji kanserlerin görülme sıklığını; toplumdan topluma gösterdiği farklılıkları ve risk faktörleriyle ilişkisini ortaya koymaktadır (Karaman ve ark., 2019). Kanser görülme sıklığına ve yaygınlığına göre bilgiler, kanserin nedenlerinin belirlenmesine ve kansere karşı alınacak önlemlerde büyük fayda sağlamaktadır (Akdemir ve Can, 2023). Kanserle mücadelede ve kanser hizmetlerindeki öncelikler tespit edilirken kanser yüküne ve o bölgede yoğun görülen kanserlere dair bilgi esas alınmalıdır (Dündar ve ark., 2019).

Kanser Dünyada ve Türkiye de tüm ölüm nedenlerinin ikincisi olmaya devam etmekte ve önemli bir halk sağlığı sorununa yol açmaktadır (Dündar ve ark., 2019). Gelişen teknolojik imkanlarla beraber yaşam süresinin uzamasının yanında tanı ve tedavi alanındaki gelişmeler sonucu da kanser görülme sıklığı giderek artmaktadır (Ovayolu, 2017). Dünya çapında en sık teşhis edilen kanser akciğer kanseridir (toplam vakaların %12,4’ü), bunu kadınlarda meme (%11,6), kolorektum (%9,6), prostat (%7,3) ve mide (%4,9) kanserleri takip etmektedir. Aynı zamanda kanserden ölümlerin de önde gelen nedeni akciğer kanseridir (toplam kanser ölümlerinin %18,7’si), bunu kolorektal (%9,3), karaciğer (%7,8), kadınlarda meme (%6,9) ve mide (%6,8) kanserleri takip etmektedir. Yaklaşık her beş kadın veya erkekten biri yaşamı süresince kansere yakalanırken, yaklaşık 12 kadından biri ve dokuz erkekten biri bu kanserlerden ölmektedir (Bray ve ark., 2024).

Dünyada en yaygın görülen kanser türleri ülkeden ülkeye ve bölgeden bölgeye de önemli değişiklikler gösterir. Düşük gelirli ülkelerde enfeksiyona bağlı kanserler daha fazla görülmektedir. Yüksek gelirli ülkelerde erkeklerde en faz teşhis edilen kanser türü prostat kanseridir; daha az zengin bölgelerde ise mide kanseri ve yemek borusu kanserleri daha sık görülmektedir. Kadınlarda meme kanseri hem yüksek hem de düşük gelirli ülkelerde yaygındır fakat rahim ağzı kanseri düşük gelirli ülkelerde yaygın görülmektedir (Wiseman, 2019).

Türkiye’de en son istatistiklere göre yaşa standardize kanser hızı erkeklerde yüz binde 262,4 kadınlarda ise yüz binde 188,0’dır. Toplam insidansı ise yüz binde 225,2’dir. Türkiye’de kadınlarda en sık görülen kanser türleri meme, tiroid, kolorektal olurken, erkeklerde bu sırayı akciğer, prostat ve kolorektal kanserler alır (T.C. Sağlık Bakanlığı, Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü, 2022). Gençlerde ise (15-24 yaş grubu) erkeklerde hodgkin hastalığı ve testis kanserinin, kadınlarda ise non hodgkin lenfoma ve tiroid kanserinin ön saflarda olduğu görülmektedir (Ovayolu, 2017).

Dünya çapında erkeklerde kanser kadınlara oranla %25 daha fazla görülmektedir. Kanser en sık 60-69 yaş arasında görülür ve nüfusun yaş ortalaması arttıkça kanser görülme oranları da artıyor. Kanser fiziksel rahatsızlıklarla beraber sosyal, maddi, manevi yönleri olan ve her geçen gün artan bir hastalık yüküne sahiptir (Ayaz, 2016).

1.4. Kanser Etiyolojisi

Kanserin oluşumunda kimyasal, biyolojik ve fiziksel nedenlerin olduğu bilinmektedir (Ovayolu, 2017). Kanserin bu nedenlerini değiştirilebilir ve değiştirilemeyen etkenler olarak ikiye ayırmak mümkündür. Aile öyküsü, yaş ve cinsiyet değiştirilemeyen etkenler iken sigara ve alkol kullanımı, beslenme tarzı, radyasyona maruziyet, virüsler, hava kirliliği, uzun süre güneş ışığına maruziyet gibi durumlar değiştirilebilen çevresel etkenlerdir (Karaman ve ark., 2019). Kanser’in %70-90’ı çevresel %10’u ise genetik etkenlere bağlı olduğu bilinmektedir. Çevresel etkenler arasında ilk sıralarda tütün, alkol, obezite ve enfeksiyonlar yer almaktadır (Ayaz, 2016). Kanser insidansı, belirli

kansere yönelik risklerin yaşla birlikte artması sebebiyle yaşla beraber dramatik bir şekilde artmaktadır. Risk birikimi, yaş ilerledikçe hücrel onarım mekanizmalarının az etkili olma eğilimiyle birleşir (World Health Organization, 2022a).

Virüsler normal hücre büyümesini bozarak ya da bağışıklık sistemini zayıflatarak kansere neden olabilir ve kanser oluşma riskini arttırabilir (Akdemir ve Can, 2023). Hepatit B virüsü, dünya çapında karaciğer kanserinin yüksek prevalansı olan bölgelerde karaciğer kanserinin önemli bir nedeni olduğu belirtilmektedir (Chang, 2011). Aynı zamanda 2018 yılında küresel olarak görülen kanserlerin yaklaşık %13'ü çeşitli virüslerinde dahil olduğu farklı kanserojen enfeksiyonlara atfedilmiştir. Bunlardan bazıları İnsan papilloma virüsü (HPV), Epstein –Barr virüsü, hepatit B virüsü, hepatit C virüsüdür (de Martel ve ark., 2020).

Ultraviyole (UV) radyasyon, hem mutajen hem de hasar verici özelliği olduğundan ayrıca tümör başlatıcı özelliklere sahip olduğundan "tam kanserojen" olarak sınıflandırılmıştır. UV radyasyonuna maruziyet cilt kanseri için önemli önlenilebilir risk faktörünü oluşturmaktadır (D'Orazio ve ark., 2013). Güneş UV radyasyonuna maruziyet, melanom dışı cilt kanserinin (genellikle skuamöz hücreli karsinom) artan ölüm oranıyla ilişkilidir (Berwick ve ark., 2014). Güneş ışınlarını yoğun alan bölgelerde yaşayanlarda bazal ve skuamöz hücreli kanser vakaları daha fazla görülmektedir (Karaman ve ark., 2019). Solaryum kullanılarak kapalı alanda bronzlaşma da cilt kanseri riskini arttırmaktadır ve 35 yaşından önce solaryum ile suni bronzlaşmaya başlanırsa melanom riski yaşam boyu %75 artmaktadır. Kapalı alan bronzlaşmasından uzak kalınarak ve güneş ışığına olan maruziyetin azaltılması melanom ve diğer cilt kanserlerinin görülme sıklığını azaltabilir (D'Orazio ve ark., 2013).

Tütün kansere bağlı ölümlerin %30'undan sorumludur ve çalışmalarda neden sonuç ilişkisinin gösterildiği önlenilebilir bir risktir (Karaman ve ark., 2019). Tütün aromatik aminler ve N-nitrozo bileşikler açısından zengindir. Bu bileşikler, baz modifikasyonları ve hacimli eklenti oluşumları ile DNA hasarına sebep olur (Stern ve ark., 2009). Tütün kullanımı, akciğer, mesane, kolorektum ve diğer kanserlerin riskini artırması nedeniyle dünya üzerinde önlenilebilir ölümlerinde önde gelen nedeni olarak kabul edilmektedir (Thandra ve ark., 2021). Sigara kullanımı dışında pipo kullananlarda risk sekiz kat, puro içenlerde ise üç kat artmaktadır (Ovayolu, 2017).

Alkol tüketimi dünyada her yıl 3 milyon ölümün meydana gelmesine yol açmakta ve çeşitli sağlık sorunlarına yol açmaktadır (World Health Organization, 2022b). Alkol kullanımı ağız boşluğu ve yutak, yemek borusu, kolorektum, karaciğer, gırtlak ve kadın meme kanseri riskini arttırmaktadır. Ancak Alkolün kanserojen etkisini gösterdiği mekanizmalar çeşitlilik gösterir ve tam olarak anlaşılamamıştır. Bu mekanizmalar arasında; asetaldehitin genotoksik etkisi, östrojen seviyesinde yükselme olması, immün sistemi baskılaması, folat emilimini etkilemesi ve solunum ve sindirim sistemindeki epitelde oluşturduğu lezyon vardır (Bagnardi ve ark., 2015).

Tanı ve tedavi amacıyla radyasyona maruz kalma, nükleer bomba ve nükleer santraller çeşitli kanser türlerine yol açmaktadır. Yapılan bazı çalışmalarda radon gazının yer altı ocaklarında çalışan madencilerde akciğer kanseri riskini arttırdığı, bunun yanında ev içi radon gazının akciğer kanseri nedenlerinde ikinci sırada olduğu görülmüştür. İkinci dünya savaşında Nagasaki ve Hiroşima bölgelerine atılan atom bombalarından yayılan iyonize radyasyon akciğer, kolon, tiroid, mide ve over kanserinde artışa yol açtığı görülmüştür (Karaman ve ark., 2019).

Düzenli fiziksel egzersizin kansere karşı güçlü bir koruyuculuk sağladığı ve başta meme ve kolorektal kanser olmak üzere çoğu kanserin görülme sıklığını %40 oranında azaltma potansiyeline sahip olduğu bilimsel olarak kanıtlanmıştır (Newton ve Galvao, 2008). Egzersizin kansere karşı nasıl koruyuculuk sağladığı tam olarak bir karara varılmamış, ancak çeşitli mekanizmalardan bahsedilmiştir. Bu mekanizmalar arasında; serbest radikallere karşı savunma, yağlanmayı azaltma, bağırsak hareketliliğini artırma ve menarşi geciktirme etkisi durumları vardır. Öne sürülen başka bir koruyucu mekanizma ise egzersizin telomer uzunluğuna olan etkisi ile ilgilidir (Tanık ve Gürşan, 2022).

Kanserin gelişimi ve önlenmesinde beslenme önemli rol oynamaktadır (Ovayolu, 2017). Besinler kansere karşı koruyucu özelliklere sahip olanlardan kansere yol açanlara kadar geniş bir spektruma sahiptir. Yağlı gıdalarla beslenme tarzının prostat, uterus, meme, özofagus ve böbrek kanserine yakalanma riskini arttırdığı bilinmektedir (Çevik ve Pirinçci, 2017). Şekerli, yağda kızartılmış, tuzlanmış, tütsülenmiş, nitrit ve nitrat eklenmiş, yağlı besinler kanser riskini artırırken, sebze ve meyveler, kuruyemişler ve tahıllar kanser riskini azaltmaktadır. Etlerin mangalda ateşe yakın tutularak pişirilmesi esnasında nitrozamin denilen karsinojen bir bileşik oluşmaktadır. Bu şekilde pişirilmiş besinlerin sık tüketilmesi mide ve özofagus kanserine yol açabileceği gösterilmiştir (Ovayolu, 2017). Yüksek lifli beslenme ve yüksek kalsiyum alımı kolon kanserine karşı koruyuculuk sağladığı bilinmektedir. Bu koruyuculuk etkileri çeşitli mekanizmalara bağlanılmıştır. Lif ağırlıklı beslenme dışkıının bağırsaktan geçiş süresinde azalma meydana getirdiğinden dolayı dışkıdaki zararlı maddeler bağırsak yüzeyine daha az temas etmiş olur. Ayrıca tüketilen lifli besinler bağırsakta fermentasyona neden olarak kısa zincirli yağ asitlerini meydana getirir; bu asitlerde vücut bağışıklığını destekler ve bağırsaktaki ortamı iyileştirir. Kalsiyumun koruyucu etkisi ise D vitamini üzerindendir (Karaman ve ark., 2019).

Östrojenik etkilenim, meme kanserinin oluşmasında önemli risk faktörlerinden biridir (Çevik ve Pirinçci, 2017). Hormon replasman tedavisinde kullanılan oral kontraseptifler ve postmenopozal hormon tedavileri eksojen östrojen kaynaklarındandır (Karaman ve ark., 2019). Östrojenin kanser ile olan ilişkisi kimyasal örgüsünün karsinojenik hidrokarbonlara benzemesinden kaynaklanmaktadır (Ovayolu, 2017).

Pineal bezin en önemli ürünü olan ve sirkadiyen ritim göstergesi olan melatonin çeşitli şekilde etki göstererek kanser gelişimi üzerinde etki gösterir. Melatonin, immün sistemi destekler ve antimitojenik etki gösterir (Topal ve ark., 2009). Ayrıca melatonin sitotoksin üreterek tümör hücresinin ölümünde rol oynamaktadır. Melanin salgısı ortam ışığından etkilenir ve en yüksek seviyeye gece yarısı ulaşır. Kolorektal, mide ve pankreas kanserlerinde melatonin seviyesinin düşük olduğu görülmüştür (Karaman ve ark., 2019).

Kansere karşı genetik duyarlılığa kanser duyarlılık genlerinde dizilim değişikliklerinin kalıtılması neden olmaktadır. Kansere neden olan 100 kadar gen mevcuttur ve kanserlerin %5 'inde genetik etkenlerin rolü olduğu gösterilmiştir. Meme, kolon ve over kanseri gelişiminde genetik yatkınlık ön plana çıkabilmektedir (Karaman ve ark., 2019; Ovayolu, 2017).

1.5. Kanserin Önlenmesi ve Tarama Programları

Dünya nüfusunun giderek artması ve özellikle yaşlı nüfusun artışının yanında risk faktörlerinin artması kanser yükünde artış olacağını göstermektedir. Ancak kanser önleme ve erken tanı çalışmalarıyla mücadele edilebilecek bir hastalıktır (Erol, 2019). Risk faktörlerine karşı önlem almak, kanser yükünü önemli oranda azaltabilir (T.C. Sağlık Bakanlığı, Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü [HSGM], 2021). Mevcut kanıta dayalı önleme stratejileri uygulanarak ve mevcut risklerden kaçınılarak kanserlerin %30 ila %50'si önlenebilir durumdadır (World Health Organization, 2022a). Bu önlemlerin yanı sıra meme, serviks ve kolorektal kanserlerde olduğu gibi bazı kanserlerde uygun programlar yürütülerek erken teşhis ve tedavi mümkündür (HSGM, 2021). Tarama görünüşte sağlam olan kişilere bazı testler, muayeneler ve yöntemler uygulanarak bilinmeyen hastalık durumunun incelenmesine denir (Ovayolu, 2017). Kanserde tarama ise, herhangi bir kanseri henüz bir rahatsızlığa neden olmadan ortaya çıkarmaktır (HSGM, 2021). Taramalar koruyucu sağlık programları içinde önemli bir yere sahiptir. Dünya Sağlık Örgütü toplum temelli taramaları önermektedir. Türkiye'de Kanser Erken Teşhis, Tarama ve Eğitim Merkezleri tarafından kanser taramaları yapılmaktadır (Ovayolu, 2017).

. Türkiye Halk Sağlığı Kurumu Kanser Daire Başkanlığının önerdiği Ulusal Kanser Tarama programları aşağıda belirtilmiştir.

- Meme Kanseri: Tarama 20 yaşından sonra ayda bir kez kendi kendine meme muayenesi, 20 yaşından sonra yılda bir doktor muayenesi ve 40 yaşından sonra iki yılda bir kez mamografiden oluşmaktadır.

- Prostat Kanseri: Tarama 50 yaş ve üzeri erkeklerin serum prostat spesifik antijen değerlerinin izlenmesi ve dijital rektal muayene ile yapılabilir.
- Serviks Kanseri: Tarama 30-65 yaş aralığındaki her kadının 5 yılda bir HPV testi ile taranmasını ve pozitif çıkan olguların smear ile tekrar değerlendirilmesini içerir.
- Kolorektal Kanseri: Tarama 50-70 yaş aralığında iki yılda bir uygulanacak Gaitada Gizli Kan Testi (GGK) ve 10 yılda bir yapılacak kolonoskopi yöntemleri ile yapılır (HSGM, 2021).

1.6. Kanserde Tanı

Tanısal anlamda değerlendirmenin amacı tümörün kaynaklandığı dokuyu bulmak, Primer alanı saptamak ve kanserin hücresel özelliklerini ortaya koymaktır. Ancak tanı konulursa hastalığı tedavi etmek mümkün olacaktır (Şen ve Aydın, 2019). Kanserde tanı süreci kişinin kanser varlığını düşündüren şikayetler belirtmesiyle başlar. Kanser alanında klinik, patolojik, laboratuvar ve tanısal veriler incelenip tedavi ile ilgili kararlar alınmaktadır (Akdemir ve Can, 2023; Ovayolu, 2017). Kanserde kullanılan tanı yöntemleri de aşağıda belirtilmiştir.

1.6.1. Öykü ve Fizik Muayene

Öykü alınırken kanser ile ilgili risk faktörleri değerlendirilir. Öykü alındıktan sonra fizik muayeneye geçilir ve tüm sistemler dikkatli bir şekilde incelenir. Tümör bulunduğu organ ve metastaz durumuna göre farklı belirtiler gösterir (Akdemir ve Can, 2023; Ovayolu, 2017). Sürekli ağrı, nedeni bilinmeyen ateş, kilo kaybı, yorgunluk veya kanserin yedi alarm işaretinden biri başlıca başvuru şikayetleridir. Uzun süreli ses kısıklığı ve öksürük, ben ve siğillerde değişiklikler, yutma güçlüğü ve hazımsızlık, anormal kanama veya akıntı, iyileşmeyen yaralar, barsak ve mesane alışkanlıklarında değişim, memede veya herhangi bir yerde kitle kanser için alarm işaretleri olarak bilinmektedir (Şen ve Aydın, 2019).

1.6.2. Biyokimya / Tam Kan Sayımı

Hematolojik kanserler dışında kanser hastalıklarında serum biyokimyasal testler ve hemogram tanıya yardımcı olan testlerdir. Nadiren tümör bölgesi hakkında bilgi verebilir. Daha çok metastaz bölgeleri hakkında bilgi almak için kullanılır (Şen ve Aydın, 2019).

1.6.3. Tümör Belirteç (Marker) Çalışmalar

Tümör marker çalışmaları bazı tümör hücreleri tarafından komşu sıvılara salınan maddelerin tespit edilmesi için kullanılır. Böylece tümörün varlığı ve gelişimi kanda tespit edilmiş olur (Akdemir ve Can, 2023; Ovayolu, 2017). Antijenler, ektopik olarak üretilmiş hormonlar, proteinler, enzimler, reseptörler ve genler tümör belirteçleri olarak karşımıza çıkabilir (Şen ve Aydın, 2019). Örneğin Prostat spesifik antijen düzeyleri prostat kanseri taramasında kullanılmasına ek olarak yeni teşhis edilen hastalarda da hastalığın gidişatını değerlendirmede kullanılmaktadır (Duffy, 2020).

1.6.4. Görüntüleme Yöntemleri

Çeşitli kanserlerin tanılmasında kullanılan başlıca görüntüleme yöntemleri aşağıda belirtilmiştir.

- Röntgen
- Ultrasonografi
- Bilgisayarlı tomografi (BT)
- Manyetik rezonans görüntüleme (MRG)
- Radyonükleer görüntüleme (Nükleer tıp) (Şen ve Aydın, 2019).

1.6.5. Endoskopik Çalışmalar

Endoskopik işlemler tümör bölgesini, tümör çapını, etrafıyla olan ilişkisini, tümörün yayılımını ve lenf nodu tutulumu durumunun incelenmesini ve tümörün bulunduğu alandan biyopsi alınarak histopatolojik tanının kesinleşmesine yardımcı olur (Ovayolu, 2017; Şen ve Aydıner, 2019).

1.6.6. Sitolojik Çalışmalar ve Histopatolojik İncelemeler

Sitolojik incelemelerde vücut sekresyonlarından veya müköz membranlardan kazınarak alınan hücreler mikroskop altında incelenir. Serviskten alınan yayma (pap smear) örnek gösterilebilir (Akdemir ve Can, 2023; Ovayolu, 2017). Histopatolojik incelemelerde ise doku kütlesinden biyopsi ile alınan örnek incelenir (Ovayolu, 2017).

1.7. Kanserde Evreleme

Dünyada birden fazla evreleme sistemi kullanılmakta olup en kullanışlı evreleme sistemi ‘Amerikan Joint Committee on Cancer’ (AJCC) ve The International Union for Cancer Control’ (UICC) tarafından belirlenen Tümör-Nod-Metastaz (TNM) tekniğidir (Ovayolu, 2017; Rubin, 1981). TNM evreleme sisteminde; primer ve direkt yayılma için T, lenfatik tutulma için N ve metastazlar için M kullanılır. TNM sınıflamasının amaçları; tedavinin planlanmasına yardımcı olmak, prognoz ile ilgili bilgi vermek, tedavinin değerlendirilmesinde yardımcı olmak, bilgi alışverişinde rahatlık sağlaması ve kanser araştırmalarının sürekliliğine yardım etmesidir (Rubin, 1981). Histopatolojik yapılarına göre tümörlerin derecesi Grade 1, 2, 3, 4 olarak tanımlanır ve Grade 1 tümörün gidişatı Grade 4 tümörlere göre daha iyidir (Akdemir ve Can, 2023).

1.8. Kanserde Tedavi

Kanser tanısı alan hastanın özellikleri ve hastalığın durumuna göre radyoterapi, cerrahi tedavi, immünoterapi, kemoterapi, ve kemik iliği transplantasyonu yöntemlerinden bir ya da birkaçı kullanılmaktadır (Akdemir ve Can, 2023; Ovayolu, 2017). Kanser hastalarında semptomları hafifletmek için tamamlayıcı yaklaşımların kullanımı da artış göstermektedir. Erken evredeki kanserde tedavinin amacı semptomları tedavi etmek ve hastalığın iyileşmesine olanak sağlamaktır. İleri evre kanser tedavisindeki amaç ise hastalığa dair bulguların gerilemesini sağlayarak, hastaların yaşam kalitesini artırmak ve yaşam süresinin uzamasını sağlamaktır (Akdemir ve Can, 2023). Kanser tedavisinin birçok etkisi vardır. Bu etkilerin bazıları kısa süreli olmakla birlikte, bazıları haftalar ve aylar sürebilmektedir. Kanser türüne, alınan tedaviye, yaşa ve diğer faktörlere göre bu etkiler kişiden kişiye değişiklik gösterebilmektedir (Güçlüel ve Can, 2022).

Kanser tedavi yöntemlerinden olan cerrahi tedavi ve radyoterapi hastalığın lokal kontrolünü sağlarken hormonal tedavi, kemoterapi ve biyolojik tedaviler sistemik kontrolünü sağlamaktadır (Akdemir ve Can, 2023).

Günümüzde sağlık hizmetlerinde meydana gelen gelişmeler, erken tanı ve tedavideki ilerlemeler kanser sağkalım oranını arttırmış durumdadır. Meydana gelen bu gelişmeler kanserin kronik bir hastalığa dönüşmesine sebep olmuştur (Güçlüel ve Can, 2022).

1.8.1. Kemoterapi

Antikanser ilaçlar kullanılarak yapılan tedavi şeklidir (Yıldız, 2019). Bu ilaçlar kanser hücrelerini ortadan kaldırmak ve büyümelerini kontrol altına almak amacıyla kullanılırlar (Ovayolu, 2017; Yıldız, 2019). Bu ilaçlara kemoterapötikler, antineoplastikler ve sitotoksik ajanlarda denilmektedir (Ovayolu, 2017). Kemoterapi kanser tedavisinde tek başına ya da diğer tedavi yöntemleri ile birlikte uygulanabilir. Kemoterapide bir ilaç kullanılabileceği gibi birkaç ilaç birlikte de kullanılabilir ve kan yoluyla vücuda dağılarak etkisini gösterirler. Kemoterapi ilaçları parenteral, topikal veya oral gibi değişik şekillerde uygulanabilir (Ovayolu, 2017; Yıldız, 2019).

Kemoterapinin amacı hastalığın yaygınlık ve tipine göre değişiklik göstermektedir. Kemoterapi hastalığa bağlı olumsuzlukları azaltarak yaşam kalitesini arttırmak (palyatif), radyoterapi veya cerrahi sonrası hastalık nüksünü azaltmak (adjuvan), ya da radyoterapi ve cerrahi öncesi uygulanarak (neoadjuvan) bölgesel tedavilerde kolaylaştırma sağlamak amacıyla uygulanabilir (Yıldız, 2019).

Onkoloji hastalarının çoğu (%70-80) tedavi sürecinde kemoterapi almaktadır (Gündoğdu ve Sayar, 2022). Kemoterapi sitotoksik etki göstererek kanserli hücrelerin büyüme ve çoğalmasını önlemektedir. Kemoterapi etkisini gösterirken normal hücrelerde de olumsuzluk yaratmakta ve kemik iliği depresyonu, mukozit, bulantı-kusma, konstipasyon, diyare, nefes darlığı, yorgunluk, alopesi, uykusuzluk, ağrı, halsizlik, anemi, , nörolojik, hematolojik, üriner, cilt, göz ve cinsellikle ilgili istenmeyen birçok semptomu yol açmaktadır (Yıldız, 2019; Çıtlak ve kapucu, 2015; Pekmezci ve ark., 2022). Kemoterapötik ilaçların etkinliği ve toksisitesi hücre döngüsündeki etki yerlerine göre değişebilmektedir (Yıldız, 2019).

1.8.2. Radyoterapi

Radyoterapi, iyonizan radyasyonun kullanıldığı bir tedavi şeklidir. Bu tedavideki amaç, tanımlanmış bir tümörün hacmini ıslayarak yok etmek ya da tümörün lokal kontrolünü sağlamaktır (Akdemir ve Can, 2023). Radyoterapi yöntemi kanser tedavisinde; radikal radyoterapi, adjuvan radyoterapi ve palyatif radyoterapi olarak kullanılabilir. Kanser hastalarının %50-%70'inin radyoterapi aldığı bilinmektedir. İlk seri radyoterapiden sonra hastaların %20-%25'i tekrar radyoterapi almaktadır. Tümör hücresinin yok edilmesi ve çevre dokulara minimum zarar verme ilkesinden dolayı radyoterapi için farklı teknikler geliştirilmiştir. Bunlar brakiterapi ve teleterapidir (Ovayolu, 2017).

Günümüzde çoğu kanser tedavisinde radyoterapi kullanılmaktadır ve tüm tedavi seçeneklerinde olduğu gibi radyoterapinin de yan etkileri mevcuttur. Radyoterapi yorgunluğa, bulantı- kusmaya ve uygulandığı bölgedeki kıllarda dökülme, renk değişikliği ve kurumaya yol açmaktadır. Ayrıca tedavi bölgesi içine bağırsak ve mesane giriyorsa idrar ve dışkıda kan, sık sık idrara çıkma ve ishal görülebilmektedir. Tedavi bölgesindeki sinirlerde radyasyona maruz kalırsa his kaybı ve güçsüzlükler meydana gelebilir (Ertem ve ark., 2009).

1.8.3. Cerrahi Tedavi

Kanser cerrahisinin amacı temelde yaşam süresinin uzatılmasıdır (Ovayolu, 2017). Kanserde cerrahi tedavi primer tedavi yaklaşımı, adjuvan tedavi, palyatif tedavi, kurtarma tedavisi ve rekonstrüktif tedavi olarak uygulanabilir (Akdemir ve Can, 2023). Cerrahi tedavi tercihiinde önemli pek çok faktör vardır. Bunlar; hastanın yaşı, tümörün biyolojik tipi, beklenen yaşam süresi, hastalığın yaygınlığı, semptomların yoğunluğu ve yaşam kalitesinde oluşturduğu etkidir (Ovayolu, 2017).

1.8.4. İmmünoterapi

İmmünoterapi, kanser hücrelerinin çoğalmasını engellemek amacıyla immün sistemin yanıtını kullanan bir tedavi yöntemidir. İmmünoterapi doğrudan kanser hücrelerini hedef almaz, vücudun bağışıklık sistemini güçlendirerek tümörün büyümesini engeller (Tosun ve ark., 2021). Günümüzde tedavide kullanılan immünoterapi yaklaşımlar şunlardır; İmmün kontrol noktası inhibitörleri, T hücresi transferi, Sitokinler, Monoklonal antikorlar, İnterferonlar, interlökinler (Akdemir ve Can, 2023).

1.8.5. Hematopoetik Kök Hücre Nakli (HKHN)

Hematolojik hastalıklarda anormal kan hücreleri yok edecek dozda kemoterapi ya da radyoterapi uygulamasına takiben hastaya sağlam hematopoetik hücrelerin verilmesi işlemidir. Böylece sağlam hücreler ile hematopoezin yeniden oluşumu sağlanmış olur (Akdemir ve Can, 2023). Hematopoietik kök hücre nakli, 1950'li yıllardan beri hematolojik kanserlerin ve bazı solid tümörlerin tedavisinde kullanılmaktadır. Bu tedavi yaklaşımı hastaların yaşam kalitesini arttıran ve yaşam süresini uzatan önemli bir yaklaşımdır (Erdal, 2019). Hematopoietik

kök hücre kaynağı hastanın kendi kök hücre kaynağı (otolog) olmakta ya da başkasından elde edilen bir kök hücre kaynağı (allojenik) olmaktadır (Ovayolu, 2017).

1.8.6. Hormonal Tedavi

Bazı kanser türlerinde (meme, prostat, endometriyum) hastalığın gelişimi hormonal mekanizmaların etkisine bağlı olabilmektedir (Akdemir ve Can, 2023; Ovayolu, 2017). Bu kanser türlerinin hücreleri içerdikleri hormon reseptörleri vasıtasıyla östrojene ve testesterona duyarlı olabilir. Yani testesteron ve östrojen hormonu, bu kanser türlerinin büyümelerine neden olabilir. Hormon tedavisi de bu hormonları uzaklaştırarak veya gösterdikleri etkileri bloke ederek kanserli hücrelerin çoğalmasını durdurur (Ovayolu, 2017). Meme kanserlerinin yaklaşık %75'ini östrojen reseptörü eksprese edenler oluşturmaktadır. Bu nedenle hormonal tedavi meme kanserinde önemli bir role sahiptir. Prostat kanserinde ise androjen reseptörü ekspresyonu olduğundan antiandrojen tedaviler etkili olmaktadır (Özer, 2019).

2. KEMOTERAPİ VE KANITA DAYALI SEMPTOM KONTROLÜ

Kanserin seyri ve tedavisi bedenin tüm sistemleri üzerinde etkiler yaratmaktadır. Dolayısıyla kanser hastaları hem hastalık süreci hem de tedavilerinin yan etkilerine bağlı sorunlar yaşamaktadır. Kanser tedavisinde sıklıkla kullanılan yöntemlerden biri olan kemoterapi yöntemi de çeşitli semptomlara yol açmaktadır (Bahar ve ark., 2019). Bu semptomlar hastaların yaşam kalitesinin bozulmasına, bağımlılık düzeylerinde artış olmasına ve günlük yaşam aktivitelerinin engellenmesine neden olmaktadır. Semptomların oluşturduğu bu yük hastaların endişe yaşamasına, baş etme seviyesinin azalmasına, aile ve toplumun maddi kayıplar yaşamasına yol açmaktadır (Tekinsoy Kartın, 2017). Ancak kemoterapi sebebiyle ortaya çıkan semptomları etkin hemşirelik girişimleriyle azaltmak ya da önleyebilmek mümkündür. Dolayısıyla kemoterapi alan hastalarda kemoterapi sonucu oluşan semptomları doğrudan gözlemleyen hemşireler, hasta bakımında yaşanan olumsuzluklarla baş etmede kilit role sahip profesyonellerdir (Karagözlü ve Kahve, 2013).

Hemşirelik bakımında semptomları erken dönemde belirleme ve bu semptomları kanıta dayalı uygulamalar ışığında yönetmek büyük önem taşımaktadır (Bahar ve ark., 2019). Hemşirelik uygulamalarının kanıta dayalı olması bakım kalitesini artırmak, hasta bakım sonuçlarında fark yaratmak, bakımı standardize etmek ve hemşirenin memnuniyetini artırmak açısından önem arz eder. Ayrıca kanıta dayalı uygulamalar hemşirelik uygulamalarının bilimselleşmesine katkı sağlar (Kocaman, 2003).

2.1. Yorgunluk

Yorgunluk bireyin günlük yaşam aktivitelerini devam ettirmesini engelleyen ve pek çok değişkene bağlı olan bir sorundur. Yorgunluk subjektif bir semptom olduğu için saptanması zordur (Baykal ve ark., 2018). Kemoterapide yorgunluğun gelişimi tedavide kullanılan ilaçlar, bulantı-kusma, kan sayımının (lökosit ve hemoglobinin) düşmesi gibi faktörlerle ilişkili olabilir. Dolayısıyla hemşire yorgunluğun yönetiminde nedene yönelik planlama yapmalıdır (Akdemir ve Can, 2023). Kemoterapi alan hastaların %80'inde yorgunluk görülebilmektedir (Ovayolu, 2017).

Yorgunluk semptomunun yönetimi aşağıdaki maddelerden oluşmaktadır.

- Hasta ve ailesine yorgunluk hakkında eğitim verilir (Baykal ve ark., 2018).
- Hastanın düzenli uyuması sağlanır. Gece en az 7-8 saat uyuması, dinlenme-uyku periyotları oluşturulması sağlanmalıdır. Uykuyu kaçırarak yiyecek ve içecekler hakkında bilgi verilir (Akdemir ve Can, 2023; Baykal ve ark., 2018).
- Gerekirse doktor önerisiyle ilaç ve vitamin desteği sağlanır (Bahar ve ark., 2019).
- Yeterli ve dengeli beslenme sağlanır.
- Stres ve olumsuz duygularla baş edebilmesi için çeşitli teknikler öğretilir. Baş etmede zorlanan hastalar için diğer sağlık uzmanlarından destek istenmelidir.

➤ Farklı aktivitelere katılımı desteklenmeli ve sosyal ilişkilerinin devamı sağlanmalıdır (Baykal ve ark., 2018).

➤ Günlük aktiviteler için uygun düzenlemeler yapılır. Hasta enerjisinin yüksek olduğu zamanlara önemli aktiviteler sığdırılır (Akdemir ve Can, 2023).

2.1.1. Yorgunluk Yönetiminde Kanıta Dayalı Uygulamalar

Toplamda 70 hasta ile yarı deneysel olarak yapılan bir çalışmada, kemoterapi alan meme kanserli hastalara 6 seans reiki uygulaması yapılmıştır. Yapılan reiki uygulamasının yorgunluğu azalttığı görülmüştür (Karaman ve Tan, 2021).

Ayaktan kemoterapi alan 40 hastaya kemoterapiden önce hastanın ihtiyaçlarına göre bireyselleştirilmiş 20 dakikalık el masajının uygulandığı bir pilot çalışmada, el masajının yorgunluğu azalttığı saptanmıştır (Cutshall ve ark., 2021).

Yapılan deneysel bir çalışmada 88 mide-bağırsak kanseri hastası, 3 saat kemoterapi alırken müdahale grubuna kemoterapi sırasında 40 dakika arayla dört seans ayak masajı uygulanmıştır. Masaj süresi her ayak için 7 dakika idi. Yapılan bu randomize kontrollü çalışmada ayak masajı terapisinin kemoterapiden kaynaklı yorgunluğu azalttığı görülmüştür (Alizadeh ve ark., 2021).

Yapılan bir çalışmada, sırt masajının kemoterapiye bağlı yorgunluk ve anksiyete üzerindeki etkisi incelenmiştir. Kemoterapi uygulamasının 3. ve 4. küründe, kokusuz vazelin kullanılarak, deney grubuna (n=20) öfleraj, petrisaj ve friksiyon teknikleri kullanılarak belden boyuna kadar sırt masajı uygulaması yapılmıştır. Masaja kemoterapi uygulamasından 15 dakika önce başlanılıp, 20-25 dakika aralar verilerek kemoterapi sonrası 15. dakikaya kadar devam edilmiştir. Kontrol grubuna herhangi bir girişim yapılmamıştır. Kemoterapiden hemen sonra ve bir gün sonra hastaların yorgunluk düzeyleri değerlendirilmiştir. Sırt masajı uygulanan grupta yorgunluk düzeylerinin azaldığı sonucuna varılmıştır (Karagözlü ve Kahve, 2013; Baykal ve ark., 2018).

2.2. Bulantı-Kusma

Bulantı kusma merkezinin uyarılmasıyla karında hissedilen dalgalanma şeklinde bir rahatsızlıktır (Akdemir ve Can, 2023). Kemoterapiye bağlı bulantı-kusma sık görülmekte ve hastaların yaşam kalitesini olumsuz etkilemektedir. Bulantı-kusma hastaların günlük yaşam aktivitelerini etkileyerek tedaviye uyumlarını bozmaktadır (Çayır Yılmaz, 2022). Ayrıca hastaların yetersiz beslenmesine neden olarak hastalarda dehidratasyon gelişmesine ve elektrolit dengesinin bozulmasına sebep olur (Bayrak ve ark., 2018). Üç büyük Avrupa ülkesinde yapılan bir çalışmada hastaların %34-50'sinin kemoterapi döneminde tedaviye bağlı bulantı-kusma yaşamış ve bu hastaların %10-20'sinin şiddetli bir şekilde yaşamış olduğu bulunmuştur (Çelik, 2016).

Kemoterapi yapıldıktan sonra 3-4 saat içinde ya da 24 saatten sonra bulantı-kusma görülebilir ve 72 saat sonrasına kadar da devam edebilmektedir (Akdemir ve Can, 2023). Dolayısıyla hemşire bulantı-kusma için risk faktörlerini bilmeli ve hastayı desteklemek için kanıta dayalı uygulamaları kullanmalıdır (Ovayolu, 2017).

Bulantı-kusma semptomunun yönetimi aşağıdaki maddelerden oluşmaktadır.

- Bulantı-kusmaya neden olan tedavi dışında faktörün olup olmadığı değerlendirilmelidir ve çözüm üretilmelidir (Çelik, 2016).
- Hasta dehidratasyon ve malnütrisyon belirti ve bulguları açısından izlenmelidir.
- Antiemetik ilaçların etkileri hakkında hasta bilgilendirilmeli ve bu ilaçlar hastaya yemekten en az yarım saat önceden verilmelidir.
- Hastanın yemek edikten sonra dinlenmesi gerektiği anlatılmalıdır.
- Hastanın bulunduğu ortamı temiz ve kokusuz olmalı, hasta kıyafetlerinin rahat olmasına özen gösterilmelidir.
- Hastaya öğünlerini azar azar sık sık alınması ve fazla çiğnenmesi gerektiği anlatılır.

- Hastaya yemek esnasında sıvı alımından kaçınması, tatlı, baharatlı, yağlı ve kızartılmış gıdalardan uzak durması gerektiği anlatılmalıdır (Akdemir ve Can, 2023).
- Ağız hijyeninin önemi anlatılır (Çelik, 2016).

2.2.1. Bulantı-Kusma Yönetiminde Kanıta Dayalı Uygulamalar

Yapılan randomize bir çalışmada 48 kemoterapi tedavisi olan meme kanseri hastası vardır. Bu hastalarda deney grubundakilere 5 gün boyunca standart ilaç tedavisi ve kulak akupresürü uygulanmıştır. Kontrol grubundaki hastalara ise 5 gün boyunca sadece standart ilaç tedavisi verilmiştir. Sonuç olarak kulak akupresürü uygulanan deney grubunda hem akut hem de gecikmiş fazlarda bulantı ve kusmanın sayı ve şiddetinde kontrol grubuna göre anlamlı düzeyde azalmaya neden olduğu saptanmıştır (Engbali ve ark., 2016).

Kemoterapi alan 80 hastanın dahil edildiği bir çalışmada, hastalara kemoterapi protokolüne göre 2 veya 3 haftada bir kemoterapi infüzyonu esnasında dört seans ayak refleksolojisi (her biri 30 dakika) uygulanmıştır. Yapılan randomize kontrollü bu çalışmada, ayak refleksolojisinin akut bulantı şiddetini ve antiemetik ilaç tüketimini önemli ölçüde azalttığı görülmüştür (Murat Ringot ve ark., 2021).

Kemoterapi alan 78 meme kanseri hasta ile randomize kontrollü bir çalışma yapılmıştır. Çalışmada deney grubuna 1,5 gram zencefil 8 saatte bir kemoterapi uygulamasından sonra 4 gün boyunca standart antiemetik tedaviye ek olarak verilmiştir. Kontrol grubuna ise sadece standart antiemetik tedavi verilmiştir. Sonuç olarak 1,5 gram zencefil uygulamasına ek olarak verilen antiemetik tedavinin kemoterapi sonrası 6-24 saatlik bulantı sıklığını azaltmada etkili yaklaşım olduğu belirlenmiştir (Panahi ve ark., 2012).

Kemoterapi alan 79 hasta ile yapılan randomize kontrollü bir çalışmada bulantı-kusma' nın vücut pozisyonuyla ilişkisi incelenmiştir. Yaklaşık 3-4 saatlik kemoterapi uygulaması deney grubuna semi-fowler pozisyonunda, kontrol grubuna ise supine pozisyonunda uygulanmıştır. Bu çalışmaya katılan hastaların kemoterapi uygulaması aynı zaman diliminde (08:00-12:00) uygulanmıştır ve değerlendirme de 24 saat boyunca, 3 saatte bir yapılmıştır. Sonuç olarak semi-fowler pozisyonunun supine pozisyonuna kıyasla bulantı-kusma insidansını azaltmada etkili olduğu görülmüştür (Fathi ve ark., 2014).

Kemoterapi alan 60 akciğer kanseri tanıli hasta ile randomize olmayan kontrollü bir çalışma yapılmıştır. Müdahale grubuna (n=30) her kemoterapi seansı sonrası telefon takibi sağlanmıştır (toplam 6 takip). Hastalar 1., 3. ve 6. (son) kemoterapi sonrasında değerlendirilmiş olup telefon ile yapılan takibin kemoterapiye bağlı olan bulantıyı anlamlı düzeyde azalttığı saptanmıştır (Hintistan ve ark., 2017).

2.3. Oral mukozit

Kemoterapinin avantajlarına rağmen birçok olumsuz yan etkisi de olabilir ve bunların biri de oral mukozittir. Kemoterapik ilaçların tipine, dozajına ve uygulama sıklığına göre oral mukozitin insidansı değişmektedir ve yaklaşık %40-75 'tir (Gündoğdu ve Sayar, 2022). Oral mukozit pek çok hastada ağrıya, yetersiz beslenmeye, kemoterapi tedavisinde gecikmeye ve kemoterapi dozajında azalmaya neden olduğundan dolayı yaşam kalitesini önemli ölçüde etkileyebilir (Gündoğdu ve Sayar, 2022; Sonis ve ark., 2004). Tedavi sonrası 5 gün ila 2 hafta arasında oral mukozit bulguları gelişmektedir. Oral mukozit nedeniyle hastanın çiğnemesi ve yutması güçleşebilir (Akdemir ve Can, 2023).

Oral mukozitin yönetimi aşağıdaki maddelerden oluşmaktadır.

- İyi bir ağız hijyeni sağlanmalıdır ve ağız mukozası, dil ve dudaklar her gün değerlendirilmelidir.
- Hastaya ve ailesine ağız bakımını nasıl yapması gerektiği hakkında bilgi verilir. Diş fırçalama; diş ipi, serum fizyolojik, steril su ve sodyum bikarbonat gibi sıvılarla gargara uygulamasını içermektedir. Yumuşak dokuda fırça kullanılmalıdır.
- Hastanın alkol ve sigaradan uzak kalması gerektiği anlatılır.

- Hastanın dudakları kuru ise yumuşatıcı kullanılmalıdır.
- Hastaya tuzlu, baharatlı, asitli besinlerden kaçınması gerektiği anlatılır.
- Ağrı için doktor istemine göre ilaç kullanımı sağlanır.
- Nötropeniyle ilişkili oral mukozit varlığında doktor istemi ile büyüme faktörleri başlamalıdır (Akdemir ve Can, 2023).

2.3.1. Oral Mukozitin Yönetiminde Kanıta Dayalı Uygulama

Kemoterapi alan 90 kanser hastasıyla yapılan bir çalışmada karadut şurubunun oral mukozit gelişimi ile olan etkisi incelenmiştir. Hastalar 3 gruba ayrılmıştır ve her grupta 30 hasta vardır. Birinci gruba benzidamin hidroklorür gargara, ikinci gruba sodyum bikarbonat gargara, üçüncü gruba ise karadut şurubu gargara verilmiştir. Verilen gargaralar ilk kemoterapiden itibaren günde dört kez (yemekten sonra ve yatmadan önce) olacak şekilde ve 21. güne kadar kullanılmıştır. Karadut şurubu kullanan grupta evre 3 mukozit hiç görülmemiştir ve 30 hastanın 23'ünde oral mukozit gözlenmemiştir (Çubukçu ve Çınar, 2012).

2.4. İştahsızlık

Kanser hastaları sık sık iştahsızlık yaşamaktadır (Bahar ve ark., 2019). Kemoterapiye bağlı oluşan bazı semptomlar iştahsızlığa neden olabilmektedir. Bu semptomlardan olan konstipasyon, diyare, erken doyma, yorgunluk, oral mukozit, bulantı-kusma, tat/koku değişiklikleri kemoterapiye bağlı malnütrisyon ve oral alımın azalmasına yol açar. Kanser hastalarının yaşadığı beslenme problemi tedavinin yan etkilerine ve kanserin evresine göre değişebilmektedir (Uğur, 2014).

İştahsızlığın yönetimi aşağıdaki maddelerden oluşmaktadır.

- Hastanın yemeklerin hazırlandığı yerlere girmemesi sağlanır.
- Hastanın bulunduğu ortamda kötü kokuların olmamasına özen gösterilir ve hastanın hoşlanmadığı kokular uzaklaştırılmalıdır.
- Hastanın sevdikleriyle beraber ve sevdiği ortamda; az ve sık sık beslenmesi sağlanır.
- Yemekler iştah arttıracak bir görünümde sunulmalıdır.
- Hasta yemekten önce sakıncası yok ise egzersiz yapması ve biraz dinlendikten sonra yemeğini yemesi sağlanmalıdır.
- Hasta yemek yerken sakıncası yoksa rahat, sakin ve hafif müzikli bir ortam sağlanmalıdır (Akdemir ve Can, 2023).

2.4.1. İştahsızlık Yönetiminde Kanıta Dayalı Uygulamalar

Kemoterapi alan 122 hastayla yapılan randomize kontrollü çalışmada transkütanoz akupunktur noktası elektrik stimülasyonu (TAES) ve gastrik elektriksel stimülasyonun (GES) iştahsızlık üzerinde olan etkisi incelenmiştir. Müdahale grubundaki hastalara 14 gün boyunca (günde 1 kez, her seferinde 25 dakika) TAES ve GES gastrik pacing bölgelerine uygulandı. Kemoterapiden sonraki 14. gün ve 28. günde gerçekleştirilen ölçümlerde elektrik stimülasyonunun iştahsızlığı önemli derecede azalttığı bulunmuştur (Mao ve ark., 2021).

2.5. Konstipasyon

Konstipasyon bağırsak hareketlerinde azalma, karında şişkinlik hissi ya da defekasyon sonrası eksik boşaltma hissi olarak tanımlanır ve günlük yaşamı etkileyen önemli bir sorundur (Sayılı ve ark., 2018). Kemoterapinin nörotoksik etkisi, narkotik analjezik ilaçların kullanımı, yeme alışkanlığı, hareketsizlik, dehidratasyon ve hipokalsemi nedeni ile konstipasyon gelişebilir (Akdemir ve Can, 2023). Tedavinin herhangi bir döneminde kanser hastalarının %54'ünün konstipasyon yaşadıkları bildirilmiştir (Bahar ve ark., 2019).

Konstipasyon yönetimi aşağıdaki maddelerden oluşmaktadır.

- Hastanın günlük bağırsak fonksiyonları değerlendirilmelidir (Ovayolu, 2017).

- Lif içeren gıda alımı arttırılmalıdır.
- Günde en az 2 litre olacak şekilde sıvı alımı sağlanmalıdır.
- Hastanın aktivite düzeyi arttırılmalıdır.
- Paralitik ileus ve fekal tıkaç açısından bağırsak sesleri, dışkılama, abdominal distansiyon bulantı gibi belirtiler takip edilmeli ve kayıt altına alınmalıdır.
- Doktor istemine göre gerekli durumlarda laksatifler başlanmalıdır (Akdemir ve Can, 2023).
- Labaratuvar bulguları (kan sayımı, elektrolit durumu gibi) takip edilmelidir. Trombositopeni ve nötropenisi olan hastalara enema ve rektal suppozitivar kullanımından kaçınılmalıdır (Ovayolu, 2017).

2.5.1. Konstipasyon Yönetiminde Kanıta Dayalı Uygulamalar

İlk kez kemoterapi almak üzere olan kanser hastalarının (n=120) katılımıyla gerçekleştirilen bir çalışmada eğitimin kemoterapi semptomları üzerine etkisi incelenmiştir. Çalışmada her kemoterapi kürü öncesi müdahale grubundaki hastalara 40-45 dakikalık eğitim verilmiştir (3 kez). Kontrol grubuna eğitim verilmemiştir. Eğitimin, kemoterapi öncesinde verilmeye başlanmasının, hastanın ihtiyaçlarına göre tekrarlanmasının ve kitapçıklar ile desteklenmesinin, konstipasyonun şiddetini ve sıklığını azalttığı saptanmıştır (Mollaoğlu ve Erdoğan, 2014).

Kemoterapi alan 122 hastayla yapılan randomize kontrollü çalışmada transkütanoz akupunktur noktası elektrik stimülasyonu (TAES) ve gastrik elektriksel stimülasyonun (GES) konstipasyon üzerinde olan etkisi incelenmiştir. Müdahale grubundaki hastalara 14 gün boyunca (günde 1 kez, her seferinde 25 dakika) TAES ve GES gastrik pacing bölgelerine uygulandı. Kemoterapiden sonraki 14. gün ve 28. günde gerçekleştirilen ölçümlerde elektrik stimülasyonunun konstipasyonu önemli derecede azalttığı bulunmuştur (Mao ve ark., 2021).

2.6. Diyare

Diyare bağırsaktaki sıvı içeriğinin artmasıyla beraber feçesin miktar olarak 200 g/gün üzerine çıkması ve bağırsak hareketlerinin dakika da 3 ve üstü olmasıdır. Diyare kemoterapi, radyoterapi (pelvik ve abdominal), enteral beslenme, aşırı laksatif kullanımı ve enfeksiyon nedeniyle gelişebilmektedir. Kemoterapiye bağlı oluşan diyare, bağırsakta aktif olarak çoğalan mukoza hücrelerinin harabiyete uğraması ya da yok olması sonucunda meydana gelir. Diyare kemoterapi uygulaması esnasında hastaların %50-90'nın da önemli bir sorundur (Sayılı ve ark., 2018).

Diyare yönetimi aşağıdaki maddelerden oluşmaktadır.

- Diyareye neden olan faktörler belirlenmelidir.
- Hasta dehidratasyon açısından takip edilmelidir (Uğur, 2014).
- Aldığı çıkardığı takibi ve kilo takibi yapılmalıdır. Kaybedilen sıvı varsa yerine konulmalıdır.
- Sütli ürünlerin tüketiminden sakınılmalıdır. Eğer bir olumsuz durum yoksa potasyum kaybı için muz, portakal, patates tüketimi önerilmelidir.
- Fazla soğuk ve sıcak olmayan az şekerli gıdaları az ve sık olacak şekilde alması önerilmelidir (Akdemir ve Can, 2023).
- Alkol, kafein ve kızarmış gıdalardan uzak durulması sağlanır (Uğur, 2014) .
- Perine bölgesi tahriş yönünden gözlenmeli ve uygun olan bakım yapılmalıdır.
- Dışkı kanama yönünden takip edilmelidir ve dışkı sayısı kaydedilmelidir.
- Gerekli ise dışkıdan kültür alınıp sonuca göre ve doktor istemine göre tedaviye başlanmalıdır (Akdemir ve Can, 2023).

2.6.1. Diyare Yönetiminde Kanıta Dayalı Uygulamalar

İlk kez kemoterapi almak üzere olan kanser hastalarının (n=120) katılımıyla gerçekleştirilen bir çalışmada eğitimin kemoterapi semptomları üzerine etkisi incelenmiştir. Çalışmada her kemoterapi kürü öncesi müdahale grubundaki hastalara 40-45 dakikalık eğitim verilmiştir (3 kez). Kontrol grubuna eğitim verilmemiştir. Eğitimin,

kemoterapi öncesinde verilmeye başlanmasının, hastanın ihtiyaçlarına göre tekrarlanmasının ve kitapçıklar ile desteklenmesinin, diyarenin şiddetini ve sıklığını azalttığı saptanmıştır (Mollaoğlu ve Erdoğan, 2014).

2.7. Ağrı

Ağrı kanser hastalarını ve ailelerini zorlayan önemli semptomlardandır (Uğur, 2014). Kansere bağlı ağrının bir çok sebebi vardır. Hastalık süreci ile ilgili ya da uygulanan tedavi ve işlemlere bağlı gelişebilir (Yıldırım ve ark., 2018). Kanser hastalarındaki kronik ağrı kemoterapiye bağlı gelişen periferik nöropati; radyoterapiye bağlı brakial plexopati, radyoterapi ve cerrahi tedavi ile ilişkili pelvik ağrı nedeniyle oluşabilir. Ayaktan takip edilen kanser hastalarının ortalama %50'sinde kronik ağrı görülmektedir (Uğur, 2014).

Ağrı yönetimi aşağıdaki maddelerden oluşmaktadır.

- Hasta ve ailesiyle güven ilişkisi oluşturmaktır.
- Hastanın ağrısını değerlendirmeli (sıklığını, şiddetini) ve hastanında nasıl değerlendirmesi gerektiğini öğretmelidir.
- Hastanın yaşadığı ağrı nedeniyle konforunun nasıl etkilendiğini değerlendirmelidir.
- Hastanın yaşadığı ağrı ile baş etme yöntemlerini sorgulamalıdır.
- Hastaya ağrısını yönetmesi için ve sorumluluk alması için desteklemelidir.
- Ağrı kontrolünün çeşitli şekilde yapıldığı unutulmamalı ve her bir kişinin ağrıya olan cevabını değiştireceği çeşitli faktörler olduğu unutulmamalıdır.
- Hastanın ağrı kontrolünde ilk seçenek olarak Dünya Sağlık Örgütü'nün analjezi merdiveni kullanılmalıdır.
- Hasta opioid kullanıyorsa nasıl kullanması gerektiği ve oluşturduğu etkiler anlatılmalıdır.
- Hastaya uygun non farmakolojik yöntemler (masaj, gevşeme teknikleri gibi) öğretilmelidir (Uğur, 2014).

1) 2.7.1. Ağrı Yönetiminde Kanıta Dayalı Uygulamalar

Yapılan randomize kontrollü bir çalışmada, platin bazlı kemoterapi alan 100 akciğer kanserli hastaya 6 aşamalı müzik terapisi uygulanmıştır. müzik terapisi uygulandıktan sonraki 1. ve 5. günde yapılan ölçümler sonucunda ağrının önemli ölçüde azaldığı görülmüştür (Tang ve ark., 2021).

Kemoterapi alan 60 akciğer kanseri tanılı hasta ile randomize olmayan kontrollü bir çalışma yapılmıştır. Müdahale grubuna (n=30) her kemoterapi seansı sonrası telefon takibi sağlanmıştır (toplam 6 takip). Hastalar 1., 3. ve 6. (son) kemoterapi sonrasında değerlendirilmiş olup telefon ile yapılan takibin kemoterapiye bağlı olan ağrıyı anlamlı düzeyde azalttığı saptanmıştır (Hintistan ve ark., 2004).

KAYNAKÇA

- Akdemir, N., & Can, G. (2023). Kanserin ve hemşirelik. İçinde N. Akdemir (Ed.), *İç hastalıkları ve hemşirelik bakımı* (8. bs., ss. 333–390). Akademisyen Kitabevi.
- Alizadeh, J., Yeganeh, M. R., Pouralizadeh, M., Roushan, Z. A., Gharib, C., & Khoshamouz, S. (2021). The effect of massage therapy on fatigue after chemotherapy in gastrointestinal cancer patients. *Supportive Care in Cancer*, 29(12), 7307–7314. <https://doi.org/10.1007/s00520-021-06304-8>
- Ayaz, R. (2016). Kronik hastalıklar. İçinde B. Erci (Ed.), *Halk sağlığı hemşireliği* (2. bs., ss. 331–348). Anadolu Nobel Tıp Kitabevleri.
- Bagnardi, V., Rota, M., Botteri, E., Tramacere, I., Islami, F., Fedirko, V., Scotti, L., Jenab, M., Turati, F., Pasquali, E., Pelucchi, C., Galeone, C., Bellocco, R., Negri, E., Corrao, G., Boffetta, P., & La Vecchia, C. (2015). Alcohol consumption and site-specific cancer risk: A comprehensive dose-response meta-analysis. *British Journal of Cancer*, 112(3), 580–593. <https://doi.org/10.1038/bjc.2014.579>
- Bahar, A., Ovayolu, Ö., & Ovayolu, N. (2019). Onkoloji hastalarında sık karşılaşılan semptomlar ve hemşirelik yönetimi. *ERÜ Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 6(1), 42–58.
- Baykal, D., ve ark. (2018). Yorgunluk. İçinde *Kanser hastasında kanıta dayalı palyatif bakım* (1. bs., ss. 103–118). Nobel Tıp Kitabevi.
- Bayrak, E., ve ark. (2018). Bulantı ve kusma. İçinde *Kanser hastasında kanıta dayalı palyatif bakım* (1. bs., ss. 43–58). Nobel Tıp Kitabevi.
- Berwick, M., Pestak, C., & Thomas, N. (2014). Solar ultraviolet exposure and mortality from skin tumors. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 810, 342–358. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-0437-2_19
- Bray, F., Laversanne, M., Sung, H., Ferlay, J., Siegel, R. L., Soerjomataram, I., & Jemal, A. (2024). Global cancer statistics 2022: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, 74(3), 229–263.
- Chang, M. H. (2011). Hepatitis B virus and cancer prevention. *Recent Results in Cancer Research*, 188, 75–84. https://doi.org/10.1007/978-3-642-10858-7_6
- Cutshall, S. M., Mahapatra, S., Hynes, R. S., Van Rooy, K. M., Looker, S. A., Ghosh, A., Schleck, C. D., Bauer, B. A., & Wahner-Roedler, D. L. (2017). Hand massage for cancer patients undergoing chemotherapy as outpatients: A pilot study. *Explore*, 13(6), 393–399. <https://doi.org/10.1016/j.explore.2017.06.007>
- Çayır Yılmaz, M. (2022). Akciğer kanseri yönetimi ve kanıta dayalı hemşirelik uygulamaları. İçinde E. Yılmaz Karabulutlu (Ed.), *Kronik hastalıkların yönetimi ve kanıta dayalı hemşirelik uygulamaları* (1. bs., ss. 51–69). Nobel Tıp Kitabevleri.
- Çelik, G. H. T. (2016). Onkoloji hemşireliğinde semptom yönetimi. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 5(4), 93–100.
- Çevik, B. A., & Pirinççi, E. (2017). Beslenme ve kanser. *Fırat Tıp Dergisi*, 22(1).
- Çıtlak, K., & Kapucu, S. (2015). Kemoterapi alan hastalarda görülen oral mukozitin önlemesi ve tedavisinde güncel yaklaşımlar: Kanıta dayalı uygulamalar. *Hacettepe Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi*, 2(1), 70–77.
- Çubukçu, N. Ü., & Çınar, S. (2012). Kemoterapi alan kanserli hastalarda oral mukozitler önlenbilir mi? *Clinical and Experimental Health Sciences*, 2(4), 155–163.

- Dalay, N., & Buyru, N. (2019). Kanser biyolojisi. İçinde G. Can (Ed.), *Onkoloji hemşireliği* (2. bs., ss. 9–18). Nobel Tıp Kitabevi.
- de Martel, C., Georges, D., Bray, F., Ferlay, J., & Clifford, G. M. (2020). Global burden of cancer attributable to infections in 2018: A worldwide incidence analysis. *The Lancet Global Health*, 8(2), e180–e190.
- D’Orazio, J., Jarrett, S., Amaro-Ortiz, A., & Scott, T. (2013). UV radiation and the skin. *International Journal of Molecular Sciences*, 14(6), 12222–12248. <https://doi.org/10.3390/ijms140612222>
- Duffy, M. J. (2020). Biomarkers for prostate cancer: Prostate-specific antigen and beyond. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine*, 58(3), 326–339.
- Dündar, S., ve ark. (2019). Ülkemizde kanser kontrolü. İçinde G. Can (Ed.), *Onkoloji hemşireliği* (2. bs., ss. 3–6). Nobel Tıp Kitabevi.
- Eghbali, M., Yekaninejad, M. S., Varaei, S., Jalalinia, S. F., Samimi, M. A., & Sa’atchi, K. (2016). The effect of auricular acupressure on nausea and vomiting caused by chemotherapy among breast cancer patients. *Complementary Therapies in Clinical Practice*, 24, 189–194. <https://doi.org/10.1016/j.ctcp.2016.06.006>
- Erdal, S. (2019). Hematopoietik kök hücre nakli hemşiresinin rol ve sorumlulukları. İçinde G. Can (Ed.), *Onkoloji hemşireliği* (2. bs., ss. 231–246). Nobel Tıp Kitabevi.
- Erol, Ö. (2019). Kanser gelişimini önlemek. İçinde G. Can (Ed.), *Onkoloji hemşireliği* (2. bs., ss. 31–39). Nobel Tıp Kitabevi.
- Ertem, G., Kalkım, A., Bulut, S., & Sevil, Ü. (2009). Radyoterapi alan hastaların evde bakım gereksinimleri ve yaşam kaliteleri. *Maltepe Üniversitesi Hemşirelik Bilim ve Sanatı Dergisi*, 2(2), 3–12.
- Fathi, M., Nasrabadi, A. N., & Valiee, S. (2014). The effects of body position on chemotherapy-induced nausea and vomiting: A single-blind randomized controlled trial. *Iranian Red Crescent Medical Journal*, 16(6).
- Güçlüel, Y., & Can, G. (2022). Kanser sonrası yaşamın yönetimi. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 11(1), 363–370.
- Gündoğdu, F., & Sayar, S. (2022). Oncology nursing practices in the management of chemotherapy-related oral mucositis in accordance with evidence-based guidelines: A descriptive and cross-sectional study. *Supportive Care in Cancer*, 30(11), 9549–9557. <https://doi.org/10.1007/s00520-022-07361-3>
- Hanahan, D., & Weinberg, R. A. (2000). The hallmarks of cancer. *Cell*, 100(1), 57–70. [https://doi.org/10.1016/S0092-8674\(00\)81683-9](https://doi.org/10.1016/S0092-8674(00)81683-9)
- Hintistan, S., Nural, N., Cilingir, D., & Gursoy, A. (2017). Therapeutic effects of nurse telephone follow-up for lung cancer patients in Turkey. *Cancer Nursing*, 40(6), 508–516.
- Karagozoglu, S., & Kahve, E. (2013). Effects of back massage on chemotherapy-related fatigue and anxiety. *Applied Nursing Research*, 26(4), 210–217. <https://doi.org/10.1016/j.apnr.2013.07.002>
- Karaman, S., & Tan, M. (2021). Effect of Reiki therapy on quality of life and fatigue levels of breast cancer patients receiving chemotherapy. *Cancer Nursing*, 44(6), E652–E658.
- Karaman, Ş., ve ark. (2019). Kanser epidemiyolojisi. İçinde G. Can (Ed.), *Onkoloji hemşireliği* (2. bs., ss. 21–27). Nobel Tıp Kitabevi.
- Kocaman, G. (2003). Hemşirelikte kanıta dayalı uygulama. *Hemşirelikte Araştırma Geliştirme Dergisi*, 5(2), 61–69.

- Lugano, R., Ramachandran, M., & Dimberg, A. (2020). Tumor angiogenesis: Causes, consequences, challenges and opportunities. *Cellular and Molecular Life Sciences*, 77(9), 1745–1770. <https://doi.org/10.1007/s00018-019-03351-7>
- Mao, T., Cheng, Q., Liu, X., & Chen, Y. (2021). Effect of electrical stimulation on gastrointestinal symptoms in lung cancer patients during chemotherapy: A randomized controlled trial. *Asia-Pacific Journal of Oncology Nursing*, 8(3), 246–254. https://doi.org/10.4103/apjon.apjon_61_20
- Mollaoğlu, M., & Erdoğan, G. (2014). Effect on symptom control of structured information given to patients receiving chemotherapy. *European Journal of Oncology Nursing*, 18(1), 78–84.
- Murat-Ringot, A., Souquet, P. J., Subtil, F., Boutitie, F., Preau, M., & Piriou, V. (2021). The effect of foot reflexology on chemotherapy-induced nausea and vomiting in patients with digestive or lung cancer. *JMIR Cancer*, 7(4), e25648. <https://doi.org/10.2196/25648>
- Newton, R. U., & Galvão, D. A. (2008). Exercise in prevention and management of cancer. *Current Treatment Options in Oncology*, 9(2–3), 135–146. <https://doi.org/10.1007/s11864-008-0065-1>
- Ovayolu, Ö. (2017). Onkolojik sorunlar ve hemşirelik yönetimi. İçinde N. Ovayolu & Ö. Ovayolu (Eds.), *Temel iç hastalıkları hemşireliği ve farklı boyutlarıyla kronik hastalıklar* (2. bs., ss. 286–300). Nobel Tıp Kitabevi.
- Panahi, Y., Saadat, A., Sahebkar, A., Hashemian, F., Taghikhani, M., & Abolhasani, E. (2012). Effect of ginger on acute and delayed chemotherapy-induced nausea and vomiting. *Integrative Cancer Therapies*, 11(3), 204–211.
- T.C. Sağlık Bakanlığı Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü. (2021). *Türkiye kanser kontrol programı*. https://hsgm.saglik.gov.tr/depo/birimler/kanser-db/Dokumanlar/Raporlar/17.Agustos_2021_Kanser_Kontrol_Programi_versiyon-1.pdf
- T.C. Sağlık Bakanlığı Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü. (2022). *Türkiye kanser istatistikleri 2018*. https://hsgm.saglik.gov.tr/depo/birimler/kanser-db/Dokumanlar/Istatistikler/Kanser_Rapor_2018.pdf
- World Health Organization. (2022a, February 3). *Cancer*. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cancer>
- World Health Organization. (2022b, May 9). *Alcohol*. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/alcohol>

YOĞUN BAKIMDA TEDAVİ GÖREN HASTALARDA GÖRÜLEN NÖROLOJİK SEMPTOMLARDA HEMŞİRELİK YÖNETİMİ

Hem, Başak Doğan ARPACI/ Dr. Öğr. Üyesi, Gül DURAL2

1 Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İç Hastalıkları Hemşireliği, basakdogana@gmail.com, 0009-0006-0835-0584

2Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, İç Hastalıkları Hemşireliği, gulkaya@firat.edu.tr, 0000-0002-8541-0150

Özet

Yoğun bakım hastalarında nörolojik durumun yakından izlenmesi; erken tanı, tedaviye yanıtın değerlendirilmesi, sekellerin ve post-yoğun bakım sendromunun azaltılması için temel bir hemşirelik sorumluluğudur. Hemşireler; bilinç durumu, Glasgow Koma Skalası, pupilla, kraniyal sinirler, motor-duyu muayenesi, nöbet, ajitasyon, deliryum ve ağrı değerlendirmelerini düzenli, yapılandırılmış ve standart araçlarla yapmalı; özellikle deliryum, uyku bozuklukları, ağrı ve ajitasyonun sistematik taranması, hem farmakolojik hem de non-farmakolojik (erken mobilizasyon, çevresel uyaranları azaltma, aile katılımı, iletişim ve “koruyucu/şielding” yaklaşımlar gibi) girişimlerle yönetilmesi önerilmektedir. Çalışmalar, standart nörolojik değerlendirme protokollerinin hemşire uyumunu artırdığını ve nörolojik kötüleşme epizodlarının sık olduğunu; genel yoğun bakımlarda çalışan hemşirelerin ise inme, status epileptikus, kafa içi basınç artışı gibi nöroacillerde kendilerini sıklıkla yetersiz hissettiklerini göstermekte, bu nedenle nörolojik aciller ve post-yoğun bakım dönemi için sürekli eğitim, disiplinler arası ekip çalışması, net devir teslim süreçleri ve palyatif bakım ilkeleriyle bütünleşen nöropalyatif yaklaşımın hasta güvenliği, yaşam kalitesi ve uzun dönem nörolojik prognozu iyileştirebileceği vurgulanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Hemşirelik yönetimi, nörolojik semptomlar, yoğun bakım

NURSING MANAGEMENT OF NEUROLOGICAL SYMPTOMS IN PATIENTS RECEIVING TREATMENT IN THE INTENSIVE CARE

Başak Doğan ARPACI, MSc Student¹ / Assist. Prof. Gül DURAL²

1Firat University Institute of Health Sciences, Internal Medicine Nursing, basakdogana@gmail.com, 0009-0006-0835-0584

2Firat University, Health Science Faculty, Internal Medicine Nursing, gulkaya@firat.edu.tr, 0000-0002-8541-0150

Abstract

Close monitoring of the neurological status of intensive care patients is a fundamental nursing responsibility for early diagnosis, assessment of treatment response, and reduction of sequelae and post-intensive care syndrome. Nurses should perform assessments of level of consciousness, the Glasgow Coma Scale, pupils, cranial nerves, motor and sensory function, seizures, agitation, delirium, and pain on a regular basis using structured and standardized tools; In particular, systematic screening for delirium, sleep disturbances, pain, and agitation, along with management using both pharmacological and non-pharmacological interventions (such as early mobilization, reducing environmental stimuli, family involvement, communication, and “protective/shielding” approaches), is recommended. Studies indicate that standardized neurological assessment protocols improve nursing compliance and that episodes of neurological deterioration are common; however, nurses working in general intensive care units often feel inadequate when managing neuro-emergencies such as stroke, status epilepticus, and increased intracranial pressure; therefore, it is emphasized that continuous education, interdisciplinary teamwork, clear handover processes, and a neuropalliative approach integrated with palliative care principles for neurological emergencies and the post-ICU period could improve patient safety, quality of life, and long-term neurological prognosis.

Keywords: Nursing management, neurological symptoms, intensive care

1.1. Yoğun Bakım

1.1.1. Tanım

Yoğun bakım üniteleri (YBÜ), yaşamı tehdit altında olan hastalara ileri düzeyde tedavi ve bakım hizmeti sunulan, çok sayıda teknolojik araç ve sistemin kullanıldığı karmaşık sağlık birimleridir (Terzi & Kaya, 2011). Bu ünitelerde bir veya birden fazla organın geçici işlev bozukluğu nedeniyle aksayan vücut fonksiyonlarının, altta yatan neden ortadan kalkıncaya kadar desteklenmesi amaçlanır. Bu süreçte hastanın yaşamını sürdürmesine yönelik çeşitli tıbbi uygulamalar yürütülür. Yoğun bakım ünitelerinde özellikle yapay solunum cihazları ve diğer ileri teknolojik ekipmanlar kullanılır; bu cihazları etkin biçimde kullanma bilgi ve becerisine sahip hekimler ile hemşireler görev yapar (Terzi & Kaya, 2011)

1.1.2. Yoğun Bakım Hemşiresi

Yoğun bakım hemşiresi; yaşamı tehdit eden ve karmaşık sağlık sorunları bulunan hastaların kapsamlı değerlendirmesini yapan, hastaları kesintisiz izleyen ve ileri düzey bakım ile tedavi uygulamalarını gerçekleştiren sağlık profesyoneldir. Bunun yanı sıra hasta ve yakınlarıyla etkili bir terapötik iletişim kurarak, koruyucu, tedavi edici ve rehabilitasyon süreçlerine yönelik girişimleri planlama ve uygulama sorumluluğunu üstlenir (T.C. Resmî Gazete, 2011).

1.1.2.1. Yoğun bakım Hemşiresinin Görevleri ve Bakımı

- a) Yoğun bakımda enfeksiyon gelişimini önlemek amacıyla gerekli koruyucu önlemleri planlar ve uygular.
- b) Hasta değerlendirmesinde kurum tarafından benimsenmiş skorlama sistemleri ve ölçekleri kullanır, elde edilen verileri analiz eder.
- c) Hastaların sürekli izlenmesini sağlar; non-invaziv monitörizasyon yöntemlerini kullanır, kardiyak ritmi takip eder ve acil durumlarda ilgili ekip ile hızlı iletişim kurar.
- ç) Sıvı-elektrolit dengesi ile asit-baz durumunu göz önünde bulundurarak olası sorunlara yönelik hemşirelik bakımını planlar, uygular ve değerlendirir.
- d) Solunumla ilgili sorunların yönetimine yönelik girişimleri planlar, uygular ve sonuçlarını değerlendirir; mekanik ventilasyon desteği alan hastaların bakımını yürütür.
- e) Aspirasyon, oksijen tedavisi, uygun pozisyonlandırma, genel vücut bakımı, postüral drenaj ve aseptik işlemler (kateter ve sonda bakımı gibi) kapsamında gerekli hemşirelik uygulamalarını organize eder ve gerçekleştirir.
- f) Bası yarası riskini değerlendirir, önleyici yaklaşımları uygular; gelişmesi durumunda uygun bakım sürecini planlar, uygular ve izler.
- g) Kontraktür gelişimini önlemeye yönelik girişimleri planlar ve hayata geçirir.
- ğ) Emboli riskine karşı koruyucu önlemleri bilir; hekimle iş birliği içinde gerekli planlamayı yapar ve uygular.
- h) Nörolojik hastalığı olan veya bilinç düzeyi kapalı hastaların takibini yapar, uygun pozisyonlandırmayı sağlar ve nörolojik değerlendirmelerini gerçekleştirir.
- ı) Kurumun politika ve prosedürlerine uygun olarak intravenöz sıvı tedavisi ile kan ve kan ürünleri transfüzyonunu başlatır, izler ve kayıt altına alır; komplikasyon geliştiğinde hekime bildirir ve gerekli müdahaleleri uygular.
- i) Kalp pili bulunan hastaların izlem ve bakımını gerçekleştirir.
- j) İntraaortik balon pompası uygulanan hastaların bakım ve takibini sağlar.
- k) Hastaların beslenme gereksinimlerini belirler; enteral veya parenteral beslenmeye yönelik bakım planını oluşturur ve uygular, kullanılan ekipmanların sterilizasyonunu sürdürür.
- l) Yoğun bakım hastaları ve yakınlarının psikososyal gereksinimlerine yönelik uygun hemşirelik yaklaşımlarını planlar ve uygular (Turkish Neurological Society, 2014).

2. Yoğun bakım Hastalarında Görülen Nörolojik Sorunlar ve Hemşirelik Yönetimi

Yapısal ve işlevsel açıdan vücudun en karmaşık sistemi olan nörolojik sistem; tüm bedensel işlevleri, kas hareketlerini, duyuları, duyguları ve bilişsel yetileri kontrol eder. Karmaşık bir yapıya sahip olan nörolojik sisteme ait sorunlar da kritik hastalarda sıklıkla karşımıza çıkmakta olup önemli morbidite ve mortalite nedenleri arasında yer almaktadır. Nörolojik durumdaki değişikliğin erken tanınması ve tedavisi hem hastalığın prognozu hem de hastanede kalış süresi açısından oldukça önemlidir. Yoğun bakım ortamında bu sorunların yönetimi ise multidisipliner bir yaklaşım gerektirir. Bu multidisipliner yaklaşımda yoğun bakımın ayrılmaz parçası olan hemşireler önemli rol ve sorumluluklar üstlenmektedir. Bu bölümde yoğun bakımda görülen nörolojik sorunların yönetimi, hemşirelik bakımı ve hasta/aile eğitimi ele alınmaktadır (Üngüren, 2015).

2.1. Akut Toksik-Metabolik Ensefalopati

Akut toksik-metabolik ensefalopati, yoğun bakım ünitelerinde sık karşılaşılan ve deliryumdan komaya kadar uzanan geniş bir nörolojik tablo ile karakterize edilen bir durumdur. Genellikle kritik hastalarda çeşitli altta yatan etkenlere bağlı olarak gelişir. Bu klinik tablo; artmış mortalite ve morbidite riski ile birlikte uzun vadede bilişsel işlevlerde bozulma ile ilişkili olması nedeniyle önemli kabul edilmektedir (Polat Dünya & Türen, 2021).

Normal nöronal aktivite, elektrolitlerin, suyun, amino asitlerin, inhibitör ve eksitator nörotransmitterlerin ve metabolik substratların dengeli bir ortamını gerektirir. Merkezi sinir sisteminin optimal fonksiyonu için normal kan akışı, normal sıcaklık pH için gereklidir Akut metabolik ensefalopatiler artmış retiküler aktive edici sistemin ve/veya serebral korteksin etkilenmesine bağlı olarak uyarılma ve/veya farkındalığın bozulmasına yol açar (Jowkar & Lorenzo, 2018).

Akut metabolik ensefalopatilerin nöro-fizyolojik mekanizmaları polisinsaptik yollardaki kesintiler ve değişen eksitator-inhibitör aminoasitlerin dengesini içermektedir. Akut toksik metabolik ensefalopatiler altta yatan nedenlere göre değişiklik gösterir:

- Akut fulminan hepatik ensefalopatiye ve hipo-osmolar ensefalopatilere neden olan serebral ödem,
- Nörotransmitterlerin normal entegrasyonunun bozulmasına neden olan ilaca bağlı (dopamin, asetilkolin, glutamat, gama-aminobütirik asit (GABA) ve/veya serotonin) gelişen deliryum,
- Membran uyarılabilirliğini değiştiren elektrolit düzensizlikleri, Hücrel enerji metabolizmasının bozulması ve nöron ölümüne neden olan beslenme bozuklukları,
 - Oksijen iletiminin bozulması ve mitokondriyal disfonksiyona neden olan karbon monoksit ve siyanür gibi ekzojen toksinler yer alır (Polat Dünya & Türen, 2021).

Akut toksik metabolik ensefalopati tablosu ile başvuran hastaların çoğunda konfüzyon (tutarlı düşünce veya hareket akışını gerçekleştiremem), dikkat eksikliği, huzursuzluk, apati gibi özgün olmayan klinik bulgular gözlenmektedir. Bu hastaların kapsamlı sağlık hikayelerinin alınması (kullandığı ilaçların ve daha önceden var olan hastalıklar gibi) ve nörolojik muayenesinin yapılması nedeni belirlemede ve dolayısıyla uygun tedaviyi sağlamada oldukça önemlidir. Yoğun bakım ünitelerinde sıklıkla gözlenen akut toksik metabolik ensefalopatilerin 60 yaş üzeri ve demansı olan hastaları daha fazla etkilediği bilinmektedir. Toksik metabolik ensefalopatiler için risk faktörleri arasında deliryum varlığı, mekanik ventilatöre uzun süre bağlı kalma, beslenme yetersizliği, enfeksiyon varlığı, vücut ısısı düzensizliği ve çoklu organ yetersizliği yer almaktadır (Bradley et al., 2000).

Akut toksik metabolik ensefalopatilerin klinik özelliklerinin çoğu altta yatan etyolojiyi tanımlamada spesifik değildir. Yoğun bakım ünitesindeki hastalarda toksik metabolik ensefalopatiyi tanımlamak için "yoğun bakım ünitesi (YBÜ) sendromu" veya "YBÜ psikoza" terimi kullanılmıştır. Ancak son yıllarda bu tanımdan kaçınılması gerektiği, hastalarda görülen tablonun yoğun bakım ünitesine özgü faktörlerden ziyade merkezi sinir sistemi üzerindeki organik strese kaynaklanabileceği belirtilmektedir. Bazı hastalarda kan-beyin bariyeri

geçirgenliğinin bozulması beyinde ve beyin omurilik sıvısında (BOS) normal plazma bileşenlerinin yanı sıra sistemik toksinlerin birikimine neden olur (Çelik, 2007).

Kan beyin bariyeri geçirgenliğindeki artış toksik metabolik ensefalopatilerde sık görülmekte olup BOS'taki yüksek protein varlığı ile ilişkilendirilmektedir. Hastaların bilişsel durumlarındaki değişiklik hafif düzeyden deliryum hatta komaya kadar değişkenlik gösterebilir. Deliryum tablosu sıklıkla gözlenmekte olup hastalarda dikkat bozukluğu ortaya çıkmaktadır. Dikkati değerlendirirken yatak başında yapılan ayları günleri geriye doğru saydırma gibi basit ve etkili değerlendirmeler yapılabilir. Deliryum durumunda uyku uyanıklık döngüsünün bozulması, uyarılabilme halinde azalma, halüsinasyonlar, hafıza ve oryantasyon bozukluğu, düşünce akışının bozulması, anlamsız ve tutarsız konuşmalar, paranoid düşünceler ve artmış şüphecilik görülebilir. Deliryum dışında hastalarda yaygın görülebilecek belirtilerden birisi de konfüzyondur. Konfüzyon patolojik derecede zihin bulanıklığı, sersemlik olarak bilinir. Genellikle yer ve zaman oryantasyonunda bozulma ve/veya hafıza kaybı görülür (Özer et al., 2022).

Genellikle jeneralize tonik-klonik nöbetler bazen de fokal, multifokal ve parsiyel kompleks nöbetler akut toksik metabolik ensefalopatinin bulgusu olabilir. Toksik metabolik ensefalopatilerin tamamında pupilla fonksiyonları ve göz hareketleri genellikle korunmuştur. Komadaki hastalarda oküler bobbing (göz kürelerinin hızla birkaç milimetre aşağı inip, tekrar nötral pozisyona dönmesi) göz kürelerinin rastlantısal olarak gezinmesi, diskonjuge (her iki göz hareketi birbirinden ayrı) olması gibi durumlarla da nadir de olsa karşılaşılabilir. Ciddi koma durumlarında beyin sapı refleksleri (kornea refleksi, gag refleksi gibi) bozulabilir. Wernicke ensefalopatisi veya barbitürat intoksikasyonu durumlarında beyin sapı refleksleri tamamen bozulabilir (Walker, 2013).

Hastalarda çeşitli motor anormallikler görülebilir. Tremor sık görülen hareket bozukluğudur. Asteriks (el bileğinde belirgin olmak üzere bilek ve bazen de kolun tekrarlayan yukarı aşağı hareketi) genellikle bilateral olarak görülür. Tek taraflı olması yapısal beyin hasarını düşündürür. Paratoni (sapastisite ya da rijiditeye uymayan tonüs artışı), ilkel refleksler, canlı derin tendon refleksleri ve şiddetli ekstansör taban refleksi yanıtı sık görülen motor anormalliklerdendir (Zomorodi, 2011).

Akut toksik metabolik ensefalopatilerin spesifik etiyolojilerine göre sınıflandırması aşağıda yer almaktadır (Polat Dünya & Türen, 2021).

2.1.1. Septik Ensefalopati

Septik ensefalopati akut toksik metabolik ensefalopatilerin en yaygın nedenidir. Septik ensefalopati gelişiminde mikrosirkülatuar anormallikler, değişen kan-beyin bariyeri geçirgenliği, inflamatuvar sitokinler, monoamin nörotransmitterlerindeki azalmalar ve nörotransmitter oktopaminin konsantrasyonundaki artış rol oynamaktadır. Septik ensefalopati tanısında menenjit dışlamak için yapılan lomber ponksiyon tamamen normal sonuçlanabilir veya yüksek bir protein konsantrasyonu görülebilir. Elektro-ensefalografi (EEG) genellikle çok yavaştır; ensefalopati kötüleştikçe trifazik dalgalar ve ciddi vakalarda Burst-supresyon (boşalım-baskılanım) olabilir. Eşlik eden yoğun bakım polinöropatisine bağlı yaygın kas güçsüzlüğü hastaların büyük çoğunluğunda görülür. Tedavi ise altta yatan enfeksiyon kontrolüne yönelik planlanır (Polat Dünya & Türen, 2021).

2.1.2. Hepatik Ensefalopati

Hepatik ensefalopatilerin akut ve kronik olmak üzere iki formu bulunmaktadır. Akut hepatik ensefalopati karaciğer yetersizliğinin akut başlangıcında belirgin serebral ödem ile ilişkili bir tablodur. Kronik hepatik ensefalopati ise kronik karaciğer hastalığı olan hastalarda görülür. Hepatik ensefalopatinin altta yatan çeşitli nedenleri bulunmaktadır. Artmış amonyak konsantrasyonu, hatalı nörotransmitter, endojen benzodiazepin benzeri maddeler, anormal yağ asidi metabolizması, serbest radikal hasarı, serebral ödem ve artmış merkaptanlar patofizyolojide bahsedilebilecek faktörlerden bazılarıdır (Fisher et al., 2017).

Serebral sitotoksik ödem akut hepatik ensefalopatili vakalarının büyük çoğunluğunda görülür ve sıklıkla kan-beyin bariyerindeki geçirgenliğin artışı ile ortaya çıktığı düşünülmektedir. Hepatik ensefalopatilerin klinik özellikleri durumun ciddiyetine göre değişiklik gösterir. Başlangıç belirtileri yüzeyseldir ve sinirlilik, uyku-uyanıklık döngüsünün bozulması, cevap vermede gecikme, apati ve postprandial konfüzyon klinik belirtiler arasında yer alır. Kronik hepatik ensefalopatili hastalarda yüksek protein alımı, benzodiazepin ya da opioid alımı, diüretik kullanımı, gastrointestinal kanama, alkol alımı, infeksiyonlar gibi faktörler tablonun kötüleşmesine neden olabilir. Akut hepatik ensefalopatide ise hızlı bir şekilde ilerleyici nörolojik bozukluklar görülür. Tipik olarak ajite konfüzyonel tablo ardından uyanıklığın korunduğu stupor ve sonunda koma görülür. Hiperventilasyon ve hipertermi de tabloya eşlik edebilir. Nörolojik değerlendirmede hastada dezoryantasyon, dikkat azalması, vizyospasyal işlevlerde bozulma, kortikal körlük ve asteriksis gibi bulgular saptanabilir. Asteriksis; kolların açılıp ellerin dorsifleksiyona getirilmesi sonrasında kas tonusunun kısa süreli kaybı ile ortaya çıkan ve kanat çırpma şeklinde tanımlanan istemsiz hareketlerle karakterizedir. Koma gelişen olgularda ise yanlış lokalizasyona yol açabilen hemiparezi, oküler bobbing ve diskojuge göz hareketleri görülebilir.

Arteriyel kanda amonyak düzeyinin yükselmesi sık karşılaşılan bir durum olmakla birlikte, normal bulunması tanıyı dışlamaz. Karaciğer fonksiyon testlerinde bozulma, koagülasyon parametrelerinde anormallikler, düşük albümin düzeyi, solunumsal alkaloz ve hipoksemi sıklıkla eşlik eden bulgular arasındadır. Özellikle koagülopatisi olan hastalarda intrakraniyal kanamanın ekarte edilmesi amacıyla beyin görüntüleme yöntemlerine başvurulması önemlidir. Akut hepatik ensefalopatide serebral ödem sık görülürken, elektroensefalografi bulguları genellikle patolojiktir.

Tedavi yaklaşımında; koagülasyon bozukluklarının düzeltilmesi, intravasküler volümün desteklenmesi, hipokseminin giderilmesi ve ensefalopatiyi tetikleyen nedenlerin ortadan kaldırılması temel hedeflerdir. Enfeksiyon varlığında ise uygun antibiyotik tedavisi uygulanır (Polat Dünya & Türen, 2021; Tülek, 2014).

2.1.3. Üremik Ensefalopati

Üreminin serebral komplikasyonu üremik ensefalopati olarak adlandırılır. Ensefalopatinin başlangıcı ve şiddeti genellikle azoteminin şiddetine paraleldir. Toksik metabolik ensefalopati böbrek yetersizliğinin önemli bir nedenidir ve hastalar diyalize ihtiyaç duyabilir. Ensefalopati, diyaliz başladıktan sonra diyaliz dengesizlik sendromunun bir bileşeni olarak da ortaya çıkabilir. Üremik ensefalopatinin erken klinik özellikleri arasında laterji, iritabilite, oryantasyon bozukluğu, halüsinasyonlar, cümle kurma ve yazmada bozulma yer alır. Metabolik asidoz periyotlarında hiperventilasyon gözlenebilir. Koma nadirdir ancak akut böbrek yetersizliği olan hastalarda görülebilir. Hastalarda genel kas güçsüzlüğü, paratoni, tremor, miyoklonus ve asteriksis gibi motor bulgular gözlenebilir. Genellikle jeneralize nöbetler görülür ve sıklıkla anürik ya da oligürik fazda ortaya çıkar. EEG’de bozulmalar yavaş dalga örünü, trifazik dalgalar gibi görülebilir. Akut üremik ensefalopati durumu genellikle diyalizle kontrol altına alınır. Bilişsel durumun düzelmesi birkaç günü alabilir. Hastada kronik böbrek yetersizliği varsa bilişsel bozukluk devam edebilir. Diyalize rağmen tabloda iyileşme görülmezse ensefalopatinin diğer etiyojileri düşünülmelidir (Polat Dünya & Türen, 2021; Treacy, 2014).

2.1.4. Hiponatremi

Akut toksik metabolik ensefalopatilerin en yaygın nedenlerinden biridir. Uygunsuz antidiüretik hormon (ADH) salınımı ve efektif dolaşan kan miktarındaki azalma nedenleri arasındadır. Klinik belirtiler hiponatreminin ne kadar sürede geliştiği ve ciddiyetine göre değişir. 12- 24 saatten daha kısa sürede gelişen hiponatremi ve 120 mEq/L’nin altındaki sodyum konsantrasyonları genellikle daha ciddi semptomlarla sonuçlanır. Deliryum, konfüzyon, laterji, ajitasyon, kas krampları ve genel bir güçsüzlük hali yaygındır. İlerleyen hiponatremi ile bilinç seviyesi azalır ve jeneralize tonik-klonik nöbetler ortaya çıkar. Hiponatremi tedavisi klinik belirtilere ve altta yatan nedenlere göre düzenlenir. Ciddi hiponatremi durumunda intravenöz salin solüsyonu ile sodyum seviyeleri düzeltilir. Ancak infüzyon sırasında serum sodyum düzeyinin çok hızlı yükseltilmesinden kaçınılmalıdır. Serum

sodyum seviyesinin günlük 15-20 mEq/L'den hızlı yükseltilmesi osmotik demiyelinizan sendrom (serebral pontin myelinolizis) adı verilen ciddi nörolojik hasarla seyreden duruma neden olabilir. Hiponatremi nedeni uygunsuz ADH salınımı ise ilk olarak sıvı kısıtlaması düşünülmelidir (Topçuoğlu, 2017).

2.1.5. Hipernatremi

Hipernatremi artmış su kayıpları, susamanın ve su alımının azalması, salin bikarbonat veya diyabet insipidus kaynaklı olarak ortaya çıkabilir. Hipernatremide beyin osmotik dehidratasyonuna neden olan hiperosmolar durum nedeniyle nörolojik değişiklikler ortaya çıkabilir. Hiperosmolalite yavaş gelişir ve saatler veya günler boyunca devam ederse, beyin hücreleri bu duruma adaptasyon sağlayabilir. İntrakraniyal kanama ve venöz sinüs trombozu diğer nadir nörolojik komplikasyonlar arasında yer alır. Sodyum seviyeleri 160 mEq/litrenin üzerinde olan hastalarda altta yatan nedene bağlı olarak %70 mortalite ile sonuçlanabilir. Tedavi, hipernatreminin altta yatan nedenine göre belirlenir. Hastanın nörolojik durumu ve serum sıvı hacminin düzeyi tedavinin aciliyetini belirler. Sodyumun saatte 1-2 mEq/L oranında düzeltilmesi önerilir; yüksek oranlarda hızlı düzeltilmeye çalışılması ölümcül serebral ödemlere yol açabilir (Polat Dünya & Türen, 2021).

2.1.6. Diğer elektrolit düzensizlikleri

Ensefalopatilere neden olabilen diğer elektrolit düzensizlikleri hipokalsemi, hiperkalsemi, hipomagnezemi ve hipofosfatemidir. Hiperkalsemi kanser hastalarında veya primer hiperparatiroidizmlili hastalarda ortaya çıkabilir. Uyuşukluk görülebilir, geri dönüşümü kolaydır ancak bazı durumlarda komaya ilerleyebilir. Hipokalsemi ve hipomagnezemi genellikle birlikte görülür ve pareteziler, kas krampları, kas güçsüzlüğü, davranış değişiklikleri, halüsinasyonlar, nöbetler ve koma ile ortaya çıkar. Chvostek ve Trousseau bulguları gözlemlenebilir. Tedavide semptomların ciddiyetine göre oral ya da intravenöz olarak kalsiyum veya magnezyum replasmanı yapılabilir. Ciddi hipofosfatemi, özellikle diyafram kaslarının etkilendiği, kas güçsüzlüğüne yol açar. Konfüzyon, ataksi, nistagmus ve abduzens felci görülebilir. Hiperparatiroidizm ve D vitaminin eksiklikleri ile ilişkili olduğu bilinmekle birlikte klinikte parenteral beslenen hastalarda sıklıkla görülür (Polat Dünya & Türen, 2021).

2.1.7. Asit-Baz Dengesi Bozukluklarına Bağlı Gelişen Nörolojik Değişiklikler

Yoğun bakım ünitesindeki hastalarda ciddi metabolik ve respiratuvar asidoz (kan pH <7,2) sinir sisteminde istenmeyen etkilere yol açabilir. Beyin metabolizmasını ve hücre volümünü inhibe ederek değişen nörolojik belirti ve bulgulara neden olur. Asidoz tablosu kafa içi basıncını artırabilir, konvülsiyon eşiğini azaltır ve kemoreseptörün tetiklenme bölgesini stimüle ederek bulantı ve kusmaya neden olur. Ciddi akut alkaloz (kan pH >7,6) serebral vazokonstriksiyona neden olarak, serebral kan akımını azaltır ve solunum depresyonuna neden olur. Bu durum hemoglobine oksijen bağlanmasını arttırarak dokulara oksijen sunumunu azaltır. Ciddi metabolik alkaloz ($\text{HCO}_3^- > 50$ mEq/L) sıklıkla hipoksemi, hiperkapni ve hipopotasemi ile birlikte ortaya çıkar. Hastalarda baş ağrısı, letarji, deliryum, tetani ve konvülsiyon gibi değişik nörolojik bulgular görülebilir. Respiratuvar alkaloz durumunda ise nöromusküler eksitabilite artar ve pareteziye, tetaniye ve konvülsiyona neden olabilir.

1.1.8. Hipoglisemiye Bağlı Görülen Nörolojik Değişiklikler

Hipoglisemi serum glukoz seviyesinin 40 mg/dl'nin altına düşmesi durumudur. Hipoglisemi çok sayıda nörolojik belirti ve bulgulara neden olabilir. İnsülin veya hipoglisemik ajanların kullanımına, alkolizmin ve karaciğer hastalığına bağlı olarak ortaya çıkabilir. Hızlı tedavi edilmediği takdirde “seçici nekroz” adı verilen geri dönüşümsüz beyin hasarına neden olmasıyla hipoglisemi önlenemez toksik-metabolik acil nörolojik durumlar arasında önemli bir sorundur. Hipoglisemi genellikle epinefrin salınımındaki artışın neden olduğu tremor, taşikardi, soğuk terleme ve ajitasyon görülür ve ardından bu bulguları jeneralize nöbetler, fokal defisitler ve koma takip edebilir. Ciddi hipoglisemi agresif ve aralıksız tedavi gerektirir. İntravenöz olarak 25-50 gram dekstroz bolüsü, ardından %5 sürekli dekstroz infüzyonu ile devam edilmelidir. Kan glukoz seviyesi saatlik olarak

değerlendirilmelidir. Hastanın bilinci yerine gelene kadar ve hasta tekrar oral beslenebilecek hale gelene kadar intravenöz dextroz tedavisine devam edilmelidir. Nörolojik belirti/bulgular kan glukozunun normal seviyeye dönmesiyle ortadan kalkabilir. Hipogliseminin asıl nedeni tespit edilmemişse hastanın karaciğer fonksiyonları ve insülinoma varlığı değerlendirilmelidir (Summers et al., 2009; Sussman et al., 2015).

2.1.8. Hiperosmolar Hiperglisemi

Hiperglisemi ve Diyabetik Ketoasidoza Bağlı Görülen Nörolojik Değişiklikler Hiperglisemi serum glukoz seviyesinin 140 mg/dl'nin üzerinde olmasıdır. Yoğun bakım ünitesinde akut semptomatik hiperglisemi tipik olarak diyabetik ketoasidoz (DKA) veya non-ketotik hiperosmolar hiperglisemi (NKH) ile ilişkilidir. Ensefalopati tablosu NKH'da daha sık görülmekle birlikte daha az sıklıkla olsa da DKA'da da görülür. Her iki durumda kritik olduğundan etkili bir biçimde tedavi edilmesi önemlidir. Hastanın glukoz seviyesinin DKA'da 300 mg/dl üzerinde olması, NKH'de 600 mg/dl üzerinde bilinç bulanıklığına neden olabilir. Hastalarda turgor azalmış, mukoz membranlar kuru ve gözler içeri çökmüştür. DKA ve NKH durumlarında ilerleyici kötüleşme, laterji ve sonunda koma hali görülür. Tedavide sıvı replasmanı, intravenöz insülin tedavisi, potasyum replasmanı, klinik özelliklerin ve elektrolit değerlerinin izlemi ve mevcut duruma yol açan infeksiyon gibi nedenler yer alır (Polat Dünya & Türen, 2021; Scottish Intercollegiate Guidelines Network, 2010).

2.1.9. Hipoksik-İskemik Ensefalopati

Hipoksik-iskemik ensefalopati genellikle uzun süreli resüsitasyon sonrasında kardiyak arrestin neden olduğu bir durumdur. Hipoksik-iskemik ensefalopatiye neden olan hipotansiyon ve hipoksemi durumları toksik metabolik ensefalopatinin diğer etiyolojilerini taklit edebilir. Hipoksi/ hipotansiyonun süresi ve şiddeti ayrıca hastanın önceki nörolojik durumu nörolojik değişikliğin ciddiyetini belirler. Yoğun bakım hastasında hipoksik-iskemik ensefalopati bulguları hafif hafıza güçlüğünden komaya kadar değişebilir. Hastalar komadan uyandığında, Korsakoff psikozunda görülen amnestik sendromdaki gibi anterograd (yeni bilgileri öğrenme ve kaydetmede bozulma) ve retrograd (eski bilgilerin ve deneyimlerin geri çağırılmasında bozulma) amnezi belirgin olabilir. Diğer yaygın klinik bulgular arasında kortikal körlük, miyoklonus, nöbetler, serebellar ataksi, akinetik-rijit sendromlar ve "watershed" beyin infarktılarının (Fıçıdaki Adam Sendromu) neden olduğu kol güçsüzlüğü yer alır. Tedavide kanıtlanmış herhangi bir farmakolojik yaklaşım mevcut değildir. Özetle toksik metabolik ensefalopatinin tedavisinde altta yatan durumun düzeltilmesi amaçlanır. Bununla birlikte, akut toksik metabolik ensefalopatinin nedenine bakılmaksızın, bir dizi genel önlem alınmalıdır: Hastanın kullandığı ilaçlar gözden geçirilmeli ve merkezi sinir sistemi için olası toksisitesi olan tüm ilaçların kesilmesi, Fiziksel kısıtlamalar ajitasyonu arttırdığı ve hareket kaybına, basınç yaralarına, aspirasyon ve uzun süreli deliryum gibi sorunlara neden olduğundan son çare olarak kullanılmalı, Ciddi ajitasyonu olan hastaların tedavisinde haloperidol parenteral olarak verilebilir. Yaşlı hastalarda genellikle günde iki kez 0,5 mg gibi küçük dozlar kullanılır. İntravenöz haloperidol, kullanımı uzamış QT ile ilişkilendirilmiş olduğundan dikkatle kullanılmalıdır. Alkol yoksunluğu, antikolinergik toksisite, benzodiazepin yoksunluğu ve ayrıca parkinsonizmli hastalarda haloperidolden kaçınılmalıdır. Tiamin, alkolizm, yetersiz beslenme, kanser, hiperemezis gravidarum ve hemodiyalizli hastalara uygulanmalıdır. Toksik metabolik ensefalopati tedavi edilebilir bir durum olsa da, klinik seyir oldukça uzun sürebilir ve nörolojik tablonun iyileşmesi özellikle yaşlı hastalarda ve altta yatan nörolojik hastalığı olanlarda daha uzun sürebilir (Polat Dünya & Türen, 2021; Erbay & Kelebek Girgin, 2020).

2.1.10.1. Hemşirelik yönetimi

Hastalığın seyrini izleyebilmek amacıyla düzenli ve sık aralıklarla yapılan nörolojik değerlendirmeler hemşirelik bakımının temelini oluşturur. Hastaya sakin, loş ve gürültüden uzak bir ortam sağlanmalı; analjezik tedavi ile baş ağrısı kontrol altına alınarak konforu artırılmalıdır. Ancak opioid grubu analjeziklerin nörolojik bulguları gizleyebilme olasılığı nedeniyle dikkatli kullanılması gerekmektedir.

Bakım sürecinde hastanın güvenliğini sağlanması, hasta ve yakınlarının anksiyetesinin azaltılması, laboratuvar değerlerinin düzenli izlenmesi önemli yer tutar. Ayrıca asiklovir tedavisine bağlı gelişebilecek renal komplikasyonlar açısından idrar çıkışının yakından takip edilmesi hemşirelik girişimleri arasında yer alır (Saka, 2010).

2.2. İnme

İnme tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de mortalite ve morbiditenin önde gelen nedenleri arasında yer almaktadır. İnme iskemik ve hemorajik inme olarak sınıflandırılır.

İskemik inmeli hastaların büyük çoğunluğunda emboli veya trombüs kaynaklı kan akımının azalmasına bağlı serebral dokuda iske mi veya infarktüs gelişmektedir. Serebral kan akım hızının 15 ml/100g/ dk'nın altına düşmesi durumunda iskemiden etkilenen nöronların elektriksel aktivitesi azalır ve sodyum-potasyum adeno zin trifosfat pompası için gerekli enerji kaynağı nöronlara ulaşamaz. Ancak nöron- ların yapısal bütünlüğü korunmaya devam eder. Reperfüzyonun sağlanması ile serebral hücreler kendini yenileyebilmektedir. Reperfüzyonun sağlanması ile serebral kan akımının geri döndürülmesi nekroz gelişimini önler. İskemik inmede tedaviye ilk üç saat içinde başlanması önerilmektedir.

İskemik inme; büyük damarlarda ateroskleroz, küçük damar hastalığı, kardiyoembolizm, kriptojenik ve karotid diseksiyonu gibi nedenlerle ortaya çıkabilmektedir. İnmeli hastaların %15'inde ise primer intraserebral hemoraji görülmektedir. Yaşlılarda, siyah ırkta, kronik hipertansiyonu olanlarda, serum kolesterol seviyeleri yüksek olanlarda iskemik inme görülme sıklığı fazladır.

İnmenin erken tanınması ve müdahalesi ile olumsuz sonuçlar önlenabilmektedir. FAST (yüzde güçsüzlük- Fasial weakness, kolda güçsüzlük-Arm weakness, konuşmada bozulma-Speech disturbance ve tıbbi yardım arama zamanı-Time to call 112) testi inme semptomlarının tanınmasına imkan sağlayan hastane dışı ortamda da kullanılabilecek bir tanılama aracıdır.

İnme belirti ve bulguları arasında; motor defisitler (yüzde güçsüzlük, fokal ekstremita güçsüzlüğü, ince motor becerilerde kayıp), duyu sal değişimler (hissizlik, karıncalanma), bilinç değişiklikleri, akut hafıza kaybı ilişkili sorunlar, konuşma ve dil bozuklukları, görsel-uzamsal disfonksiyon (ihmal, dikkatsizlik), apraksi (öğrenilmiş aktiviteleri yapma yeteneğinin kaybedilmesi), görsel değişiklikler (diplopi, görme alanı kaybı), işitme ile ilgili bozukluklar, denge kaybı ve baş ağrısı yer alır.

Yoğun bakım izlemi gerektiren akut iskemik inmede fizyolojik parametrelerin takibi çok önemlidir. Komplikasyonların erken dönemde saptanması uygun bakım ve girişimlerin hızlı bir şekilde uygulanmasına imkan sağlar ve mortaliteyi önemli ölçüde azaltır. Yoğun bakım hemşiresi tarafından özellikle ilk saatlerde ve izleyen günlerde nörolojik tanılama hayati öneme sahiptir.

Akut inmeli hastaların kan basıncında sistemik kan basıncının aniden düşmesiyle perfüzyonu bozulmuş serebral dokunun kanlanması da bozulur. Tedavide rekanalizasyon ve reperfüzyon yöntemleri uygulanır. İntravenöz trombolitik tedavi ve trombektominin uygulanması ile inme tedavi edilebilir hale gelmiştir. Ancak tedavinin başarılı olması için kısa sürede tedaviye başlanmış olması gerektiği unutulmamalıdır.

Akut inmeli vakalarda kan basıncının agresif bir şekilde düşürülmesi önerilmemektedir. Özellikle serebral ödem veya hemorajilerde ya da tromboliz planlanan hastalarda kan basıncının $\leq 185/110$ mmHg olması önerilmektedir. Hipoksi beyinde ortaya çıkan iskemik hasarı artırabileceğinden solunum fonksiyonlarının izlenmesi oldukça önemlidir. Hastanın oksijen saturasyonu %95'in üzerinde tutulmalıdır. Hiperglisemi nöral hasarın artmasına ve genel durumun kötüleşmesine neden olduğundan kan glukoz seviyesinin normal sınırlarda sürdürülmesi önem taşımaktadır. Vücut ısısındaki artış santral vücut ısısı regülasyonunun bozulması ve enfeksiyon gibi nedenler inmeli hastalarda sık görülür. Hastaların vücut ısılarının takip edilmesi ve antipiretik ilaçlarla tedaviye başlanması önemlidir.

Hastaların nörolojik değerlendirmesinde hemşireler Ulusal Sağlık Enstitüsü Strok Skalası ("National Institute of Health Stroke Scale-NIHSS) ve Glaskow Koma Skalası gibi değerlendirme araçlarını kullanarak tedavi ve bakımın etkinliğini değerlendirmelidir.

İnme veya geçici iskemik inme geçiren hastalarda tekrar inme geçirme riskini azaltmak için hastaların sekonder korunma programına alınması gereklidir. Büyük damar hastalıklarına bağlı inmede antiagregan, atriyal fibrilasyonda antikoagülan tedavi kullanılır. Hipertansiyonun kontrol altına alınmasında diüretikler, ACE inhibitörleri ve kalsiyum kanal blokerleri gibi antihipertansifler kullanılır. Hastaların kolesterol düzeyleri izlenmeli ve gereken hastalara statin tedavisi başlanmalıdır. Sigara ve alkol kullanan hastalar bunları bırakma konusunda teşvik edilmelidir. Egzersiz ve sağlıklı yaşam şekli davranışları konusunda hastalar desteklenmelidir((Fisher et al., 2014; Rizek et al., 2016).

2.2.1. Hemşirelik yönetimi

İskemik inmeli hastada ilk bir üç gün hastalığın akut evresidir. Bu evrede hastanın bakım gerek. İnmeli hastalar hastalığının yanı sıra kas iskelet sorunları, yutma güçlüğü, bağırsak ve mesane işlev bozukluğu, bireysel bakımını yerine getirmeme ve deri bütünlüğünde bozulma gibi riskler taşımaktadırlar. İnmenin akut evresi geçtikten sonra ise hemşirelik yönetimi yetersizliklerin rehabilitasyonuna odaklanır.

Değerlendirme:

Akut dönemde hastanın klinik durumunu ortaya koymak amacıyla düzenli nörolojik değerlendirmeler yapılır. Bu süreçte; bilinç düzeyi, motor yanıtlar, uyarılara tepki, kişi-yer-zaman oryantasyonu ve pozisyon değişikliğine karşı direnç gözlenir. Ekstremitelerde istemli/istemli hareketler, kas tonusu, vücut ve baş pozisyonu değerlendirilir. Boyun sertliği, göz açma-kapama, pupillerin eşitliği ve ışık reaksiyonu ile oküler hareketler incelenir. Derinin rengi, ısı ve nemi; nabız ve solunum özellikleri; arteriyel kan gazı, vücut ısı ve kan basıncı takip edilir. Ayrıca konuşma durumu, sıvı alım-çıkarma dengesi, kanama varlığı ve kan basıncının stabilitesi değerlendirilir.

Akut dönem sonrasında ise hastanın bilişsel işlevleri (bellek, dikkat, algılama, oryantasyon), duygusal durumu, konuşma ve dil becerileri, ağrı ve ısı duyusu, motor kontrol, beslenme ve sıvı alımı, deri bütünlüğü, aktivite toleransı ile bağırsak ve mesane fonksiyonları gözden geçirilir. Günlük yaşam aktivitelerini sürdürebilme durumu da yaşam kalitesini belirleyen önemli bir ölçüttür.

Tanımlama:

Yapılan değerlendirmeler doğrultusunda inmeli hastalarda şu hemşirelik tanımları belirlenebilir:

- Nörolojik hasara bağlı hareket kısıtlılığı (hemiparezi, koordinasyon ve denge kaybı, spastisite)
- Hemipleji ve immobilizasyona bağlı ağrı
- Paralizye bağlı yaralanma riski
- Duyusal algılamada bozulma
- Yetersiz beslenme (çiğneme ve yutma güçlüğüne bağlı)
- İdrar inkontinansı (mesane kontrolünde bozulma ve konfüzyon ile ilişkili)
- Düşünce süreçlerinde değişiklik
- Sözel iletişimde bozulma
- Bası yarası gelişme riski
- Aile süreçlerinde bozulma
- Cinsel işlev bozukluğu

Planlama / Amaçlar:

İnme rehabilitasyonu multidisipliner ekip yaklaşımı gerektirir ve mümkün olan en erken dönemde başlatılmalıdır. Bu süreçte hastanın önceki sağlık durumu, fonksiyonel kapasitesi ve psikososyal özellikleri dikkate alınır. Hemşirelik bakımında temel amaçlar şunlardır:

- Hareketliliğin artırılması
- Ağrının kontrolü
- Öz bakım becerilerinin desteklenmesi
- Duyusal ve algısal sorunların azaltılması
- Aspirasyonun önlenmesi
- Derin ven trombozunun önlenmesi
- İnkontinansın yönetimi
- Bilişsel işlevlerin desteklenmesi
- Etkili iletişimin sağlanması
- Deri bütünlüğünün korunması
- Aile uyumunun desteklenmesi
- Cinsel sağlığın korunması
- Komplikasyonların önlenmesi

Hemşirelik Girişimleri:

İnmeli hastalarda bakım, komplikasyonları önlemeye ve fonksiyonel iyileşmeyi desteklemeye odaklanır. Bu doğrultuda:

- Mobilizasyon sağlanır, uygun pozisyonlama ve egzersizlerle eklem deformiteleri önlenir
- Kan basıncı ve vital bulgular düzenli izlenir
- Omuz ve ekstremitte pozisyonu korunarak ağrı ve subluksasyon önlenir
- Düzenli pozisyon değişikliği uygulanır
- Hastanın yataktan kalkmaya hazırlanması desteklenir
- Kişisel bakım gereksinimleri karşılanır
- Duyusal ve algısal sorunların yönetimi sağlanır
- Disfajiye yönelik önlemler alınır, gerekirse tüple beslenme uygulanır
- Bağırsak ve mesane kontrolü yeniden kazandırılmaya çalışılır
- Bilişsel süreçler desteklenir ve iletişim kolaylaştırılır
- Deri bütünlüğü korunur
- Ailenin baş etme becerileri güçlendirilir
- Cinsel işlev sorunları konusunda danışmanlık verilir
- Taburculuk sonrası evde bakım için eğitim ve rehberlik sağlanır.

İnmeli hastanın bakım ve iyileşme süreci uzun olabileceğinden hemşire hastanın bakımını üstlenen aile üyeleri ya da bakıcısına hastanın emosyonel, fiziksel durumuyla ilgili gerekli eğitimleri yapmalı, toplumda var olan destek gruplarına katılımlarını sağlamalı, gerekli kontroller için sağlık kuruluşlarına yönlendirme ve bakım vericilerin ve aile üyelerinin hastalıkla baş edebilmeleri için gerekli destek ve danışmanlığı sağlamalıdır (Powers et al., 2018; Postuma et al., 2012).

2.3. Guillain-Barre Sendromu

Guillain-Barre sendromu (GBS) oldukça nadir görülen, hastaların üçte birinde uzun süreli yoğun bakım takibi ve mekanik ventilasyon gerektiren, periferik ve kranial sinirlerde hasara yol açan akut post- infeksiyöz bir durumdur. Her yaş grubunda görülebilmekle birlikte sıklıkla erişkin erkeklerde ortaya çıkan önemli mortalite ve morbidite nedenidir. Hastaların büyük çoğunluğu nörolojik olarak tam iyileşme gösterirken 1/5'i ölebilir veya bağımlı hale gelebilir. Hastalar ilk düzelmelerini takiben tekrar kötüleşme gösterebilirler.

GBS'e neden olan faktörler tam olarak bilinmese de immün sistem üzerine etkili olan aşılarda (kuduz, tetanoz, influenza), viral infeksiyonlar (influenza, sitomegalovirüs, hepatit A,B ve C virüsü, Epstein-Barr virüsü), bakteriyel infeksiyonlar (gastrointestinal campylobacter jejuni, mikoplazma pnömoni) gibi faktörlerin etkili olduğu düşünülmektedir. Hastaların çoğunda klinik belirtiler ortaya çıkmadan 1-3 hafta önce geçirilmiş üst solunum yolu infeksiyonu hikayesi bulunmaktadır.

GBS'in otoimmün antikorların üretimini takiben ortaya çıkan immün aracılı bir bozukluk olduğu bilinse de bazı hastalarda infeksiyon sonrası neden GBS geliştiği veya bazı hastaların diğerlerine göre neden daha şiddetli hastalık geçirdikleri açık değildir. GBS'e neden olan diğer bir mekanizmanın makrofajlar tarafından istila edilen miyelinin ve demiyelinizasyonun olduğu gösterilmiştir. Miyelin kılıf üzerindeki özgül antijenlere karşı aktiflenmiş T hücrelerinin makrofajları yönlendirdiği ve makrofajların miyelin kılıf ve aksonlarda hasara yol açan inflamatuvar mediyatörler salgıladığı öne sürülmektedir. Antikorların schwann hücresi yüzeyindeki özgül epitoplara saldırması ve makrofajların invazyonundan önce sürülmektedir. GBS'nin temel 4 alt tipi bulunmaktadır. Akut inflamatuvar demiyelinizan poliradikülönöropati, akut motor aksonal nöropati ve akut motor ve duysal aksonal nöropati, miller fisher sendromu ve kronik idiyopatik demiyelinizan poliradikülönöropatidir. Akut İnflamatuvar Demiyelinizan Poliradikülönöropati: Alt ekstremiteden üst ekstremiteye doğru ve gövdede jeneralize kas güçsüzlüğü görülür. Duyusal belirtiler daha az görülür, bilateral yüz kaslarının güçsüzlüğü hastaların yaklaşık yarısında görülen bir özelliktir. Akut Motor Aksonal Nöropati ve Akut Motor ve Duyusal Aksonal Nöropati: GBS'nin bu formu sıklıkla nöromusküler respiratuvar yetersizliği, ventilatör bağımlılığı ve kranial sinir tutulumuna yol açar. Miller Fisher Sendromu: Bu sendroma bağlı olarak okulomotor disfonksiyon ataksi ve refleks kaybı görülür. Diğer GBS tiplerine göre daha az görülür.

Kronik İdiyopatik Demiyelinizan Poliradikülönöropati: GBS'ye benzer şekilde ortaya çıkar. Ancak GBS'den farklı olarak hastalık ilerleyici, şiddeti azalan ve tekrarlayabilen formdadır. Nöromusküler respiratuvar yetersizlik ve kranial sinir disfonksiyonuna yol açabilir.

GBS birkaç günden haftaya kadar değişen bir sürede kol ve bacaklarda simetrik uyuşmalar ve kuvvetsizlik ile ortaya çıkan ani başlangıçlı bir durumdur. Yüz felci, yutma ve solunum güçlüğü gelişebilir. Hastaların üçte biri solunum desteğine ve yoğun bakım takibine gereksinim duyar. Ekstremitelerde ilerleyici kas kuvvetsizliği, muayenede reflekslerin alınamaması tanı için ayırt edicidir. GBS hızlı ilerleme gösterir ve hastaların yarısında sıklıkla iki hafta içinde, büyük çoğunluğunda ise 4 hafta içinde maksimum etkilenme görülür. Klinik belirti/bulguları arasında motor güçsüzlük, parestezi ve diğer duysal değişiklikler, kranial sinir disfonksiyonu (özellikle okulomotor, fasyal, glossofarengeal, vagal ve hipoglossal) ve bazı otonomik disfonksiyonlar (aritmiler, ortostatik hipotansiyon, hipertansiyon krizleri gibi) yer alır.

Hastaların prognozu Erasmus GBS Prognoz (Sonlanım) Ölçeği kullanılarak değerlendirilebilir. Bu ölçek ile hastanın prognozu altı ay sonrası yardımsız yürüyebilme yeteneğinin yaş, öncesinde var olan enfeksiyon ve başlangıçtan itibaren 2 hafta içindeki GBS yeti yitimi skoruna dayanarak öngörülebilir.

Tedavide solunum yetersizliği, otonomik tutulum, derin ven trombozu ve pulmoner emboliyi önlemek amacıyla plazma değişimi, intravenöz immunglobulin (IVIG), steroid, immunsupresanlar ve interferonlar kullanılır. Hastaların bakım ve tedavisi multidisipliner bir yaklaşım gerektirir.

Akut dönemde hasta nöromusküler solunum yetersizliği bulguları (takipne, burun kanatlarının solunuma katılması, aksesuar kasların kasılması, yüzeysel solunum gibi) açısından takip edilmelidir. Hastanın zorlu vital kapasitesi 20 ml/kg altına düşerse veya %30'dan fazla azalırsa elektif mekanik ventilasyon düşünülür ve entübasyon planlanır. Uzun süreli mekanik ventilasyona ihtiyacı olan hastalara trakeostomi gerekebilir. Bu nedenle entübe/trakeostomili hastanın yoğun bakım ortamında iyi bir hemşirelik bakımı planlanmalıdır. Hastaların dikkatli takibi ve kardiyovasküler fonksiyonlarının izlenmesi önemlidir. Sinüs taşikardisi en sık karşılaşılan durum olup genellikle tedavi gerektirmez. Trakeal aspirasyon gerekli olduğu durumlarda dikkatli olunmalı ve işlem uzun tutularak disritmilere neden olunmamalıdır. Hastalarda gelişen paralizide bağlı olarak derin ven trombozu riski göz önünde bulundurulmalıdır. Hastalar gerek farmakolojik (düşük molekül ağırlıklı heparin) gerekse non-farmakolojik (antiembolik çoraplar, pnömotik kompresyon gibi) yöntemlerle desteklenmelidir. Eğer hasta güvenli olarak yutkunabiliyorsa sıvı alımı desteklenmelidir. IVIG tedavisi uygulanacaksa 15 mikronluk filtre seti kullanılarak infüzyon hızı ürüne özgü hazırlanmalıdır. Her infüzyonun seri numarası, zamanlama, ürün detayları ve izlem sıklığı mutlaka kayıt edilmelidir. Hasta alerji ve anafilaktik reaksiyon açısından izlenmeli, oksijen ve acil müdahale çantasını hazırda bulundurulmalıdır. Alerjik reaksiyon olursa infüzyon hemen durdurulmalı ve tıbbi ekibe bilgi verilmelidir. Infüzyon seti değiştirilmeli ve IVIG kanülünün kapanmaması için IVIG yerine normal salin çözelti verilmelidir. IVIG infüzyonunun diğer yan etkileri (baş ağrısı, grip benzeri belirtiler ve hipertansiyon gibi) açısından hasta izlenmelidir. Hastalarda yutkunmanın düzenli olarak değerlendirilmesi oldukça önemlidir. Disfajili hastalarda enteral beslenme gerekebilir. Hastalarda detrusör arefleksisi ve azalmış mesane hissi nedeniyle retansiyon açısından dikkatli olmalıdır. Hastalarda azalmış mobiliteye bağlı kabızlık görülebileceği gibi 10. kraniyal sinirin etkilenmesine bağlı olarak paralitik ileus da görülebilir. Ayrıca hastaların bilinç durumu etkilenmediğinden yoğun bakım hemşiresinin hastalarla iletişimine özen göstermesi, hastaların yaşamış olduğu huzursuzluk ve anksiyeteyi gidermeye yönelik girişimlerde bulunması gerekmektedir.

GBS yaşamı tehdit edebilen ve yeti yitimine neden olabilen çoğu zaman tam bir iyileşme gösteren nörolojik hastalıktır. Hastalar özellikle akut dönemde iyi bir tedavi ve psikolojik desteğe ihtiyaç duyarlar. Bu hastaların tedavileri semptomatik olmakla birlikte multidisipliner ekibin tüm üyelerinin işbirliğini gerektirir (Powers et al., 2018; Pringsheim et al., 2014).

2.3.1. Hemşirelik yönetimi

Hemşirelik yönetimi destekleyici ve komplikasyonları önlemeye yöneliktir.

Değerlendirme: Hastalık hızla ilerleme gösterip yaşamsal tehdit oluşturabileceğinden hemşirelik değerlendirmesi sürekli olmalıdır. Hasta solunum yetersizliği, kardiyak ritim bozuklukları, derin tendon reflekslerinde kayıp gibi bulgular yönünden değerlendirilmeli, hemşire hasta ve ailesinin başa çıkma yöntemlerini değerlendirmelidir.

Hemşirelik tanıları: Değerlendirmeye dayanarak saptanabilecek hemşirelik tanıları aşağıda verilmiştir:

- Kas güçsüzlüğünün hızla ilerlemesi ve solunum yetersizliğine bağlı gaz alışverişinde değişim/etkin olmayan solunum
- Paralizide bağlı fiziksel hareketlilikte bozulma

- Yutma güçlü üne bağlı beslenmede değişiklik/beden gereksiniminden az beslenme
- Kraniyal sinir işlevlerinin bozulmasına bağlı sözel iletişimde bozulma
- Kontrol kaybı ve paralizye bağlı korku ve anksiyete

Planlama/amaç: Hemşirelik bakımını planlamada temel amaçlar;

Solunum işlevlerini düzeltmek, hareketliliği artırmak, beslenme durumunu düzeltmek, etkili iletişimi sağlamak, korku ve anksiyeteyi gidermek ve komplikasyonların oluşumunu önlemektir

Hemşirelik Girişimleri:

- Solunumu sağlamak ve sürdürmek için; göğüs fizyoterapisi sipirometre ve ile akciğer kapasitesini korumak, solunum yetersizliği bulguları yönünden hastayı izlemek, mekanik solunum desteği gereksinimi ve uygulama konusunda hasta ve ailenin onayını almak, havayolu açıklığını sürdürmek
- Fiziksel hareketliliği sağlamak için; paralizili ekstremitelere uygun pozisyon verilmesi ve günde en az iki kez önerilen ROM egzersizlerinin uygulanması, trombo- emboliyi önlemek için önerilen antikoagülanların ve elastik bandajların uygulanması, basınç ülserlerinin önlenmesi için hastanın pozisyonun sık aralıklarla değiştirilmesi, hava değişimli yatak kullanılması, hastanın yeterli beslenme ve sıvı alımının sağlanması, hastanın laboratuvar sonuçlarının izlenmesi
- Yeterli beslenmenin sağlanması için; hastanın paralitik ileus gelişme olasılığı yönünden bağırsak seslerinin izlenmesi, önerilen IV ve PA sıvıların önerdiği şekilde verilmesi, oral beslenmeden önce öğürme refleksinin kontrol edilmesi
- İletişimin sağlanması için; resimli kartlar, şekiller, yazılı materyaller kullanarak iletişimin sağlanması, hasta ya özgü konuşma terapisi için konuşma terapisti ile işbirliğine gidilmesi
- Korku ve anksiyetenin azaltılması için; hastalık, hastalığın gidişi ve sonuçları hakkında hasta ve ailenin gereksinimi olan bilgilerin verilmesi, yalnızlık ve izolasyon duygusunun azaltılması için hastanın aktivitelere katılımı, ziyaretçi desteği vb.'nin sağlanması, hasta ve ailenin etkin gevşeme ve baş etme yöntemlerini kullanması için multidisipliner destek sağlanması
- Olası komplikasyonların önlenmesi ve izlenmesi için; solunum işlevlerinin düzenli aralıklarla izlenmesi, solunum yetersizliği durumunda acil girişim için gerekli trakeostomi seti ve mekanik solunum desteği gereçlerinin kullanıma hazır bulundurulması, trakeostomi açılan hastalarda enfeksiyon gelişimi ve diğer komplikasyonların önlenmesi için uygun hemşirelik bakımının sağlanması, kardiyak monitorizasyon sağlanması
- Evde bakım için hasta ve ailenin eğitilmesi için; hasta ve ailesinin ani gelişebilecek komplikasyonlar ve koruyucu önlemler, etkin baş etme yöntemleri konusunda bilgilendirilmesi.

Beklenen Sonuçlar:

- Hava yolu açıklığı ve etkin solunum sürdürülebilir olmalı
- Hastanın hareketliliği artmış ve rehabilitasyon programına aktif katılım gösteriyor olmalı
- Yeterli sıvı ve besin alımını sürdürebiliyor olmalı
- Konuşmasında düzelme olmalı ve etkili iletişimi sürdürebiliyor olmalı
- Korku ve anksiyetesi azalmış ve bunu ifade edebiliyor olmalı
- Olası komplikasyonlar gelişmemiş olmalı

- Hasta ve ailesi evde bakımı nasıl sürdürülebileceğini öğrenmiş ve davranışlarıyla gösterebiliyor olmalıdır (Özekmekçi, 2010; Mollaoğlu, 2016).

2.4. *Myastenia Gravis*

Myastenia gravis (MG) sinir-kas kavşağını etkileyen ve istemli kaslarda ağrı olmaksızın güçsüzlüğe neden olan en sık rastlanan otoimmün hastalıktır. MG her yaş grubunda ortaya çıkabilen, oküler, bulber ekstremit ve solunum kaslarında değişen şiddette zayıflığa neden olabilen bir durumdur. Belirti ve bulgular genellikle postsinaptik kas membran proteinleri ve asetilkolin reseptörlerine (AChR) karşı oluşan antikorlar nedeniyle görülür. MG tanısı klinik ve serolojik testlerle (otoantikorlar vb.) konulabilir. Klinik olarak, tipik jeneralize MG tanılı hastaların %80'inden fazlasını ve izole oküler kas tutulumu olan hastaların %50'sinde nAChR e (AChR-Ab* MG) karşı gelişen otoimmün antikorlar vardır. Hastaların az bir kısmında ise kasa özel kinaza (Muscle Specific Kinase-MuSK) ve nadiren lipoprotein reseptör ilişkili protein 4 (LRP4) karşı oluşan antikorlar gelişmektedir. MuSK sinir kas kavşağı organizasyonu ve sürdürülmesinde önemlidir. Antikor saptanmamış bir grup hasta ise seronegatif MG olarak tanımlanır, bu hastalarda MG'ye sebep olan antikor bilinmez.

MG'nin oküler ve jeneralize olmak üzere iki klinik formu vardır:

Oküler miyastenide göz kapağı düşüklüğü (pitozis) ve çift görme (diplopi) sorunlarına yol açan kaslar etkilenir. Hastaların çoğunda ilk bulgu olarak ortaya çıkar. Jeneralize hastalarda ise oküler kasların yanı sıra fasiyal güçsüzlük (gülümseyememe), yutma güçlüğü, nefes alma ve konuşmada zorluk, kol ve bacaklarda güçsüzlük olarak görülür. Semptomlar zaman içinde dalgalanma gösterebilir. Bazı nedenler (enfeksiyon, stres, antibiyotik kullanımı vb.) semptomların kötüleşmesine ve miyastenik krize yol açabilir.

MG tanısında AChR-Ab testi ile tanı kesinleşir. AChR-Ab negatif ise MuSK-Ab testine bakılır. Uzman hekim tarafından uygulanan tekrarlayan sinir uyarımı ve tek lif elektromiyografisini içeren elektromiyografik inceleme tanıda önemlidir. Bir başka yöntemde Tensilon (Edrofonyum) testidir. Bu test kas gücündeki ortaya çıkan iyileşmeyi değerlendirmek için IV verilen kısa etkili kolinesteraz inhibitörüdür. Bu test sonucunda kas gücündeki objektif bir iyileşmenin (pitozis ve oküler kas güçsüzlüğü gibi) gözlenmesi MG'nin spesifik bulgusudur. Ayrıca MG şüphesi olan hastalarda timoma varlığı da değerlendirilmelidir.

Myastenia gravis (MG) tedavisinde dört temel yaklaşım bulunmaktadır:

- Nöromusküler kavşakta asetilkolin düzeyini artırmayı hedefleyen semptomatik tedavi (asetilkolinesteraz inhibitörleri)
- Altta yatan immün yanıtı baskılamaya yönelik uzun süreli immünsüpresif tedaviler (glukokortikoidler ve steroid dışı immünsüpresif ilaçlar)
- Etkisi hızlı başlayan ancak kısa süreli olan immünomodülatör tedaviler (terapötik plazma değişimi ve intravenöz immünglobulin [IVIG])
- Cerrahi tedavi seçeneği olarak timektomi

Bu yaklaşımlar, hastalığın şiddetine ve klinik özelliklerine göre bireyselleştirilerek uygulanır.

Bu tedavilerin her birinin klinik etkisinin başlama zamanı farklıdır. Tedavi ilacın etkisinin başlama zamanına göre hastalığın hızı ve şiddetine uygun olarak belirlenir. Tedavinin amacı hastaların yaşadıkları semptomları ve ilaca bağlı yan etkileri minimize etmektir. MG kronik ancak tedavi edilebilir bir hastalıktır. Çoğu hasta semptom sonrası tam düzelme sağlayabilir.

MG'nin semptomatik tedavisinde sıklıkla kolinesterazı inhibe eden salınan asetilkolinin ömrünü uzatan piridostigmin (mestinon) kullanılır. Doz hasta için 180 mg/gün olmalı ve maksimum doz 450 mg'i aşmamalıdır.

Asetilkolinin muskarinik yan etkilerine bağılı olarak hastalar diyare, abdominal kramplar, bulantı, salgıda artış, mesane ve bağırsak peristaltizminde artış açısından takip edilmelidir.

MG otoimmün bir hastalık olduğundan tedavide immunsupresanlar tercih edilmektedir. Kortikostreoidler maksimum 1,5 mg/kg oluncaya kadar ve iyileşme sağlanıncaya kadar kullanılır. Hastalar uyku sorunları, ruhsal değişiklikler, kilo artışı, diabet, peptik ülser, osteoporoz gibi kortikosteroidlerin yan etkileri açısından yakından izlenmelidir. Kortikostreoidler dışında kullanılan Azathioprine'nin terapötik etkileri uzun sürede (sıklıkla 12 ay) ortaya çıktığından kortikosteroid tedavisinin hemen ardından başlanması gerekir. Karaciğer yetersizliği ve kemik iliği baskılanması gibi yan etkiler nedeniyle immunsupresif ilaçların düzenli olarak izlenmesi önemlidir.

Miyastenik kriz ciddi kas güçsüzlüğüne bağılı solunum yetersizliği sonucu havayolu açıklığının sürdürülmesi, ventilatör desteği ve yoğun bakım gerektiren acil bir durumdur. Bu durum ile çok sık karşılaşmamakla birlikte bazı hastalar yıllar içinde çok sayıda kriz yaşayabilmektedir. Miyastenik semptomların geçici olarak kötüleşmesi, eş zamanlı infeksiyon, ameliyat, hamilelik, doğum, belirli ilaçlar, bağışıklık sistemini baskılayan ilaçların azaltılması veya hastalığın doğal seyrinin bir parçası olarak kendiliğinden ortaya çıkabilir. Miyastenik kriz nadiren MG bulgusu olarak ortaya çıkar. Hastalar çift görme, yutma güçlüğü gibi kas güçsüzlüğü şikayeti bildirirler. Bazı hastalarda görülen takipne, interkostal çekilme ve burun kanatlarında genişleme miyastenik krizin erken bulguları arasındadır. Miyastenik krizin son dönemlerine kadar hastaların oksijen satürasyonunda ve arteriyel kan gazı normal düzeyde olduğunun bilinmesi yoğun bakım hekim ve hemşirelerinin arteriyel kan gazı sonuçlarını yanlış değerlendirmesini önleyecektir. Krizin ileri aşamasında arteriyel oksijen satürasyonunda düşme ve karbondioksit miktarında artma gözlenmektedir. Bulbar kas güçsüzlüğü olan hastalarda disfaji ve aspirasyon gelişir. Yoğun bakımdaki hastanın yüz ifadesindeki değişiklik, pitozis ve göz hareketlerinde yavaşlama gibi durumlar miyastenik krizi düşündürülebilir.

Miyastenik kriz dışında hastalarda kolinerjik kriz de görülebilir. Kolinesteraz inhibitör ilaçların fazla dozda alınması kolinerjik krize neden olmaktadır. Bu hastalarda kolinerjik aktivite artışına bağılı olarak daralmış pupil, bradikardi, bronkokontrüksiyon, terleme, gözyaşı, tükürük salgısında artış, diyare, üriner inkontinans gibi belirti/bulgular gözlenebilir. Bu durumda ilaç kesilir ve atropin IV uygulanır. Hasta aspire edilir veya gerekirse entübasyon uygulanır.

Akut ve kronik seyri olan MG'li hastanın bakımı multidisipliner bir yaklaşım gerektirir. Hastanın solunum kas güçsüzlüğü açısından düzenli şekilde değerlendirilmesi tedavinin başarısı açısından önemlidir. Solunum kaslarında güçsüzlük olması durumunda (solunum hızında artış ve vital kapasitede azalma) vakit kaybetmeden tedaviye başlanmalıdır. Serebral oksijenizasyonun azalması nedeniyle konfüzyon ve ajitasyon görülebilir. Boyun güçsüzlüğündeki artış solunum kaslarının etkilendiğini ve bulbar kas güçsüzlüğü olduğunu gösterir. Hastanın vital kapasitesi solunum kas güçsüzlüğü açısından değerlendirilmelidir. Vital kapasitenin 1 litre veya 15-20 ml/kg altına indiği durumda ventilasyon önerilmektedir. bagnetkin öksüretmemesi nedeniyle solunum yolu infeksiyonlarında ventilasyonun birliği sağlanmalıdır. Hastaya antikolinesteraz ilaç alımını takiben yani kasların güçlendiği zaman aralığında derin solunum egzersizleri yaptırılmalıdır. Kas güçsüzlüğü olan hasta yutma güçlüğü yönünden değerlendirilmelidir. Hastalar beslenme sırasında aspirasyon, yetersiz hidrasyon ve beslenme riskine karşı dikkatle izlenmelidir. Yemeklerden 30-60 dk önce antikolinesteraz ilaçların alımı sağlanmalıdır. Yemek öncesi mümkün olduğu kadar fiziksel aktivitelerden kaçınılmalıdır. Her beslenme öncesi hastanın yutma ve çiğneme fonksiyonları değerlendirilmelidir. Yutma güçlüğü olan hastalar için konuşma ve dil terapistinden destek alınmalıdır. Hastanın yatak başında aspirasyon cihazı, oksijen ve resüsitasyon cihazları hazır bulundurulmalıdır. Günlük sıvı/besin alımı yetersiz olan ve ilaçlarını alamayan hastalarda nazogastrik sonda tercih edilebilmektedir. Hastalarda ses kısıklığı, burundan konuşma ve dizatri görülebilir. Oküler kaslardaki güçsüzlük düzenli değerlendirilmelidir. Göz kapağı düşüklüğü olan hastalara ise gözlüğüne "lundi loop" yerleştirmesi önerilir. Gözü açma-kapatma hareketleri zayıflayan bildiğinden gözde kuruluk, kornea abrazyonu ve infeksiyon açısından

değerlendirilmelidir. Miyastenik krizin arttığı dönemde hastalarda anksiyete ve korku ortaya çıkabilir (Boyras, 2016; Olson, 2011).

2.4.1. Hemşirelik yönetimi

MG kronik bir hastalık olduğu için hastaların çoğu hastane dışında yaşamlarını sürdürmek için aile ile birlikte yaşarlar . Bu nedenle hemşirelik yönetimi hasta ve ailesinin eğitimi ne odaklı olmalıdır.

Değerlendirme: Hemşirelik değerlendirmesinde subjektif ve objektif veriler değerlendirilir.

Subjektif veriler: Hastanın kendisinin ifade ettiği kas güçsüzlüğü, yorgunluk, olası çiğneme ve yutma güçlüğüdür.

Objektif veriler: Hemşirenin hastasını değerlendirerek ve gözleyerek elde edeceği verilerdir. Göz, yüz, boyun, göğüs kaslarının etkilenme düzeyi hastada diplopi, pitozis, yüzde asimetri olup olmadığı, çiğneme ve yutma güçlüğü, ses tonu ve solunum sesleri değerlendirilerek elde edilir. Kol ve bacaklarda güçsüzlük ve solunum kaslarının etkilenme durumu değerlendirilip kaydedilir. Tanı testleri sonuçları incelenir.

Hemşirelik tanıları: Hemşirelik değerlendirmesine dayanarak saptanabilecek hemşirelik tanıları şunlardır:

- Sinir-kas iletiminin bozulmasına bağlı etkin olmayan solunum
- Motor gücün azalmasına bağlı bireysel bakımda yetersizlik (beslenme, hijyen, tuvalet vb. gereksinimleri karşılayamama)
- Kas güçsüzlüğüne bağlı hareketlerde bozulma
- Kas güçsüzlüğüne bağlı aktivite intoleransı/çabuk yorulma
- Yutma güçlüğü nedeniyle aspirasyon riski
- Çiğnemeye bağlı beslenmede değişiklik/gereğinden az beslenme
- Larinks kaslarındaki güçsüzlüğe balı sözel iletişimde bozulma
- Fiziksel ve bireysel de bağlı kendini algılamada değişiklik
- Hastalık, tedavisi, kontrol yöntemleri ve evde bakımın sürdürülmesine ilişkin bilgi eksikliği
- Larinks kaslarındaki güçsüzlük e balı sözel iletişimde bozulma
- Fiziksel ve bireysel de bağlı kendini algılamada değişiklik
- Hastalık, tedavisi, kontrol yöntemleri ve evde bakımın sürdürülmesine ilişkin bilgi eksikliği

Planlama/amaçlar: Hemşirelik girişimleri hastadaki yetersizlikleri ve riskleri en aza indirmeyi, komplikasyonları önlemeyi, hasta ve yakınlarının evde bakımı uygun şekilde düzenleme ve yürümesini sağlayacak doğrultuda planlanır.

Hemşirelik Girişimleri:

- Hastanın solunumu her 2-4 saatte bir değerlendirilerek hastaya derin soluk alma ve öksürme egzersizleri yaptırılır
- Hastaya etkin solunumu sürdürebilecek pozisyon verilir Aspirasyon olasılığına karşı kullanıma hazır aspiratör ve trakeostomi seti bulundurulur
- Gerekğinde isteme uygun oksijen tedavisi uygulanır ve ventilatör desteği sağlanır
- Beslenme, temizlik vb. bakım gereksinimlerini yerine getirebilmesi için hastaya destek olunur ve cesaretlendirilir

- Hastanın aktivite planı yorgunluğu önleyecek ve yeterli dinlenme sağlayacak şekilde düzenlenir
- Çiğneme ve yutması kolay, yeterli/dengeli beslenmeyi sürdürecektir beslenme planı için diyet uzmanı ile işbirliği yapılır
- Hastanın yorulmasına neden olmayacak ve etkin iletişimi sağlayacak alternatif iletişim yolları sağlanır
- Hastanın bakıma katılımı, işlev ve fiziksel hareketleriyle ilgili bozulmalar nedeniyle kendini olumlu algılayabileceği emosyonel destek sağlanır
- Hasta ve aileye hastalık, bakım, hastalığın kontrolü, evde bakımın sürdürülmesi konusunda gereksinimleri doğrultusunda bilgi verilir ve soru sormaları için uygun ortam sağlanır.

Beklenen Sonuçlar

- Hastanın solunum sesleri, solunum hızı ve ritmi normal olmalı
- Bireysel bakımını yerine getirebiliyor olmalı
- Hareket güçlüğü olmamalı
- Aktivitelerini yorulmadan yerine getirebiliyor olmalı
- Aspirasyon riski yaşamamalı
- Yeterli ve dengeli beslenmeyi sürdürebiliyor olmalı
- Uygun iletişim kurabiliyor olmalı
- Kendini olumlu algılayabiliyor olmalı
- Hasta ve yakınları hastalık ve bakımı konusunda yeterli bilgi edinmiş olmalıdır (Middleton et al., 2015; Mestecky, 2014).

2.5. Status Epileptikus

Status epileptikus (SE) ciddi mortalite ve morbidite riski taşıyan, hızlı değerlendirme ve tedavi gerektiren nörolojik acil bir durumdur. SE jeneralize konvulziv status epileptikus (JKSE), konvulziv veya non- konvulziv olarak ortaya çıkar. JKSE 30 dakikadan uzun süren ve bilinç açılmadan tekrarlayan nöbetler olarak tanımlanır. Konvulziv SE ise beş dakika veya daha uzun klinik (ekstremitelerde ritmik ve/veya elektrografik nöbet aktivitesi olup bilincin açılmadığı nöbet olarak tariflenir. Nonkonvulziv SE (NKSE) ise en az 30 dakika süren bilinç değişikliğinin eşlik ettiği ve EEG'de nöbet aktivitesinin görüldüğü nöbet şeklindedir. NKSE'nin absans, kompleks parsiyel ve subtle olarak dört alt tipi bulunmaktadır. Absans SE benign tipidir ve tedaviye yanıt verir. Kompleks parsiyel en sık rastlanan tipidir. Subtle SE ise JKSE'nin yetersiz tedavi edilmesi durumunda ince motor hareket eşlik etsin ya da etmesin komanın eşlik ettiği durumdur. Konvulziv ve non konvulziv SE durumlarında iki ya da üç antiepileptiğe rağmen durdurulamayan nöbetlere ise dirençli status epileptikus denir.

EEG'de görülen nöbet aktivitesi, nöbetin etiyolojisi ve sınıfı SE'nin tedavisini başlatma ve sürdürme- de, prognozu ve tedaviye yanıtı izlemede önemlidir. Epilepsili hastaların düşük doz antiepileptik kullanımı, geçirilmiş merkezi sinir sistemi infeksiyonları, travma, anoksi/hipoksi, metabolik sorunlar, alkol-ilaç yoksunluk sendromu gibi durumlar SE'ye neden olabilir. SE aşırı nöronal uyarı ve inhibitör nöronların işlev görmemesi nedeni ile nöbeti sonlandıran mekanizmalarda başarısızlık olması durumudur. Gama-aminobütirik asit (GABA) aracılı inhibitör iletim ile N-metil-D-aspartat (NMDA) reseptörleri üzerinden gerçekleşen eksitasyon iletim arasındaki dengenin eksitasyon lehine kayması, GABA-A reseptörlerinde azalma ve NMDA reseptörlerinin aşırı uyarılması ile sonuçlanır. Bu süreç hücre içine kalsiyum girişini artırarak proteaz ve lipaz enzimlerini aktive eder ve sonuçta hücre hasar ile nekroza yol açar.

Status epileptikusun (SE) erken dönemlerinde aşırı katekolamin salınımına bağlı olarak taşikardi, ritim bozuklukları, hiperglisemi, metabolik asidoz, hipertermi ve lökositoz görülebilir. Sistemik ve pulmoner basınç ile birlikte intrakraniyal basınçta meydana gelen artış, serebral otonöregülasyonun bozulmasına ve sistemik kan basıncında düşüşe neden olabilir. Bu durum beyin kan akımının azalmasına ve sekonder beyin hasarına yol açar.

SE tanısı klinik bulgular ve elektroensefalografi (EEG) ile konur. Jeneralize konvülsif status epileptikusta tonik-klonik ekstremite hareketleri, bilinç değişikliği ve nöbet sonrası nörolojik defisitler dikkat çekerken; konvülsif tipte taşikardi, hızlı solunum, midriyazis ve artmış sekresyon görülebilir. Nonkonvülsif status epileptikusta ise bilinç düzeyinde değişiklik, antiepileptik tedaviye yanıt veren EEG bulguları, anormal davranışlar, hafıza sorunları ve psikiyatrik belirtiler ön plandadır. Yoğun bakımda entübe ve bilinci kapalı hastalarda bu durum gözden kaçabileceğinden EEG ile değerlendirme yapılması büyük önem taşır.

SE tedavisinde en kısa zamanda havayolu açıklığını sağlamak, solunumu ve dolaşımı desteklemek ve antiepileptik tedaviye başlamak esastır. Glukoz seviyesi düşük olan hastada 50 ml %50'lik glukoz ile tedaviye başlanmalıdır. Metabolik bozukluğu olan hastada bu durumun düzeltilmesi çok önemlidir. Ates, hipoksi ve hipotansiyon gibi durumlar nöral hasarı arttıracığından tedavi ile birlikte yaşam bul. gularının kontrol altına alınması gereklidir. Yoğun bakım ünitesindeki tedavi basamaklı olarak uygulanmalıdır. Antiepileptik ilaçlar düşük dozlarda başlanır ve doz kademeli olarak artırılır. Tedavideki amaç minimal ilaç dozu ile olası yan etkileri önlemek ve optimal düzeyde nöbet kontrolünü sağlamak tır. İlk basamak tedavide benzodiazepinler ilk tercih edilen ilaçlardır. Beş dakikadan uzun süren nöbetlerde antiepileptik ilaçlar başlanır. İkinci basamak tedavide Fenobarbital uygulanır. Fenobarbital ilaçlar merkezi sinir sistemini baskılar, sakinleştirici ve epileptik nöbetleri önleyici etkiye sahiptirler. Erişkinlerde uyku olma hali ve yorgunluk gibi yan etkilere neden olabilir. İkinci derecede kalp bloğu ya da ciddi hipotansiyon durumlarında kontrendikedir. Valproik asit absans ve miyoklonik SE'de etkilidir. Hastalar mide bulantısı, anoreksi, diyare, kilo artışı, deri döküntüleri, saç dökülmesi, tremor gibi yan etkiler açısından takip edilmelidir. Üçüncü basamak tedavi sürecinde, ilk iki basamakta uygulanan yaklaşımlara ya da kullanılan iki farklı antiepileptik ilaca yanıt alınamayan hastalar dirençli status epileptikus (SE) olarak değerlendirilir. Bu aşamada, birinci ve ikinci basamak tedavilerin ardından nazogastrik yolla verilebilen levetirasetam ve topiramat gibi antiepileptik ilaçlar kullanılarak nöbet kontrolü sağlanabilir ve böylece anestezi ajanlarına duyulan gereksinim azaltılabilir.

Dördüncü basamakta ise yaklaşık iki haftalık medikal tedaviye rağmen yanıt alınamayan olgularda cerrahi tedavi seçenekleri gündeme gelir (Memiş, 2012; Melzer et al., 2016).

2.5.1. Hemşirelik yönetimi

Status Epileptikus hastalar, tanı koyma, tedavinin planlanması ve nöbetlerin kontrol altına alınması sürecinde hastanede yatırılıp daha sonra tedaviyi evinde K sürdürür. Hastanede yatma sürecinde ve evde tedavinin ha sürdürülmesi sürecinde hastalık, tedavisi, ilaç kullanımı, tetikleyici faktörler, uyması gereken ilkeler konusunda hasta ve yakınlarının konuyla ilgili bilgilendirilmesinde hemşirenin önemli sorumlulukları vardır. Hastanede yatan hastalarda nöbet sırasında hastayı kaza ve yaralanmalardan korumak için alınması gereken önlemler, nöbet sırasında ve sonrasında hastanın izlenmesi hemşirenin sorumluluklarındandır.

Tüm epileptik nöbetler belirti vermeksizin hastanın tahmin edemediği bir zamanda, duyu, motor, duygu ve davranışlarda değişime neden olan belirtilerle ortaya çıkmaktadır. Epileptik nöbetler hastaların günlük yaşam aktivitelerini olumsuz etkiler, nöbet sırasında yaralanmalar hatta ölümler olabilmektedir. Bu olumsuz sonuçları önleyebilmek için nöbet sırasında hemşire tarafından bilinmesi ve yapılması gerekenler aşağıdaki gibidir.

Öncelikle sakin olunarak, hastanın nöbetini bitirmeye ya da durdurmaya çalışmadan nöbetin biteceği zamana kadar;

- Hasta güvenli bir yere yatırılmalı

- Ventilasyonunu rahatlatmak, hava yolu açıklığını sağlamak için pozisyon verilmeli
- Tükürüğünü aspire etmemesi için başına lateral pozisyon verilmeli
- Hastayı yaralayabilecek sivri uçlu veya sert eşyalar uzaklaştırılmalı
- Hastanın hareketlerini durdurmaya ve ya engellemeye çalışılmamalı
- Sıkan giysiler gevşetilmeli (kravat, kemer vb)
- Gözlüğü varsa çıkarılmalı
- Asla ağzına su vb gibi içecekler verilmemeli
- Çenesi zorlanmamalı, dişlerini sıkıyorsa aç- maya çalışılmamalı
- Nöbet sırasında oral ilaç verilmemeli

Amaç / Beklenen Hasta Sonuçları:

- Hasta, daha az sayıda travma olduğunu ve travmanın korkusunun azaldığını ifade etmesi
- Travma riskini arttıran faktörlerin bilinmesi
- Travmayı önlemeye yönelik güvenlik önlemlerinin alınması konusunda bakım vericilerin bilgi sahibi olması
- Belirlenen koruyucu önlemlerin uygulanabilmesi

Uygulama:

- Nöbet öncesi
- Yaralanmayı önleyici önlemler alınır.
- Yatak kenarlıkları kaldırılır.
- Yatak en alçak seviyede ve sabit tutulur.
- Hasta sık aralıklarla yakından takip edilir.
- Oksijen ve aspiratör gibi acil müdahale için gerekli malzemeler kolay ulaşılacak şekilde hazır bulundurulur.
- İlaçların düzenli kullanılması için eğitim ve takibi yapılır.
- Nöbet sırasında
- Hasta yatağında değilse güvenli bir yere yatırılır.
- Hastayı yaralayabilecek sivri uçlu ya da sert eşyalar uzaklaştırılır.
- Çenesi zorlanmaz, dişlerini sıkıyorsa açma- ya çalışılmaz.
- Nöbet bitene kadar hasta yalnız bırakılmaz.

Hemşirelik Tanısı: Stigmatize edilmeye bağlı "Sosyal İzolasyon"

Beklenen Hasta Sonuçları:

- Yaşadığı sosyal izolasyon durumunu kabul etmesi
- Sosyalleşmesini sağlayacak etkileşim tutumların tanımlanması ve uygulaması

- Sosyalleşmesini sağlayacak yöntemleri tanımlama ve uygulama izolasyondan kurtulma isteğini ifade etmesi
- Sahip olduğu güçleri ve sosyal destek kaynaklarının varlığını ifade etmesi (McPhee & Hammur, 2015; Mehndiratta et al., 2011).

KAYNAKÇA

- Baybora Özer, K., Ulusoy, Z. G., Kanlı, İ., & Tamam, L. (2022). Deliryum. *Çukurova Tıp Öğrenci Dergisi*, 1(2), 61–68.
- Boyras, S. (2016). Nörolojik hastaların evde bakımında kanıta dayalı uygulamalar. *Türkiye Klinikleri Journal of Public Health Nursing-Special Topics*, 2(3), 45–52.
- Bradley, W. G., Daroff, R. B., Fenichel, G. M., & Marsden, C. D. (2000). *Neurology in clinical practice: The neurological disorders* (Vol. 2, 3rd ed.). Butterworth-Heinemann.
- Çelik, S. (2007). Yoğun bakım ünitesinde hasta kabul ve taburculuk kriterleri. *Yoğun Bakım Hemşireliği Dergisi*, 11(2), 96–101.
- Erbay, Ö., & Kelebek Girgin, N. (2020). Deliryumun değerlendirilmesinde sık kullanılan ölçüm araçlarının incelenmesi. *Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 46(1), 113–121.
- Fisher, R. S., Acevedo, C., Arzimanoglou, A., et al. (2014). A practical clinical definition of epilepsy. *Epilepsia*, 55(4), 475–482.
- Fisher, R. S., Cross, J. H., & D’Souza, C. (2017). Instruction manual for the ILAE 2017 operational classification of seizure types. *Epilepsia*, 58(4), 531–542.
- Jowkar, A., & Lorenzo, N. (2018). *Myasthenia gravis*.
- McPhee, S. J., & Hammur, G. D. (2015). Sinir sistemi hastalıkları (C. T. Işıkkay, Çev.). İçinde E. Çoban & G. Süleymanlar (Çev. Eds.), *Hastalıkların patofizyolojisi* (ss. 174–179). Palme Yayıncılık.
- Mehndiratta, M., Garg, R. K., & Pandey, S. (2011). Nonmotor symptom complex of Parkinson’s disease: An under-recognized entity. *JAPI*, 59, 1–12.
- Melzer, N., Ruck, T., Fuhr, P., et al. (2016). Clinical features, pathogenesis, and treatment of myasthenia gravis: A supplement to the guidelines of the German Neurological Society. *Journal of Neurology*, 263, 1473–1494.
- Memiş, S. (2012). Parkinson hastalığı ve hemşirelik bakımı. İçinde Z. Durna (Ed.), *Kronik hastalıklar ve bakım* (ss. 277–290). Nobel Tıp Kitabevleri.
- Mestecky, A. M. (2014). İntrakranial fizyoloji (D. F. Baş, Çev.). İçinde M. A. Topçuoğlu, Z. Durna, & A. Karadakovan (Çev. Eds.), *Nörolojik bilimler hemşireliği: Kanıta dayalı uygulamalar* (ss. 79–83). Nobel Tıp Kitabevleri.
- Middleton, S., Grimley, R., & Alexandrov, A. W. (2015). Triage, treatment, and transfer evidence-based clinical practice recommendations and models of nursing care for the first 72 hours of admission to hospital for acute stroke. *Stroke*, 46, 18–25.
- Mollaoğlu, M. (2016). Nöral fonksiyonlar. İçinde N. Ovayolu & Ö. Ovayolu (Eds.), *Patofizyoloji: Pratik bir yaklaşım* (2. bs., ss. 317–365). Çukurova Nobel Tıp Kitabevi.
- Olson, D. M. (2011). Nursing assessment nervous system. İçinde S. L. Lewis, S. R. Dirksen, M. M. Heitkemper, L. Bucher, & I. M. Camera (Eds.), *Medical-surgical nursing: Assessment and management of clinical problems* (8th ed., ss. 1405–1458). Elsevier Mosby.

- Polat Dünya, C., & Türen, S. (2021). Yoğun bakım hastalarında nörolojik sorunlar. İçinde N. Enç (Ed.), *Yoğun bakım hemşireliği* (ss. 263–285). Nobel Tıp Kitabevi.
- Postuma, R., Rios Romanets, S., & Rakheja, R. (2012). *Physician guide: Non-motor symptoms of Parkinson's disease*. Parkinson Society Canada.
- Powers, W. J., Rabinstein, A. A., Ackerson, T., et al. (2018). Guidelines for the early management of patients with acute ischemic stroke. *Stroke*, 44, 1–20.
- Pringsheim, T., Jette, N., Frolkis, A., & Steeves, T. D. L. (2014). The prevalence of Parkinson's disease: A systematic review and meta-analysis. *Movement Disorders*, 29(13), 1583–1590.
- Resmî Gazete. (2011). *Organ ve doku nakli hizmetleri yönetmeliği*. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2011/04/20110419-5.htm>
- Rizek, P., Kumar, N., & Jog, M. S. (2016). An update on the diagnosis and treatment of Parkinson disease. *CMAJ*, 188(16), 1157–1165.
- Saka, E. (2010). Parkinson hastalığının patolojisi. İçinde M. Emre (Ed.), *Parkinson hastalığı* (ss. 93–100). Güneş Tıp Kitabevleri.
- Scottish Intercollegiate Guidelines Network. (2010). *Management of patients with stroke: Rehabilitation, prevention and management of complications, and discharge planning* (SIGN Publication No. 118).
- Summers, D., Leonard, A., Wentworth, D., et al. (2009). Comprehensive overview of nursing and interdisciplinary care of the acute ischemic stroke. *Stroke*, 40, 2911–2944.
- Sussman, J., Farrugia, M. E., Maddison, P., et al. (2015). Myasthenia gravis: Association of British Neurologists' management guidelines. *Practical Neurology*, 15, 199–206.
- Terzi, B., & Kaya, N. (2011). Yoğun bakım hastasında hemşirelik bakımı. *Yoğun Bakım Dergisi*, 1, 25.
- Topçuoğlu, M. A. (2017). *Akut inme: Tanı ve tedavi*. Türk Dahili ve Cerrahi Bilimler Yoğun Bakım Derneği.
- Treacy, C. (2014). SSS hücreleri ve aralarındaki iletişim (D. F. Baş, Çev.). İçinde M. A. Topçuoğlu, Z. Durna, & A. Karadakovan (Çev. Eds.), *Nörolojik bilimler hemşireliği: Kanıta dayalı uygulamalar* (ss. 3–17). Nobel Tıp Kitabevleri.
- Turkish Neurological Society. (2014). Diagnostic guidelines for brain death. *Turkish Journal of Neurology*, 20(3), 101–104.
- Tülek, Z. (2014). Nörolojik sistem ve hastalıkları. İçinde N. Enç (Ed.), *İç hastalıkları hemşireliği* (ss. 293–333). Nobel Tıp Kitabevi.
- Üngüren, E. (2015). Beynin nöroanatomik ve nörokimyasal yapısının kişilik ve davranış üzerindeki etkisi. *Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi*, 7(1).
- Walker, R. W. (2013). Palliative care and end-of-life planning in Parkinson's disease. *Journal of Neural Transmission*, 120, 635–638.
- Zomorodi, M. (2011). Stroke. İçinde S. L. Lewis, S. R. Dirksen, & M. M. Heitkemper (Eds.), *Medical-surgical nursing: Assessment and management of clinical problems* (8th ed., ss. 1459–1484). Elsevier Mosby.

hsa-miR-675-5p İLE TRANSFEKTE EDİLMİŞ İNSAN SİNOVİYAL SIVI KÖKENLİ MEZENKİMAL KÖK HÜCRELERİN TÜMÖR BASKILAYICI ETKİSİ

Özer ÖNER^{1,3}, Onur UYSAL^{2,3}, Ayla EKER SARIBOYACI^{2,3}, Sibel GÜNEŞ BAĞIŞ^{2,3}, Hüseyin AVCI^{2,3,4}, Emilia Qomi EKENEL⁵, İbrahim EKER⁶, Hamed GHORBANPOOR^{2,3}, Bahar DEMİR CEVİZLİDERE^{2,3}, Merve Nur SOYKAN^{2,3}, Tayfun ŞENGEL^{2,3}, Burcugül ALTUĞ^{2,7}, Nadiye BONCUKÇU^{2,3}, Onur SÜNNETÇİ^{2,3}, Gizem YILDIRIM^{2,8}

¹Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Şuhut Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Afyonkarahisar, Türkiye.

²Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Hücresel Tedavi ve Kök Hücre Üretim Uygulama ve Araştırma Merkezi ESTEM, Eskişehir, Türkiye.

³Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü Kök Hücre AD, Eskişehir, Türkiye.

⁴Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Müh. Mim. Fak. Metalurji ve Malzeme Müh. Eskişehir, Türkiye.

⁵Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Biyoinformatik Bölümü, Ankara Türkiye.

⁶Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Tıp Fak. Çocuk Hematolojisi ve Onkolojisi, Afyonkarahisar, Türkiye.

⁷Dokuz Eylül Üniversitesi, Veteriner Fak. Veterinerlik Genetiği AD. İzmir, Türkiye.

⁸Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoteknoloji AD, Adana, Türkiye

ozer.oner@afsu.edu.tr, 0000-0001-5352-7437; ouysal@ogu.edu.tr, 0000-0001-6800-5607; aeker@ogu.edu.tr, 0000-0003-4536-9859; gunesibel@gmail.com, 0000-0003-0202-5052; havci@ogu.edu.tr, 0000-0002-2475-1963; emilia.qomi@gmail.com, 0000-0002-2690-3246; dribrahimeker@gmail.com, 0000-0002-1880-546X; hamed.ghorbanpoor@ogu.edu.tr, 0000-0002-2665-8172; bahar.demirc@ogu.edu.tr, 0000-0002-2444-8833; mervesykn@gmail.com, 0000-0003-1231-9791; tsengel@ogu.edu.tr, 0000-0002-1162-6979; burcugul.altug@deu.edu.tr, 0000-0003-4460-8467; onursunnetci1@gmail.com, 0009-0008-4161-7214; nadyaboncukcu88@gmail.com, 0009-0002-5394-6257; gzm.y159@gmail.com, 0009-0004-8060-680X.

Özet

Osteosarkom, özellikle çocukluk ve genç erişkinlik döneminde görülen, nüks ve metastaz eğilimi nedeniyle klinik yönetimi güç olan primer malign kemik tümörlerinden biridir. Bu çalışmada, hsa-miR-675-5p ile transfeke edilmiş insan sinoviyal sıvı kökenli mezenkimal kök hücrelerin Saos-2 osteosarkom hücreleri üzerindeki moleküler etkilerinin değerlendirilmesi amaçlandı. Çalışmanın odağında lncRNA H19/hsa-miR-675-5p/FNDC3B eksenine ile apoptoz, invazyon, inflamasyon ve osteojenik sinyal yollarıyla ilişkili genler yer aldı. İnsan sinoviyal sıvı kökenli mezenkimal kök hücreler, Neon™ elektroporasyon sistemi kullanılarak hsa-miR-675-5p mimic ile transfeke edildi. Ardından transfeke hücreler ile Saos-2 hücreleri, doğrudan hücre teması olmaksızın transwell ko-kültür sisteminde birlikte kültüre edildi. Ko-kültür sonrası Saos-2 hücrelerinde gen ekspresyon düzeyleri RT-qPCR yöntemiyle değerlendirildi. Ko-kültür sisteminde hücrelerin morfolojik bütünlüklerini koruduğu ve deney koşullarına uyum sağladığı gözlemlendi. hsa-miR-675-5p transfeke mezenkimal kök hücrelerle ko-kültür edilen Saos-2 hücrelerinde WNT2 ekspresyonunda belirgin azalma, BMP2 ekspresyonunda artış ve EGFR, IL-1β ve MMP3 düzeylerinde baskılanma saptandı. Ayrıca BAX artışı ve BCL2 azalması, hücrelerde apoptoza yatkın bir moleküler yanıt oluşabileceğini düşündürdü. FNDC3B ekspresyonundaki değişiklikler ise bu aksın osteosarkom biyolojisinde araştırılmaya değer bir hedef olabileceğini destekledi. Bulgular, hsa-miR-675-5p ile modifiye edilmiş mezenkimal kök hücrelerin Saos-2 hücrelerinde sitotoksik etkiden çok moleküler yeniden programlama yönünde bir etki oluşturabileceğini göstermektedir.

Bu Doktora tezi; Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Projeleri (BAP) koordinasyon birimi tarafından TDK-2022-2580 numaralı proje ve TÜSEB 2023-A3-01 / A Grubu Acil Ar-Ge Proje Çağrısı kapsamında, 32625 numaralı proje ile desteklenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Osteosarkom; hsa-miR-675-5p; mezenkimal kök hücre; FNDC3B; lncRNA H19

TUMOR-SUPPRESSIVE EFFECT OF *hsa-miR-675-5p* TRANSFECTED HUMAN SYNOVIAL FLUID DERIVED MESENCHYMAL STEM CELLS

Özer ÖNER^{1,3}, Onur UYSAL^{2,3}, Ayla EKER SARIBOYACI^{2,3}, Sibel GÜNEŞ BAĞIŞ^{2,3}, Hüseyin AVCI^{2,3,4}, Emilia Qomi EKENEL⁵, İbrahim EKER⁶, Hamed GHORBANPOOR^{2,3}, Bahar DEMİR CEVİZLİDERE^{2,3}, Merve Nur SOYKAN^{2,3}, Tayfun ŞENGEL^{2,3}, Burcugül ALTUĞ^{2,7}, Nadiye BONCUKÇU^{2,3}, Onur SÜNNETÇİ^{2,3}, Gizem YILDIRIM^{2,8}

¹Afyonkarahisar Health Sciences University, Şuhut Health Services Vocational School, Afyonkarahisar, Türkiye.

²Eskisehir Osmangazi University, Cellular Therapy and Stem Cell Production Application and Research Center ESTEM, Eskişehir, Türkiye.

³Eskisehir Osmangazi University, Institute of Health Sciences, Department of Stem Cell, Eskisehir, Türkiye.

⁴Eskisehir Osmangazi University, Engineering and Architecture Faculty, Department of Metallurgical and Materials Engineering, Eskisehir, Türkiye.

⁵Middle East Technical University, Department of Bioinformatics, Ankara, Türkiye.

⁶Afyonkarahisar Health Sciences University, Faculty of Medicine, Department of Pediatric Hematology and Oncology, Afyonkarahisar, Türkiye.

⁷Dokuz Eylül University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Genetics, İzmir, Türkiye.

⁸Çukurova University, Institute of Natural and Applied Sciences, Department of Biotechnology, Adana, Türkiye

ozer.oner@afsu.edu.tr, 0000-0001-5352-7437; ouysal@ogu.edu.tr, 0000-0001-6800-5607; aeker@ogu.edu.tr, 0000-0003-4536-9859; gunesibel@gmail.com, 0000-0003-0202-5052; havci@ogu.edu.tr, 0000-0002-2475-1963; emilia.qomi@gmail.com, 0000-0002-2690-3246; dribrahimeker@gmail.com, 0000-0002-1880-546X; hamed.ghorbanpoor@ogu.edu.tr, 0000-0002-2665-8172; bahar.demirc@ogu.edu.tr, 0000-0002-2444-8833; mervesykn@gmail.com, 0000-0003-1231-9791; tsengel@ogu.edu.tr, 0000-0002-1162-6979; burcugul.altug@deu.edu.tr, 0000-0003-4460-8467; onursunnetci1@gmail.com, 0009-0008-4161-7214; nadyaboncukcu88@gmail.com, 0009-0002-5394-6257; gzm.y159@gmail.com, 0009-0004-8060-680X.

Abstract

Osteosarcoma is a primary malignant bone tumor, particularly prevalent in childhood and young adulthood, that is difficult to manage clinically due to its tendency towards recurrence and metastasis. This study aimed to evaluate the molecular effects of *hsa-miR-675-5p*-transfected human synovial fluid-derived mesenchymal stem cells on Saos-2 osteosarcoma cells. The focus of the study was on the lncRNA H19/*hsa-miR-675-5p*/FNDC3B axis and genes associated with apoptosis, invasion, inflammation, and osteogenic signaling pathways. Human synovial fluid-derived mesenchymal stem cells were transfected with *hsa-miR-675-5p* mimic using the Neon™ electroporation system. Subsequently, transfected cells and Saos-2 cells were co-cultured in a transwell co-culture system without direct cell contact. Gene expression levels in Saos-2 cells after co-culture were evaluated using the RT-qPCR method. In the co-culture system, it was observed that the cells maintained their morphological integrity and adapted to the experimental conditions. In Saos-2 cells co-cultured with *hsa-miR-675-5p* transfected mesenchymal stem cells, a significant decrease in WNT2 expression, an increase in BMP2 expression, and suppression of EGFR, IL-1β, and MMP3 levels were detected. Furthermore, the increase in BAX and decrease in BCL2 suggested that a molecular response prone to apoptosis might occur in the cells. Changes in FNDC3B expression supported the idea that this axis could be a worthy target for investigation in osteosarcoma biology. The findings indicate that *hsa-miR-675-5p* modified mesenchymal stem cells may exert an effect more towards molecular reprogramming than cytotoxicity in Saos-2 cells.

This PhD thesis was supported by the Eskişehir Osmangazi University Scientific Research Projects (BAP) coordination unit under project number TDK-2022-2580 and by TÜSEB under project number 32625 within the scope of the 2023-A3-01 / Group A Emergency R&D Project Call.

Keywords: Osteosarcoma; *hsa-miR-675-5p*; mesenchymal stem cell; FNDC3B; lncRNA H19

hsa-miR-150-5p İLE TRANSFEKTE EDİLMİŞ WHARTON JELİ KÖKENLİ MEZENKİMAL KÖK HÜCRELERİN İNSAN KOLOREKTAL ADENOKARSİNOM HÜCRELERİ ÜZERİNDEKİ TÜMÖR BASKILAYICI ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ

Süleyman. Gökhan Kara^{1,2,3} Sibel GÜNEŞ BAĞIŞ^{2,3} Ayla EKER SARIBOYACI^{2,3} Onur UYSAL^{2,3} Hüseyin AVCI^{2,3,4} Merve Nur SOYKAN^{2,3} , Emilia Qomi EKENEL⁵ Bahar DEMİR CEVİZLİDERE^{2,3} Tayfun ŞENGEL^{2,3} Nuray Varol Kayapınar^{2,3,6} Nadiye Boncukcu^{2,3}

¹Eskişehir Şehir Hastanesi, Acil Tıp Kliniği, Eskişehir Türkiye.

²Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Hücresel Tedavi ve Kök Hücre Üretim Uygulama ve Araştırma Merkezi ESTEM, Eskişehir Türkiye.

³Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü Kök Hücre AD, Eskişehir Türkiye.

⁴Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Müh. Mim. Fak. Metalurji ve Malzeme Müh. Eskişehir Türkiye.

⁵Nörobilim ve Nöroteknoloji Mükemmeliyet Ortak Uygulama ve Araştırma Merkezi-Orta Doğu Teknik Üniversitesi (ODTÜ), Ankara.

⁶Uludağ Üniversitesi, Veterinerlik Fakültesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Histoloji ve Embriyoloji Departmanı, Bursa Türkiye.

suleymangokhankara@gmail.com, 0000-0002-7152-5643; gunesibel@gmail.com, 0000-0003-0202-5052; aeker@ogu.edu.tr, 0000-0003-4536-9859; ouysal@ogu.edu.tr, 0000-0001-6800-5607; havci@ogu.edu.tr, 0000-0002-2475-1963; mervesykn@gmail.com, 0000-0003-1231-9791; emilia.qomi@gmail.com, 0000-0002-2690-3246; bahar.demirc@ogu.edu.tr, 0000-0002-2444-8833; tsengel@ogu.edu.tr, 0000-0002-1162-6979; 612049001@ogr.uludag.edu.tr, 0000-0002-1062-332X; nadyaboncukcu88@gmail.com, 0009-0002-5394-6257

Özet

Kolorektal kanser, yüksek insidans ve mortalite oranları nedeniyle önemli bir halk sağlığı sorunudur. Özellikle ileri evre ve tedaviye dirençli olgularda yeni hedefe yönelik tedavi stratejilerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmada, hücre proliferasyonu ve tümör progresyonunda düzenleyici rol oynayan hsa-miR-150-5p ile transfeke edilmiş Wharton jeli kökenli mezenkimal kök hücrelerin (iWJ-MKH), Caco-2 kolorektal adenokarsinom hücreleri üzerindeki potansiyel tümör baskılayıcı etkileri in vitro koşullarda değerlendirildi.

miR-150-5p'nin Caco-2 hücreleri üzerindeki olası tümör baskılayıcı etkiler hücrelere doğrudan hsa-miR-150-5p transfeksiyonu, iWJ-MKH'ler ile indirekt kokültür uygulaması ve hsa-miR-150-5p ile transfeke edilmiş iWJ-MKH'ler ile oluşturulan kokültür koşullarının karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi ile araştırıldı. Tedavi gruplarında hücre canlılığı, telomeraz aktivitesi ve apoptotik yanıt flow sitometri yöntemi ile incelendi. Ayrıca C-Rel, ZEB1, ZEB2, MMP1, CDH1, VEGFA ve DR5 genlerinin mRNA ekspresyon düzeyleri RT-qPCR yöntemi kullanılarak analiz edildi.

Bulgularımızda, doğrudan hsa-miR-150-5p transfeksiyonunun kanser hücrelerinde canlılığı anlamlı düzeyde azalttığı, telomeraz aktivitesini baskıladığı ve apoptotik yanıtı artırdığı ortaya çıktı. Annexin V/PI ve kaspaz-9 bulguları, hsa-miR-150-5p'nin özellikle intrinsik apoptotik yolak üzerinden etki ettiğini gösterdi. Gen ekspresyon analizlerinde C-Rel, ZEB1 ve ZEB2 gen düzeyleri baskılanırken CDH1 gen ekspresyonunda artış saptandı. Bununla birlikte, MKH kokültür gruplarında VEGFA ve MMP1 gen ekspresyonları arttı.

Elde edilen sonuçlar, hsa-miR-150-5p'nin proliferasyon, apoptoz ve epitel-mezenkimal geçiş ile ilişkili süreçler üzerinde düzenleyici etkiler gösterebileceğini ortaya koymaktadır. MKH kokültür gruplarında VEGFA ve MMP1 ekspresyonundaki artış, kök hücre temelli yaklaşımların çift yönlü biyolojik etkiler oluşturabileceğini düşündürmüştür. Sonuç olarak, hsa-miR-150-5p ile modifiye edilmiş iWJ-MKH'ler, kolorektal kanserde mikroRNA temelli hücresel tedavi yaklaşımları için umut verici bir model olabilir.

Bu Doktora tezi; Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Koordinasyon Birimi tarafından TDK-2023-2691 numaralı proje ile, TÜBİTAK 1002 Programı kapsamında 124S457 numaralı proje ile ve TÜSEB 2024-A4-01 / A Grubu Destek Programı kapsamında 39758 numaralı proje ile desteklenmiştir.

Anahtar Kelimeler: hsa-miR-150-5p; Wharton jeli; mezenkimal kök hücre; kolorektal adenokarsinom; tümör baskılayıcı etki

DETERMINATION OF THE TUMOR-SUPPRESSIVE EFFECTS OF hsa-miR-150-5p-TRANSFECTED WHARTON'S JELLY-DERIVED MESENCHYMAL STEM CELLS ON HUMAN COLORECTAL ADENOCARCINOMA CELLS

Süleyman. Gökhan Kara^{1,2,3} Sibel GÜNEŞ BAĞIŞ^{2,3} Ayla EKER SARIBOYACI^{2,3} Onur UYSAL^{2,3} Hüseyin AVCI^{2,3,4} Merve Nur SOYKAN^{2,3}, Emilia Qomi EKENEL⁵ Bahar DEMİR CEVİZLİDERE^{2,3} Tayfun ŞENGEL^{2,3}

Nuray Varol Kayapınar^{2,3,6} Nadiye Boncukcu^{2,3}

¹Eskişehir City Hospital, Department of Emergency Medicine, Eskişehir, Türkiye.

²Eskişehir Osmangazi University, Cellular Therapy and Stem Cell Production Application and Research Center (ESTEM), Eskişehir, Türkiye.

³Eskişehir Osmangazi University, Institute of Health Sciences, Department of Stem Cell, Eskişehir, Türkiye.

⁴Eskişehir Osmangazi University, Faculty of Engineering and Architecture, Department of Metallurgical and Materials Engineering, Eskişehir, Türkiye.

⁵Neuroscience and Neurotechnology Excellence Joint Application and Research Center - Middle East Technical University (ODTU), Ankara.

⁶Uludağ University, Faculty of Veterinary Medicine, Institute of Health Sciences, Department of Histology and Embryology, Bursa, Türkiye.

suleymangokhankara@gmail.com, 0000-0002-7152-5643; gunesibel@gmail.com, 0000-0003-0202-5052; aeker@ogu.edu.tr, 0000-0003-4536-9859; ouysal@ogu.edu.tr, 0000-0001-6800-5607; havci@ogu.edu.tr, 0000-0002-2475-1963; mervesykn@gmail.com, 0000-0003-1231-9791; emilia.qomi@gmail.com, 0000-0002-2690-3246; bahar.demirc@ogu.edu.tr, 0000-0002-2444-8833; tsengel@ogu.edu.tr, 0000-0002-1162-6979; 612049001@ogr.uludag.edu.tr, 0000-0002-1062-332X; nadyaboncukcu88@gmail.com, 0009-0002-5394-6257

Abstract

Colorectal cancer is an important public health problem due to its high incidence and mortality rates. Particularly in advanced-stage and treatment-resistant cases, new targeted therapeutic strategies are needed. In this study, the potential tumor-suppressive effects of hsa-miR-150-5p-transfected Wharton's jelly-derived mesenchymal stem cells (iWJ-MSCs), which play a regulatory role in cell proliferation and tumor progression, on Caco-2 colorectal adenocarcinoma cells were evaluated under in vitro conditions.

The possible tumor-suppressive effects of miR-150-5p on Caco-2 cells were investigated through a comparative evaluation of direct hsa-miR-150-5p transfection into the cells, indirect coculture with iWJ-MSCs, and coculture conditions established with hsa-miR-150-5p-transfected iWJ-MSCs. In the treatment groups, cell viability, telomerase activity, and apoptotic response were examined using flow cytometry. In addition, the mRNA expression levels of C-Rel, ZEB1, ZEB2, MMP1, CDH1, VEGFA, and DR5 genes were analyzed using RT-qPCR.

Our findings revealed that direct hsa-miR-150-5p transfection significantly reduced viability in cancer cells, suppressed telomerase activity, and increased the apoptotic response. Annexin V/PI and caspase-9 findings indicated that hsa-miR-150-5p exerted its effect particularly through the intrinsic apoptotic pathway. In gene expression analyses, C-Rel, ZEB1, and ZEB2 gene levels were suppressed, while an increase in CDH1 gene expression was detected. However, VEGFA and MMP1 gene expressions increased in the MSC coculture groups. The obtained results indicate that hsa-miR-150-5p may exert regulatory effects on processes associated with proliferation, apoptosis, and epithelial-mesenchymal transition. The increase in VEGFA and MMP1 expression in the MSC coculture groups suggested that stem cell-based approaches may produce bidirectional biological effects. In conclusion, hsa-miR-150-5p-modified iWJ-MSCs may represent a promising model for microRNA-based cellular therapy approaches in colorectal cancer.

This doctoral thesis was supported by the Eskişehir Osmangazi University Scientific Research Projects (BAP) Coordination Unit under project number TDK-2023-2691, by the TÜBİTAK 1002 Program under project number 124S457, and by the TÜSEB 2024-A4-01 / Group A Support Program under project number 39758.

Keywords: hsa-miR-150-5p; Wharton's jelly; mesenchymal stem cell; colorectal adenocarcinoma; tumor-suppressive effect

PC-3 PROSTAT KANSER HÜCRELERİNDE PLK1 İNHİBİTÖRÜ RO3280 TARAFINDAN UYARILAN APOPTOSİSİN DEĞERLENDİRİLMESİ**Doç. Dr. Mustafa ERGÜL****Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Biyokimya AD, Sağlık Bilimleri,**
m.ergul@yahoo.com.tr, <https://orcid.org/0000-0003-4303-2996>**Özet**

Polo benzeri kinaz 1 (PLK1), serin/treonin protein kinaz ailesinin bir üyesi olmakla birlikte, mitozda, ayrıca DNA hasar yanıtı ve onarım mekanizmalarında kritik roller oynamaktadır. PLK1 normal hücrelerde çok düşük seviyelerde ifade edilmesine rağmen, prostat kanseri de dahil olmak üzere çeşitli kanser türlerinde aşırı ekspresyonu bildirilmiştir. Artmış PLK1 ekspresyonu, tümör ilerlemesi ve kötü prognoz ile ilişkilendirilmiştir. Bu nedenle, kanser hücrelerinde PLK1'in seçici inhibisyonu, çeşitli kanserlerin tedavisinde umut vadeden bir terapötik strateji olarak ortaya çıkmaktadır. Bu çalışma, PLK1 inhibitörü RO3280'in insan prostat kanseri PC-3 hücreleri üzerindeki apoptotik etkilerini araştırmayı amaçlamıştır. PC-3 hücreleri, 48 saat boyunca 50, 25, 12.5, 6.25, 3.12 ve 1.56 μM konsantrasyonlarında RO3280'e maruz bırakılmış, inhibitörün hücre canlılığı üzerindeki etkisini değerlendirmek için XTT testi yapılmıştır. Ek olarak, RO3280'in PC-3 hücreleri üzerindeki apoptotik etkileri akış sitometrisi ile araştırılmıştır. Bulgularımız, RO3280'in kontrol grubuna kıyasla PC-3 hücreleri üzerinde önemli bir sitotoksik etki gösterdiğini ortaya koymaktadır. RO3280'in IC_{50} değeri 48 saat için 17,3 μM olarak belirlenmiştir. Akış sitometrisi analizine göre, kontrol grubundaki geç apoptotik ve ölü hücre yüzdeleri (sırasıyla $1,36 \pm 0,91$ ve $2,41 \pm 1,33$), RO3280 tedavisi sonrasında sırasıyla $25,89 \pm 2,19$ ve $22,06 \pm 1,99$ 'a önemli ölçüde yükselmiştir ($p < 0,05$). Sonuç olarak, elde edilen sonuçlar RO3280'in PC-3 hücrelerinde önemli sitotoksik ve apoptotik etkiler oluşturduğunu ve bu bileşiğin prostat kanseri tedavisi için umut vadeden bir terapötik aday olabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: PLK1 inhibisyonu, RO3280, PC-3 hücreleri, Apoptoz**ASSESSMENT OF APOPTOSIS INDUCED BY THE PLK1 INHIBITOR RO3280 IN PC-3 PROSTATE CANCER CELLS****Doç. Dr. Mustafa ERGÜL****Sivas Cumhuriyet University, Faculty of Pharmacy, Department of Biochemistry, Health Sciences,**
m.ergul@yahoo.com.tr, <https://orcid.org/0000-0003-4303-2996>**Abstract**

Polo-like kinase 1 (PLK1) is a member of the serine/threonine protein kinase family and plays critical roles in mitosis, as well as in DNA damage response and repair mechanisms. Although PLK1 is expressed at very low levels in normal cells, its overexpression has been reported in various cancer types, including prostate cancer. Increased PLK1 expression has been associated with tumor progression and poor prognosis. Therefore, selective inhibition of PLK1 in cancer cells has emerged as a promising therapeutic strategy for treating various cancers. The present study aimed to investigate the apoptotic effects of the PLK1 inhibitor RO3280 on human prostate cancer PC-3 cells. The PC-3 cells were exposed to RO3280 at concentrations of 50, 25, 12.5, 6.25, 3.12, and 1.56 μM for 48 h. The XTT assay was performed to assess the inhibitor's effect on cell viability. In addition, the apoptotic effects of RO3280 on PC-3 cells were investigated by flow cytometry. Our findings demonstrated that RO3280 exerted a significant cytotoxic effect on PC-3 cells compared with the control group. The IC_{50} value of RO3280 was determined as 17.3 μM for 48 h. According to the flow cytometry analysis, the percentages of late apoptotic and dead cells in the control group ($1.36 \pm 0.91\%$ and $2.41 \pm 1.33\%$, respectively) significantly increased to $25.89 \pm 2.19\%$ and $22.06 \pm 1.99\%$, respectively, following RO3280 treatment ($p < 0.05$). In conclusion, the results demonstrated that RO3280 induced significant cytotoxic and apoptotic effects in PC-3 cells, suggesting that this compound may represent a promising therapeutic candidate for the treatment of prostate cancer.

Keywords: PLK1 inhibition, RO3280, PC-3 cells, Apoptosis

INTRODUCTION

Cancer is one of the leading global public health challenges, characterized by its increasing incidence, high mortality rates, and substantial impact on healthcare systems and societies worldwide (Siegel et al., 2026). The current incidence and mortality rates of prostate cancer constitute a substantial global public health burden, as it is the second most commonly diagnosed malignancy in men and the fifth leading cause of cancer-related death worldwide (Ergul, Bakar-Ates, 2021). Despite significant advances in the management of prostate cancer, including surgery, radiotherapy, hormone-based therapies, and chemotherapy, which have contributed to reduced mortality and improved patient survival, prostate cancer continues to be a major focus of oncological research (Semenas et al., 2012). However, the serious adverse effects associated with chemotherapy and radiotherapy, along with treatment-related complications and the emergence of chemoresistance, highlight the ongoing need for more effective and optimized therapeutic strategies for patients with prostate cancer (Wang et al., 2018; Ishikawa et al., 2019). Accordingly, further investigations are required to develop novel therapeutic strategies that not only reduce prostate cancer-related mortality but also exhibit improved safety profiles with fewer adverse effects.

As a critical serine/threonine kinase involved in cell cycle control, mitosis, and cytokinesis, Polo-like kinase 1 (PLK1) plays an essential role in eukaryotic cell division. Aberrant upregulation of PLK1 has been documented in numerous human malignancies and is often associated with an unfavorable prognosis. Therefore, selective inhibition of PLK1 represents an attractive therapeutic approach in cancer treatment (Ergul, Bakar-Ates, 2020). Although several studies have demonstrated the antiproliferative activity of RO3280 in different cancer cell lines, to the best of our knowledge, its potential pro-apoptotic effects in prostate cancer have not yet been fully investigated and require further evaluation. Therefore, this study aims to investigate the cytotoxic and apoptotic effects of the PLK1 inhibitor RO3280 on PC-3 prostate cancer cells.

2. METHOD

2.1. Cell Culture and Treatment

The human prostate cancer cell line PC-3 (CRL-1435) was obtained from the American Type Culture Collection (ATCC, USA). Cells were cultured in Dulbecco's Modified Eagle Medium (DMEM; Gibco, Thermo Fisher Scientific, USA) supplemented with 10% fetal bovine serum (FBS; Sigma-Aldrich, USA), 1% L-glutamine (Sigma-Aldrich, USA), and 1% penicillin/streptomycin (Sigma-Aldrich, USA). The cells were maintained at 37°C in a humidified incubator with 5% CO₂ atmosphere. RO3280 (Sigma-Aldrich, USA) was dissolved in dimethyl sulfoxide (DMSO) to prepare a stock solution. The stock was subsequently diluted in DMEM prior to use, ensuring that the final concentration of DMSO in all experimental conditions did not exceed 0.5%.

2.2. Cell Viability Assay

Cell viability was determined using the XTT colorimetric assay (2,3-bis-(2-methoxy-4-nitro-5-sulfophenyl)-2H-tetrazolium-5-carboxanilide; Roche Diagnostics). Cells were seeded into 96-well plates at a density of 1×10^4 cells/well in 100 μ L of DMEM and allowed to adhere overnight before treatment. Subsequently, cells were exposed to increasing concentrations of RO3280 (1.56, 3.12, 6.25, 12.5, 25, and 50 μ M) for 48 h. After incubation, 50 μ L of XTT labeling solution and 100 μ L of phenol red-free DMEM were added to each well, followed by incubation at 37°C for 4 h. The absorbance was measured at 450 nm using an ELISA microplate reader (Thermo Fisher Scientific, USA) after gentle shaking. All experiments were performed in triplicate. Cell viability was expressed as a percentage relative to untreated control cells. IC₅₀ values of RO3280 in the PC-3 cell line were calculated using GraphPad Prism software (version 7).

2.3. Annexin V Binding Assay

PC-3 cells were treated with RO3280 at the IC₅₀ concentration determined by the XTT assay, and apoptosis was assessed using the Muse Annexin V & Dead Cell Kit (Merck Millipore, Germany). Cells were seeded into six-well plates and allowed to adhere overnight before treatment. On the following day, cells were exposed to RO3280 at the IC₅₀ concentration and incubated for 48 h. After treatment, cells were harvested, washed, and resuspended in phosphate-buffered saline (PBS) containing 1% FBS. The cell suspension was then incubated with Annexin V & Dead Cell reagent for 20 min at room temperature in the dark. The proportions of viable, early apoptotic, late apoptotic, and necrotic cells were analyzed using a Muse Cell Analyzer (Merck Millipore, Germany).

2.4. Statistical Analysis

Statistical analyses were performed using GraphPad Prism software (version 7.0; GraphPad Software, USA). All experimental data are presented as mean $\pm$ standard deviation (SD). One-way analysis of variance (ANOVA) followed by Dunnett's post hoc test was used to compare treatment groups with the control group. A p-value of < 0.05 was considered statistically significant.

3. RESULTS, DISCUSSION, AND RECOMMENDATIONS

This study investigated the *in vitro* antiproliferative activity of the PLK1 inhibitor RO3280 in PC-3 cells. As shown in Figure 1, the XTT assay revealed that RO3280 significantly decreased cell viability in a dose-dependent manner. At concentrations of 6.25 μ M and above, RO3280 showed a significantly cytotoxic effect on PC-3 cells ($p < 0.05$). The IC₅₀ value of RO3280 at 48 h was determined to be 17.3 μ M.

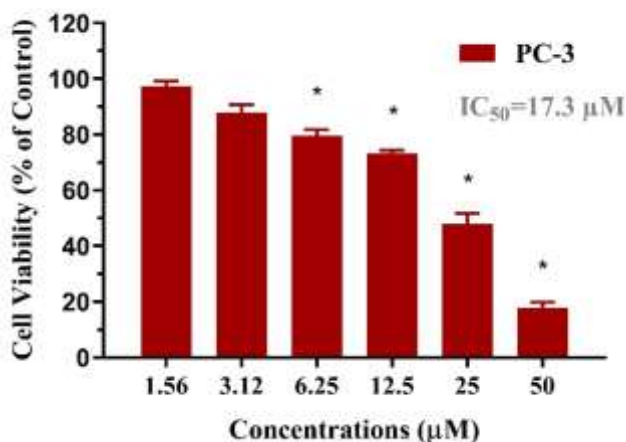


Figure 1. Antiproliferative effect of RO3280 on PC-3 cells. PC-3 cells were treated with increasing concentrations of RO3280 (1.56–50 μ M) for 48 h, and cell viability was assessed using the XTT assay. Data are presented as mean $\pm$ standard deviation (SD) from three independent experiments. Statistically significant differences compared with the control group are indicated as * $p < 0.05$.

The apoptotic effect of RO3280 on PC-3 cells was evaluated by Annexin V binding analysis using flow cytometry. As shown in Figure 2, RO3280 induced a significant increase in apoptosis in PC-3 cells following 48 h treatment at the IC₅₀ concentration compared with the control group. Quantitative analysis revealed that the percentages of late apoptotic and necrotic cells in the control group ($1.36 \pm 0.31\%$ and $2.41 \pm 1.09\%$, respectively) increased to $25.89 \pm 4.05\%$ and $22.06 \pm 2.57\%$, respectively, in RO3280-treated cells ($p < 0.05$). These results suggest that PLK1 inhibition by RO3280 promotes apoptosis in PC-3 cells.

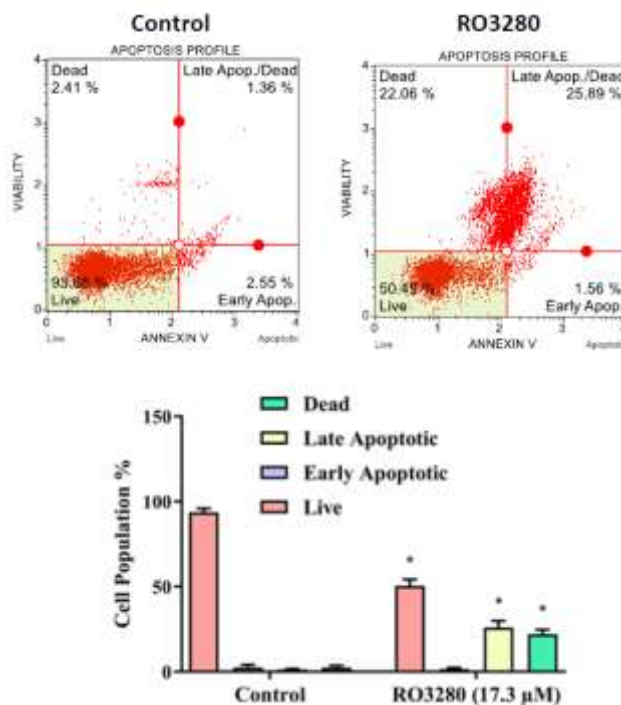


Figure 2. Effect of RO3280 on apoptosis in PC-3 cells. Cells were treated with RO3280 at the IC₅₀ concentration and incubated for 48 h. Apoptosis was analyzed using a Muse Cell Analyzer (Merck Millipore, Germany). RO3280 treatment resulted in a significant increase in the percentage of late apoptotic and necrotic cells compared with the control group ($p < 0.05$). All experiments were performed in triplicate and yielded consistent results. Statistically significant differences are indicated as * $p < 0.05$ versus control.

In line with our findings, accumulating evidence indicates that PLK1 inhibition induces cytotoxicity and apoptosis in various malignancies, such as gastric, breast, and colorectal cancers (Gömeç et al., 2022, Ataseven et al., 2023, Ergul, Bakar-Ates, 2019). In light of the existing literature, RO3280 has been shown to significantly decrease cell viability and induce apoptosis across various cancer cell types. Consistent with previous findings, the present study demonstrates that RO3280 promotes apoptotic cell death in PC-3 cells, likely through its inhibitory effects on cellular proliferation.

In conclusion, the present study demonstrates that the PLK1 inhibitor RO3280 exerts potent anticancer effects in PC-3 cells by significantly reducing cell viability and inducing apoptosis. These findings are consistent with previous reports showing the antiproliferative and pro-apoptotic activities of RO3280 in various cancer models. Collectively, our results suggest that PLK1 inhibition may represent a promising therapeutic strategy for prostate cancer. However, further *in vitro* and *in vivo* studies are required to fully elucidate its molecular mechanisms and therapeutic potential.

REFERENCES

- Ataseven, D., Taştımur, Ş., Yulak, F., Karabulut, S., & Ergul, M. (2023). GSK461364A suppresses proliferation of gastric cancer cells and induces apoptosis. *Toxicology in vitro : an international journal published in association with BIBRA*, 90, 105610. <https://doi.org/10.1016/j.tiv.2023.105610>
- Ergul, M., & Bakar-Ates, F. (2019). RO3280: A Novel PLK1 Inhibitor, Suppressed the Proliferation of MCF-7 Breast Cancer Cells Through the Induction of Cell Cycle Arrest at G2/M Point. *Anti-cancer agents in medicinal chemistry*, 19(15), 1846–1854. <https://doi.org/10.2174/1871520619666190618162828>
- Ergul, M., & Bakar-Ates, F. (2020). A specific inhibitor of polo-like kinase 1, GSK461364A, suppresses proliferation of Raji Burkitt's lymphoma cells through mediating cell cycle arrest, DNA damage, and apoptosis. *Chemico-biological interactions*, 332, 109288. <https://doi.org/10.1016/j.cbi.2020.109288>
- Ergul, M., & Bakar-Ates, F. (2021). Investigation of molecular mechanisms underlying the antiproliferative effects of colchicine against PC3 prostate cancer cells. *Toxicology in vitro : an international journal published in association with BIBRA*, 73, 105138. <https://doi.org/10.1016/j.tiv.2021.105138>
- Gömeç, M., Yulak, F., & Ergül, M. (2022). Investigation of the potential antitumor activity of PLK1 inhibitor SBE13 in colon cancer cell line HT29. *Cumhuriyet Medical Journal*, 44(2), 218–222. <https://doi.org/10.7197/cmj.1107200>
- Ishikawa, H., Tsuji, H., Murayama, S., Sugimoto, M., Shinohara, N., Maruyama, S., Murakami, M., Shirato, H., & Sakurai, H. (2019). Particle therapy for prostate cancer: The past, present and future. *International journal of urology : official journal of the Japanese Urological Association*, 26(10), 971–979. <https://doi.org/10.1111/iju.14041>
- Semenas, J., Allegrucci, C., Boorjian, S. A., Mongan, N. P., & Persson, J. L. (2012). Overcoming drug resistance and treating advanced prostate cancer. *Current drug targets*, 13(10), 1308–1323. <https://doi.org/10.2174/138945012802429615>
- Siegel, R. L., Kratzer, T. B., Wagle, N. S., Sung, H., & Jemal, A. (2026). Cancer statistics, 2026. *CA: a cancer journal for clinicians*, 76(1), e70043. <https://doi.org/10.3322/caac.70043>
- Wang, G., Zhao, D., Spring, D. J., & DePinho, R. A. (2018). Genetics and biology of prostate cancer. *Genes & development*, 32(17-18), 1105–1140. <https://doi.org/10.1101/gad.315739.118>

TELE- YOĞUN BAKIM ÜNİTESİ MODELLERİ**Doç. Dr, Emel TUĞRUL****Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Hemşirelik Fakültesi, Hemşirelikte Yönetim Anabilim Dalı,**
etugrul@adu.edu.tr, 0000-0001-9046-0681**Özet**

Kritik bakım hizmetlerine duyulan gereksinimin dünya genelinde artması, yoğun bakım uzmanları ve deneyimli yoğun bakım hemşirelerinin sayısındaki yetersizlikle birleştiğinde, yoğun bakım hizmetlerinin yeniden yapılandırılmasını zorunlu hale getirmiştir. Bu süreçte Tele-Yoğun Bakım Ünitesi modelleri, yoğun bakım hizmetlerinin daha etkili, erişilebilir ve sürdürülebilir biçimde sunulmasına yönelik önemli bir strateji olarak öne çıkmıştır. Tele-Yoğun Bakım Ünitesi, kritik durumdaki hastaların gerçek zamanlı görsel ve işitsel iletişim teknolojileri ile elektronik veri sistemleri aracılığıyla uzaktan izlenmesi, değerlendirilmesi ve yönetilmesi esasına dayanmaktadır. Bu derlemede; uygulamada kullanılan Tele-Yoğun Bakım Ünitesi modellerini incelemek amaçlanmıştır. Tele-Yoğun Bakım Ünitesi uygulamaları, özellikle yoğun bakım hizmetlerine erişimde yaşanan yapısal eşitsizliklerin azaltılması açısından önemli bir yenilik olarak değerlendirilmektedir. Uzman personel, yoğun bakım yatağı ve ileri düzey bakım kaynaklarının yeterli olduğu yüksek gelirli ülkeler ile bu kaynakların sınırlı olduğu düşük ve orta gelirli ülkeler arasında belirgin farklar bulunmaktadır. Bu nedenle uzaktan kritik bakım desteği, sağlık hizmetlerinde eşitliği artırabilecek bir yaklaşım olarak önem kazanmaktadır. Pandemi döneminde sağlık kurumları, bakım hizmetlerinin sürekliliğini sağlamak, sağlık çalışanlarını bulaş riskinden korumak ve yoğun iş yükü altındaki klinik ekipleri desteklemek amacıyla Tele-Yoğun Bakım Ünitesi uygulamalarını daha hızlı biçimde kullanmaya başlamıştır.

Tele-Yoğun Bakım Ünitesi uygulamalarının oldukça farklı biçimlerde yapılandırıldığı görülmektedir. Bu sistemler, yoğun bakım uzmanlığını fiziksel yoğun bakım sınırlarının ötesine taşımayı amaçlayan çeşitli hizmet modellerinden oluşmaktadır. Merkez ve çevre hastane ağına dayalı modellerde, merkezi bir birimden birden fazla hastanedeki yoğun bakım hastaları sürekli olarak izlenebilmektedir. Karma modellerde, uzaktan görev yapan yoğun bakım uzmanları ile hastane içinde çalışan yoğun bakım ekipleri birlikte çalışarak bakımın güvenliğini ve sürekliliğini desteklemektedir. Danışmanlık temelli modellerde ise özellikle kaynakların sınırlı olduğu merkezlerde, gereksinim duyulduğunda uzaktan uzman görüşü alınmaktadır.

Tele-Yoğun Bakım Ünitesi modelleri yalnızca akut yoğun bakım süreciyle sınırlı değildir. Tele-iyileşme modelleri, yoğun bakım sonrası dönemde hastaların psikolojik, fiziksel ve işlevsel sorunlarının izlenmesine katkı sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Tele-yoğun bakım, yoğun bakım ünitesi, uzaktan hasta izlemi.

TELE-INTENSİVE CARE UNIT MODELS

Assoc. Prof. Dr. Emel TUĞRUL

Aydın Adnan Menderes University, Faculty of Nursing, Department of Nursing Management

etugrul@adu.edu.tr, 0000-0001-9046-0681

Abstract

The increasing global demand for critical care services, combined with the shortage of intensivists and experienced intensive care nurses, has made it necessary to restructure intensive care services. In this process, Tele-Intensive Care Unit models have emerged as an important strategy for providing intensive care services in a more effective, accessible, and sustainable manner. The Tele-Intensive Care Unit is based on the remote monitoring, assessment, and management of critically ill patients through real-time audiovisual communication technologies and electronic data systems. This review aims to examine the Tele-Intensive Care Unit models used in practice. Tele-Intensive Care Unit applications are considered an important innovation, particularly in reducing structural inequalities in access to intensive care services. There are significant differences between high-income countries, where specialist staff, intensive care beds, and advanced care resources are sufficient, and low- and middle-income countries, where these resources are limited. Therefore, remote critical care support has gained importance as an approach that can improve equity in healthcare services. During the pandemic, healthcare institutions began to use Tele-Intensive Care Unit applications more rapidly in order to maintain continuity of care, protect healthcare workers from the risk of infection, and support clinical teams working under heavy workloads.

Tele-Intensive Care Unit applications are structured in various ways. These systems consist of different service models designed to extend intensive care expertise beyond the physical boundaries of the intensive care unit. In hub-and-spoke hospital network models, patients in multiple intensive care units can be continuously monitored from a central unit. In hybrid models, remote intensivists and on-site intensive care teams work together to support the safety and continuity of care. In consultation-based models, remote expert opinion is obtained when needed, especially in centers with limited resources.

Tele-Intensive Care Unit models are not limited to the acute intensive care process. Tele-recovery models contribute to the monitoring of psychological, physical, and functional problems of patients in the post-intensive care period.

Keywords: Tele-intensive care, intensive care unit, remote patient monitoring.

GİRİŞ

Tele yoğun bakım, kritik hastaların bakım sürecinde yoğun bakım uzmanlığına dayalı izlem, değerlendirme ve karar desteğinin; bilgi iletişim teknolojileri, ses-görüntü bağlantıları, elektronik sağlık kayıtları ve hasta monitörizasyon verileri aracılığıyla uzaktan sağlandığı bir bakım modelidir. Bu sistem, yatak başı yoğun bakım ekibinin yerine geçmekten çok, hastanın bulunduğu yoğun bakım ünitesine uzman desteği sunmayı amaçlar. Tele-kritik bakımın, yoğun bakım uzmanlığını farklı yoğun bakım birimlerine ulaştırmak için kullanılan yerleşik bir mekanizma olduğu belirtilmektedir (1,4,5).

Tele Yoğun Bakım Modelleri

Tele yoğun bakım modelleri; yoğun bakım uzmanı, yoğun bakım hemşiresi ve diğer sağlık profesyonellerinin farklı fiziksel alanlarda bulunan hastalara uzaktan ulaşmasını sağlar. Bu modellerde hasta verileri gerçek zamanlı ya da gereksinime göre değerlendirilir; klinik karar verme, erken uyarı, konsültasyon ve bakım koordinasyonu desteklenir. Literatürde özellikle merkezi izlem modeli ve sanal konsültasyon modeli tele-ICU uygulamalarının temel modelleri olarak karşılaştırılmaktadır (2,8). Tele yoğun bakım uygulamaları sağlık kurumunun teknolojik altyapısına, uzman insan gücüne, hasta yoğunluğuna ve bakım gereksinimlerine göre farklı modellerle yapılandırılabilir.

Başlıca modeller şunlardır (3,7):

- ✓ Merkezi İzlem Modeli
- ✓ Sanal Konsültasyon Modeli
- ✓ Merkezi Olmayan / Dağıtık Model
- ✓ Hibrit Tele Yoğun Bakım Modeli

Merkezi modelde bir “komuta merkezi” veya uzaktan izlem merkezi birden fazla yoğun bakım birimini desteklerken; sanal konsültasyon modelinde uzman desteği daha çok gereksinim duyulduğunda sağlanan uzaktan danışmanlık şeklindedir. Merkezi ve sanal konsültasyon modellerinin maliyet, klinik sonuçlar, iş akışı ve personel kabulü açısından farklı özellikler gösterdiği bildirilmektedir (3).

1. Merkezi İzlem Modeli (Centralized Monitoring / Hub-and-Spoke Model)

Merkezi izlem modeli, tele yoğun bakım uygulamalarının en bilinen modelidir. Bu modelde bir uzaktan izlem merkezi ya da komuta merkezi bulunur. Bu merkezde yoğun bakım uzmanı, yoğun bakım hemşiresi, teknik personel ve destek personeli görev yapar. Merkez, bir veya birden fazla hastanenin yoğun bakım ünitesine bağlıdır. Bu yapı genellikle hub-and-spoke modeli olarak adlandırılır. Burada “hub” merkezi izlem birimini, “spoke” ise merkeze bağlı yoğun bakım ünitelerini ifade eder. Merkezi tele-ICU sistemlerinde hastaların vital bulguları, laboratuvar sonuçları, elektronik sağlık kayıtları, ventilatör verileri ve monitörizasyon bilgileri uzaktan izlenebilir. Uzaktaki ekip, hastanın durumunda bozulma fark ettiğinde yatak başı ekiple iletişime geçerek öneride bulunur (5).

İşleyişi:

Merkezi ekip 7/24 veya belirli saatlerde hasta verilerini izler. Hastanın kan basıncı, oksijen saturasyonu, kalp hızı, solunum sayısı, ventilatör parametreleri ve laboratuvar değerleri takip edilir. Gerektiğinde kamera ve ses sistemiyle hasta odasına bağlanılır. Uzaktan ekip, yatak başındaki hemşire ve hekimle görüşerek bakım ve tedavi sürecine destek verir (5,9).

Avantajları:

Bu model, yoğun bakım uzmanı eksikliği olan kurumlarda hasta güvenliğini artırabilir. Kritik değerlerde erken uyarı sağlar, protokollere uyumu destekler ve özellikle gece vardiyalarında yatak başı ekibin karar verme sürecini güçlendirir (9).

Sınırlılıkları:

Kurulum maliyeti yüksektir. Güçlü teknolojik altyapı, güvenli veri bağlantısı, kamera sistemi, elektronik kayıt entegrasyonu ve eğitilmiş insan gücü gerektirir. Ayrıca yatak başı ekip ile uzaktan ekip arasında iletişim net olmazsa rol karmaşası yaşanabilir (5).

2. Sanal Konsültasyon Modeli(Virtual Consultant / Consultative Model)

Sanal konsültasyon modeli, yoğun bakım uzmanının veya deneyimli kritik bakım ekibinin hastaya sürekli izlem yapmasından çok, gereksinim olduğunda uzaktan danışmanlık vermesi esasına dayanır. Bu modelde uzaktaki uzman ekip hastayı her an aktif olarak izlemek zorunda değildir; yatak başı ekip ihtiyaç duyduğunda telekonsültasyon talep eder. Bu model özellikle yoğun bakım uzmanının bulunmadığı küçük hastanelerde, kırsal bölgelerde veya ikinci görüş gerektiren kritik durumlarda kullanılır. Literatürde merkezi izlem modeli ile sanal konsültasyon modeli tele-ICU bakımının iki temel yaklaşımı olarak karşılaştırılmaktadır (7).

İşleyişi:

Yatak başındaki hekim veya hemşire, hastanın klinik durumu hakkında uzaktaki yoğun bakım uzmanına bilgi verir. Uzman ekip hasta kayıtlarını, laboratuvar sonuçlarını, görüntüleme bulgularını ve vital parametreleri değerlendirir. Gerekirse görüntülü görüşme ile hasta başı değerlendirme yapılır. Uzman, tedavi planı, ventilasyon ayarları, sıvı tedavisi, ilaç düzenlemesi veya sevk kararı konusunda öneri sunar (1,7).

Avantajları:

Bu modelin en önemli avantajı, uzman desteğine erişimi artırmasıdır. Merkezi modele göre daha düşük maliyetli olabilir. Küçük hastaneler için uygulanabilirliği daha kolaydır. Kaynakları sınırlı bölgelerde kritik hastaların uzman görüşüne ulaşmasını sağlar (7,9).

Sınırlılıkları:

Sürekli izlem sağlamadığı için hastadaki ani bozulmaların fark edilmesi yatak başı ekibin dikkatine bağlıdır. Müdahale daha çok talep üzerine gerçekleşir. Bu nedenle erken uyarı ve proaktif izlem açısından merkezi model kadar güçlü değildir (1,7).

3. Merkezi Olmayan / Dağıtık Model Decentralized Tele-ICU Model

Merkezi olmayan tele yoğun bakım modeli, belirli bir fiziksel komuta merkezinin olmadığı modeldir. Bu yapıda yoğun bakım uzmanları veya hemşireler farklı yerlerden sisteme bağlanabilir. Örneğin uzman hekim hastane dışından, ofisinden, evinden veya mobil cihazından hastanın bilgilerine erişebilir. Bu modelde tek bir merkezi izlem odası bulunmaz. Daha esnek ve dağıtık bir yapı vardır. Tele-ICU literatüründe merkezi olmayan model, belirli bir merkez yerine farklı noktalardan bağlantı kurulmasına dayalı bir süreç olarak tanımlanmaktadır (10).

İşleyişi:

Yatak başı ekip gerektiğinde uzaktaki uzmana ulaşır. Uzman, elektronik sağlık kayıtlarına, monitörizasyon verilerine ve görüntülü iletişim sistemlerine uzaktan erişebilir. Değerlendirme çoğunlukla vaka bazlı yapılır. Bazı sistemlerde birden fazla uzman farklı zamanlarda sisteme bağlanabilir (3,10).

Avantajları:

Kurulum açısından merkezi modele göre daha esnek olabilir. Sabit bir komuta merkezi gerektirmediği için kurumlara maliyet ve organizasyon kolaylığı sağlayabilir. Özellikle nöbet dışı saatlerde, ikinci görüş gerektiren durumlarda veya kurumlar arası uzman desteğinde kullanılabilir (10).

Sınırlılıkları:

Standartlaşma daha zordur. Her uzmanın bağlantı kalitesi, erişim zamanı ve çalışma biçimi farklı olabilir. Sürekli ve sistematik hasta izlemi sınırlı kalabilir. Ayrıca veri güvenliği, hasta mahremiyeti ve iletişim protokolleri iyi tanımlanmazsa uygulama sorunları yaşanabilir (4).

4. Hibrit Tele Yoğun Bakım Modeli Hybrid Tele-ICU Model

Hibrit model, merkezi izlem modeli ile sanal konsültasyon veya merkezi olmayan modelin birlikte kullanıldığı yaklaşımdır. Bu modelde bazı hastalar sürekli izlenirken, bazı hastalar yalnızca gereksinim olduğunda uzaktan konsültasyonla değerlendirilir. Hibrit model, kurumun hasta yoğunluğu, personel durumu, teknolojik altyapısı ve bakım gereksinimlerine göre esnek biçimde yapılandırılır. Güncel derlemelerde hibrit modellerin klinik sonuçlar ve iş gücü desteği açısından güçlü modeller arasında değerlendirildiği belirtilmektedir (6).

İşleyişi:

Yüksek riskli veya stabil olmayan hastalar merkezi izlem sistemiyle sürekli takip edilir. Daha stabil hastalar için ise gerektiğinde uzaktan uzman görüşü alınır. Örneğin gece saatlerinde merkezi tele-ICU desteği sağlanırken, gündüz saatlerinde yatak başı ekip doğrudan bakım verir. Bazı kurumlarda tele-ICU ekibi yalnızca alarm durumlarında devreye girer (6,9).

Avantajları:

Hibrit model esnektir. Her hastaya aynı düzeyde tele-izlem uygulanması gerekmez. Kaynaklar yüksek riskli hastalara yönlendirilebilir. Kurumlar bu modeli kendi kapasitesine göre düzenleyebilir. Hem sürekli izlem hem de gereksinime dayalı konsültasyon desteğini birleştirdiği için pratik bir modeldir (1).

5. Tele-İyileşme / Tele-Recovery Modeli Tele-Recovery Model

Tele-recovery modeli, yoğun bakım hastasının sadece yoğun bakım sürecinde değil, yoğun bakımdan çıktıktan sonraki iyileşme döneminde de uzaktan izlenmesini hedefleyen daha yeni bir yaklaşımdır. Bu model özellikle yoğun bakım sonrası bakım geçişleri, taburculuk planlaması, komplikasyonların erken fark edilmesi ve hasta-aile eğitimi açısından önemlidir (9).

İşleyişi:

Hasta yoğun bakımdan servise geçtiğinde ya da taburculuk sonrası dönemde uzaktan takip edilir. Vital bulgular, semptomlar, ilaç uyumu, solunum durumu, mobilizasyon, beslenme ve komplikasyon belirtileri değerlendirilebilir. Gerekirse hasta, ailesi veya bakım verenlerle görüntülü görüşme yapılır (9,10).

Avantajları:

Yoğun bakım sonrası bakım sürekliliğini destekler. Yeniden hastaneye yatış riskini azaltmaya katkı sağlayabilir. Hasta ve aile eğitimi için yararlıdır. Ayrıca yoğun bakım sonrası sendrom, fonksiyonel kayıplar ve psikososyal sorunların erken fark edilmesini kolaylaştırabilir (5).

Tablo 1. Tele-yoğun bakım modelleri

Model	Temel Özellik	En Uygun Kullanım Alanı	Güçlü Yönü	Sınırlılığı
Merkezi izlem modeli	Komuta merkeziyle sürekli izlem	Büyük hastane ağları, çoklu yoğun bakım üniteleri	Erken uyarı ve sürekli takip	Yüksek maliyet
Sanal konsültasyon modeli	Gereksinim halinde uzman görüşü	Küçük hastaneler, kırsal alanlar	Uzman erişimini artırır	Sürekli izlem yoktur
Merkezi olmayan model	Uzmanlar farklı yerlerden bağlanır	Esnek uzman desteği gereken kurumlar	Esnek ve daha az yapısal maliyetli	Standartlaşma zordur
Hibrit model	Sürekli izlem + konsültasyon birlikte	Değişken hasta yükü olan kurumlar	Esnek ve uygulanabilir	Rol paylaşımı iyi tanımlanmalıdır
Tele-recovery modeli	Yoğun bakım sonrası uzaktan takip	Taburculuk sonrası izlem, bakım geçişleri	Bakım sürekliliğini destekler	Akut yoğun bakım karar desteğinin yerine geçmez

Sonuç

Tele yoğun bakım modelleri, yoğun bakım hizmetlerinde uzman desteğini artıran, hasta güvenliğini güçlendiren ve bakım süreçlerini dijital teknolojilerle destekleyen yaklaşımlardır. Merkezi izlem modeli daha çok sürekli ve proaktif takip sağlarken, sanal konsültasyon ve merkezi olmayan modeller uzman görüşüne erişimi kolaylaştırır. Hibrit model bu yaklaşımları birleştirerek daha esnek bir yapı sunar. Tele-recovery modeli ise yoğun bakım sonrası bakım sürekliliğini destekleyen tamamlayıcı bir modeldir.

KAYNAKLAR

1. Chen, J., Sun, D., Yang, W., Liu, M., Zhang, S., Peng, J., & Ren, C. (2018). Clinical and economic outcomes of telemedicine programs in the intensive care unit: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Intensive Care Medicine*, 33(7), 383–393. doi: 10.1177/0885066617726942.
2. Lilly, C. M., Cody, S., Zhao, H., Landry, K., Baker, S. P., McIlwaine, J., Chandler, M. W., & Irwin, R. S. (2011). Hospital mortality, length of stay, and preventable complications among critically ill patients before and after tele-ICU reengineering of critical care processes. *JAMA*, 305(21), 2175–2183. doi: 10.1001/jama.2011.697.
3. Qtait, M., Farajalla, F., Alqaissi, N., & Jaradat, Y. (2026). Implementation and impact of tele-intensive care unit (Tele-ICU) models on critical care outcomes: A systematic review. *Nursing in Critical Care*, 31(2), e70401. doi: 10.1111/nicc.70401.
4. Ramnath, V. R., Ho, L., Maggio, L. A., & Khazeni, N. (2014). Centralized monitoring and virtual consultant models of tele-ICU care: A systematic review. *Telemedicine and e-Health*, 20(10), 936–961. doi: 10.1089/tmj.2013.0352.
5. Ramnath, V. R., & Khazeni, N. (2014). Centralized monitoring and virtual consultant models of tele-ICU care: A side-by-side review. *Telemedicine and e-Health*, 20(10). doi: 10.1089/tmj.2014.0024.
6. Reynolds, H. N., Rogove, H., Bander, J., McCambridge, M., Cowboy, E., & Niemeier, M. (2011). A working lexicon for the tele-intensive care unit: We need to define tele-intensive care unit to grow and understand it. *Telemedicine and e-Health*, 17(10), 773–783. doi: 10.1089/tmj.2011.0045.
7. Spies, C. D., & Ranzani, O. T. (2025). Telemedicine in critical care. *Intensive Care Medicine*, 51, 1153–1156. doi: 10.1007/s00134-025-07955-5.
8. Subramanian, S., Pamplin, J. C., Hravnak, M., Hielsberg, C., Riker, R., Rincon, F., Laudanski, K., Adzhigirey, L. A., Moughrabieh, M. A., Winterbottom, F. A., & Herasevich, V. (2020). Tele-critical care: An update from the Society of Critical Care Medicine Tele-ICU Committee. *Critical Care Medicine*, 48(4), 553–561. doi: 10.1097/CCM.0000000000004190.
9. Wilcox, M. E., & Adhikari, N. K. J. (2012). The effect of telemedicine in critically ill patients: Systematic review and meta-analysis. *Critical Care*, 16, R127. doi: 10.1186/cc11429.
10. Young, L. B., Chan, P. S., Lu, X., Nallamothu, B. K., Sasson, C., & Cram, P. M. (2011). Impact of telemedicine intensive care unit coverage on patient outcomes: A systematic review and meta-analysis. *Archives of Internal Medicine*, 171(6), 498–506. doi: 10.1001/archinternmed.2011.61.

YOĞUN BAKIMDA ZAMAN YÖNETİMİ**Doç. Dr, Emel TUĞRUL****Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Hemşirelik Fakültesi, Hemşirelikte Yönetim Anabilim Dalı,**
etugrul@adu.edu.tr, 0000-0001-9046-0681**Özet**

Zaman yönetimi; belirli bir zaman aralığında yapılması gereken işlerin öncelik sırasının planlanması, mevcut kaynakların amaçlara ulaşacak şekilde etkili ve verimli kullanılması sürecidir. Özellikle yöneticiler ve yoğun iş temposunda çalışan profesyoneller için zamanın etkin kullanımı, işlerin düzenli yürütülmesini, verimliliğin artmasını ve hedeflere daha sistemli biçimde ulaşılmasını sağlamaktadır. Bu nedenle zaman yönetimi, yalnızca zamanı planlama becerisi değil; aynı zamanda öncelikleri belirleme, kaynakları doğru kullanma ve iş süreçlerini etkili biçimde organize etme yaklaşımıdır.

Yoğun bakım üniteleri; kritik hasta izlemi, ileri teknoloji kullanımı, hızlı karar verme gerekliliği ve çok yönlü bakım uygulamaları nedeniyle zaman yönetiminin büyük önem taşıdığı klinik alanlardır. Yoğun bakım hemşireleri, bir yandan yaşamı tehdit eden durumlara anında müdahale ederken diğer yandan hasta izlemi, ilaç uygulamaları, invaziv girişimlere hazırlık, kayıt tutma, hasta ve aile iletişimi gibi birçok sorumluluğu eş zamanlı yürütmektedir. Bu nedenle zamanın etkin kullanılamaması, bakım süreçlerinde aksamalara, iş yükü algısının artmasına, hemşirelerde stres ve tükenmişlik riskinin yükselmesine, hasta güvenliği ve bakım kalitesinin olumsuz etkilenmesine neden olabilmektedir.

Bu derlemenin amacı, yoğun bakım ortamında zaman yönetiminin hemşirelik bakımı açısından önemini, zaman kullanımını etkileyen faktörleri ve etkin zaman yönetimine yönelik stratejileri ele almaktır. Yoğun bakımda zaman yönetimini etkileyen başlıca faktörler arasında hasta sayısı ve bakım gereksinimlerinin fazlalığı, personel yetersizliği, acil müdahale gerektiren klinik durumlar, ekip içi iletişim sorunları, plansız iş akışı, kayıt yükü ve teknolojik sistemlerin etkin kullanılamaması yer almaktadır.

Yoğun bakımda zamanın etkin yönetilememesi; bakımda gecikmelere, iş yükünün artmasına, stres ve tükenmişlik riskine, hasta güvenliğinde aksamalara yol açabilir. Bu nedenle hemşirelikte zaman kullanımı ve görev analiziyle ilgili çalışmaların artırılması, hemşirelik bakımının görünmeyen yönlerinin ortaya konulması açısından önem taşımaktadır.

Zaman yönetimi yalnızca bireysel bir beceri değil, aynı zamanda bakım kalitesini, ekip verimliliğini ve hasta sonuçlarını etkileyen önemli bir yönetim sürecidir. Bu nedenle zaman kaybına neden olan davranışlar belirlenmeli, iş akışları düzenlenmeli ve zamanı daha etkili kullanmaya yönelik alışkanlıklar geliştirilmelidir.

Anahtar Kelimeler: Yoğun bakım, zaman yönetimi, hemşirelik bakımı, hasta güvenliği, iş yükü.

TIME MANAGEMENT IN INTENSIVE CARE UNITS

Assoc. Prof. Dr. Emel TUĞRUL

Aydın Adnan Menderes University, Faculty of Nursing, Department of Nursing Management

etugrul@adu.edu.tr, 0000-0001-9046-0681

Abstract

Time management is the process of prioritizing and planning tasks that need to be completed within a specific period of time and using available resources effectively and efficiently to achieve defined goals. Especially for managers and professionals working in fast-paced environments, effective use of time enables work to be carried out systematically, increases productivity, and supports the achievement of goals in a more organized manner. Therefore, time management is not only the ability to plan time, but also an approach that involves setting priorities, using resources appropriately, and organizing work processes effectively.

Intensive care units are clinical areas where time management is of great importance due to critical patient monitoring, the use of advanced technology, the need for rapid decision-making, and multidimensional care practices. Intensive care nurses are required to respond immediately to life-threatening conditions while simultaneously carrying out many responsibilities such as patient monitoring, medication administration, preparation for invasive procedures, documentation, and communication with patients and families. Therefore, ineffective use of time may lead to interruptions in care processes, increased perceived workload, higher stress and burnout risk among nurses, and negative effects on patient safety and quality of care.

The aim of this review is to address the importance of time management in intensive care settings in terms of nursing care, the factors affecting time use, and strategies for effective time management. The main factors affecting time management in intensive care include the high number of patients and care needs, insufficient staffing, clinical conditions requiring emergency intervention, communication problems within the team, unplanned workflow, documentation burden, and ineffective use of technological systems.

Ineffective time management in intensive care may result in delays in care, increased workload, stress and burnout risk, and disruptions in patient safety. Therefore, increasing studies on time use and task analysis in nursing is important for revealing the less visible dimensions of nursing care.

Time management is not only an individual skill but also an important managerial process that affects care quality, team efficiency, and patient outcomes. Therefore, behaviors that cause time loss should be identified, workflows should be organized, and habits that promote more effective use of time should be developed.

Keywords: Intensive care, time management, nursing care, patient safety, workload.

GİRİŞ

Yoğun bakımda zaman yönetimi, kritik hastaların bakım gereksinimlerini öncelik sırasına koyarak, sınırlı zamanı en etkili biçimde kullanma sürecidir. Bu süreç; hasta güvenliğini sağlama, yaşamsal bulguları izleme, acil girişimleri zamanında uygulama, bakım uygulamalarını planlama, ekip içi iletişimi sürdürme ve kayıtları eksiksiz tutmayı kapsar. Yoğun bakım ünitelerinde hastalar genellikle yaşamı tehdit eden sorunlar nedeniyle izlenir. Bu nedenle zamanın etkili kullanılması doğrudan hasta güvenliği, erken müdahale, komplikasyonların önlenmesi ve bakım kalitesi ile ilişkilidir.

Yoğun bakım ortamında hemşire ve sağlık ekibi aynı anda birçok görevi yürütmek zorundadır. Monitörizasyon, ilaç uygulamaları, ventilatör takibi, sıvı dengesi, laboratuvar sonuçlarının değerlendirilmesi, hasta ve aile iletişimi, bakım uygulamaları ve kayıt işlemleri zaman yönetimini kritik hale getirir. Yoğun bakımda yüksek iş yükü, zaman baskısı ve personel yetersizliği bakım uygulamalarının gecikmesine veya bazı bakım gereksinimlerinin atlanmasına yol açabilir. Bu durum literatürde kaçırılmış hemşirelik bakımı olarak ele alınmakta ve hasta güvenliği açısından önemli bir sorun olarak değerlendirilmektedir

Yoğun Bakımda Zaman Yönetiminin Temel Amaçları

Yoğun bakımda zaman yönetiminin temel amacı, doğru hastaya, doğru zamanda, doğru bakımın verilmesini sağlamaktır. Yoğun bakımda zaman yönetiminin en temel ilkesi önceliklendirmedir. Her görev aynı derecede acil değildir. Bu nedenle bakım uygulamaları hastanın klinik durumuna göre sıralanmalıdır.

Önceliklendirmede genellikle şu sıra dikkate alınır:

Yaşamı tehdit eden durumlar

Solunum sıkıntısı, hipotansiyon, ritim bozukluğu, bilinç değişikliği, kanama, oksijen saturasyonunda düşme gibi acil durumlar ilk sıradadır.

Acil tedavi ve izlem gerektiren uygulamalar

Vazopressör infüzyonu, ventilatör ayarları, kan gazı takibi, sıvı-elektrolit dengesi, ağrı ve sedasyon değerlendirmesi bu gruptadır.

Rutin ama aksatılmaması gereken bakım uygulamaları

Ağız bakımı, pozisyon verme, basınç yarısı önleme, kateter bakımı, beslenme takibi ve mobilizasyon planı bu grupta yer alır.

Kayıt, raporlama ve eğitim süreçleri

Hemşirelik kayıtları, hasta devri, aile bilgilendirmesi ve eğitim uygulamaları planlı şekilde yapılmalıdır.

Hemşirelik Bakımında Zaman Yönetimi

Yoğun bakım hemşiresi, zaman yönetiminin merkezinde yer alır. Çünkü hasta başında sürekli izlem yapan, klinik değişiklikleri ilk fark eden ve bakım sürecini koordine eden temel sağlık profesyoneli.

1. Bakımı Gruplama

Bakımı gruplama, yoğun bakımda zaman yönetimini kolaylaştıran önemli bir yöntemdir. Bu yaklaşımda hemşire, hastanın bakım gereksinimlerini bir arada planlar. Örneğin hastanın pozisyonu değiştirilecekse aynı zamanda ağız bakımı, aspirasyon gereksinimi, cilt değerlendirmesi, damar yolu kontrolü ve yatak düzeni de yapılabilir. Böylece hem zaman daha verimli kullanılır hem de hastanın gereksiz yere sık uyarılması önlenir.

2. Zaman Yönetiminde Ekip İletişimi

Yoğun bakımda zaman yönetimi yalnızca bireysel beceri değildir; aynı zamanda ekip çalışması gerektirir. Hekim, hemşire, fizyoterapist, diyetisyen, teknisyen ve diğer sağlık profesyonelleri arasında etkili iletişim kurulmadığında zaman kaybı, görev tekrarları veya bakım gecikmeleri yaşanabilir.

Tablo 1. Zaman yönetiminde ekip iletişimi

Uygulama	Katkısı
Kısa ve sistematik hasta devri	Bilgi kaybını azaltır
Günlük bakım hedeflerinin belirlenmesi	Ekibin aynı amaç doğrultusunda çalışmasını sağlar
Kritik durumların erken bildirilmesi	Müdahale süresini kısaltır
Görev paylaşımı	İş yükünün dengelenmesini sağlar
Standart iletişim araçları	Yanlış anlamaları azaltır

3. ABCDEF Paketi ve Zaman Yönetimi

Yoğun bakımda zaman yönetimi yalnızca işleri hızlandırmak değildir; kanıta dayalı bakım uygulamalarını doğru sırayla ve doğru zamanda yürütmektir. Bu nedenle ABCDEF paketi zaman yönetimi açısından önemli bir rehber olarak kullanılabilir. Society of Critical Care Medicine tarafından desteklenen ICU Liberation / ABCDEF paketi; ağrı değerlendirmesi, spontan uyanma ve solunum denemeleri, sedasyon seçimi, delirium değerlendirmesi, erken mobilizasyon ve aile katılımını içeren çok bileşenli bir yoğun bakım yaklaşımıdır.

Tablo 2. Zaman yönetiminde ABCDEF Bileşeni

ABCDEF Bileşeni	Zaman Yönetimiyle İlişkisi
A: Ağrıyı değerlendir ve yönet	Ağrı kontrolünü geciktirmemeyi sağlar
B: Spontan uyanma ve solunum denemeleri	Ventilatörden ayırma sürecini planlamaya yardımcı olur
C: Analjezi ve sedasyon seçimi	Aşırı sedasyonu ve gereksiz gecikmeleri azaltır
D: Deliriumu değerlendir ve yönet	Bilişsel bozulmayı erken fark etmeyi sağlar
E: Erken mobilizasyon	Komplikasyonların önlenmesine katkı sağlar
F: Aile katılımı	Hasta bakımında iletişim ve destek sağlar

Zaman Yönetimini Zorlaştıran Faktörler

Yoğun bakımda zaman yönetimini zorlaştıran birçok faktör vardır. Bunlar bireysel, kurumsal ve hasta ile ilişkili olabilir. Yoğun bakımda zaman yönetimini zorlaştıran birçok faktör vardır.

Zaman Yönetimini Güçlendirme Stratejileri

Yoğun bakımda etkili zaman yönetimi için bireysel beceriler kadar kurumsal düzenlemeler de önemlidir.

Tablo 3. Zaman yönetimini güçlendirme stratejileri

Strateji	Açıklama
Vardiya başında öncelik listesi hazırlama	En kritik hastalar ve işler belirlenir
Bakım planını saatlere bölme	İşler daha kontrollü yürütülür
Bakımı gruplama	Aynı zamanda birden fazla bakım gereksinimi karşılanır
Standart formlar ve kontrol listeleri kullanma	Unutma ve atlama riski azalır
Etkili hasta devri yapma	Zaman kaybı ve bilgi eksikliği önlenir
Gerektiğinde yardım isteme	Hasta güvenliği korunur
Kayıtları geciktirmeme	Bakımın sürekliliği sağlanır
<i>Teknolojiden yararlanma</i>	Alarm sistemleri, elektronik kayıtlar ve klinik karar destek sistemleri kullanılabilir

Sonuç

Yoğun bakımda zaman yönetimi, kritik hastaların güvenli ve kaliteli bakım alabilmesi için vazgeçilmezdir. Etkili zaman yönetimi; önceliklendirme, planlama, bakımı gruplama, ekip iletişimi, standart bakım protokolleri ve düzenli kayıt süreçleriyle sağlanır. Yoğun bakım hemşiresi, zamanı etkili kullanarak hastadaki değişiklikleri erken fark eder, acil girişimleri zamanında uygular, bakımın sürekliliğini sağlar ve hasta güvenliğine doğrudan katkıda bulunur.

Kaynaklar

1. Society of Critical Care Medicine. (2026). *ICU Liberation Bundle (A-F)*.
2. Society of Critical Care Medicine. (2026). *About ICU Liberation*.
3. Agency for Healthcare Research and Quality. (2024). *ABCDEF Bundle + Data Literacy Training, Performance Measurement Tracking, and Performance Feedback*.
4. Xu, H., et al. (2026). *Systemic pressures and nurse decision-making in ICU missed nursing care: A meta-synthesis*.
5. Oner, B., Cokelek, F., Caliskan, N., et al. (2025). *Risks posed by nurses' working hours in the intensive care unit: A systematic review*.

HEMŞİRELİK BAKIMINDA İNOVATİF DÖNÜŞÜM: TELE HEMŞİRELİK**Hemşirelik Esasları Tezli Yüksek Lisans Programı Öğrencisi, Melek EROL****Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Hemşirelik Ana Bilim Dalı,
melekerolm@gmail.com, 0009-0003-7656-7302****Özet**

Dijital dönüşümün hız kazanmasıyla birlikte tele hemşirelik sağlık alanında önemli bir noktaya ulaşmıştır. Tele kelimesi Yunanca dilinde uzak anlamına gelmektedir (Caniklioğlu ve Kutlu, 2024). Tele sağlık, uzaktan iletişim teknolojileri kullanılarak profesyonel sağlık bakım hizmetinin sunulmasıdır (Kaplan ve ark., 2025). Tele sağlık destekli bakım uygulamalarının amacı; kişilerin sağlık parametrelerindeki farklılıkları gözlemlemek, sağlık hizmetlerinin sunulduğu kurumlardan uzakta yaşayanların ihtiyaçlarını karşılamak, koruyucu sağlık hizmeti sunarak olası hastalıkların önüne geçmek, öz bakım gereksinimlerini karşılamak olarak belirtilmektedir (Karabulut, 2021). Tele hemşirelik ise Amerikan Hemşireler Birliği (ANA) tarafından “İletişim teknolojileri kullanılarak hastaların sağlık durumu hakkında bilgi edinme, bakımını sağlama, hasta eğitimi gibi uygulamaları içeren hemşirelik faaliyeti” olarak açıklamıştır (ANA, 2001). Uzaktan iletişim sistemlerinin kullanılması ile birlikte tele hemşirelik; tele- triyaj, tele-ev bakımı, tele bakım hizmetleri hemşirelik uygulamaları kapsamında yer almaktadır (Keskin ve Özhelvaci, 2022; Sevinç ve Aktürk, 2024).

Tele hemşireliğin tarihteki ilk örneği olan hemşire Mary Quinn’ in 1974 yılında çalıştığı hastane haricinde havaalanındaki hastalara uzaktan sağlık hizmeti sunmasıdır (Sevinç ve Aktürk, 2024; Martich, 2017). 1992 yılında Amerikan Hemşireler Birliği tarafından kabul edilen “Hemşirelik Bilişim Uzmanlığı” ile birlikte tele hemşirelik uygulamaları dünya çapında yayılım göstermiştir. Amerikan Hemşireler Birliği Tele Sağlığın Temel İlkeleri’ni 1998 yılında ve tele-sağlık sistemlerinin hemşirelikte uygulama yetkinliklerini 1999’da yayınlayarak hizmete sunmuştur (Ersoy ve ark, 2015; Sevinç ve Aktürk, 2024).

Tele hemşirelikle ilgi önemli bazı çalışmalar bulunmaktadır. Onkoloji hemşireliğinde tele hemşireliğin kullanımı ile birlikte prostat kanserli bireylerin semptom yönetiminde destek sağlanarak hayat kalitesinin yükseltildiği sonucuna varılmıştır (Sato, 2020). Kronik hastalıkların takibinde tele hemşireliğin kullanımı ile birlikte yaşlı bireylerde glukoz düzeylerinin stabilize olduğu, öz bakım davranışlarının olumlu yönde ilerlediği saptanmıştır (Ravari ve ark., 2021). Ruh sağlığı ve hastalıkları hemşireliği alanında tele hemşireliğin kullanımı ile birlikte aşırı alkol kullanan ve kaygı bozukluğu yaşayan kişilerde kaygı düzeyinin ve alkol kullanım miktarının azalmasında büyük rol oynadığı tespit edilmiştir (Vargas ve ark., 2023). Yapılan sistematik derleme sonucunda tele hemşireliğin bireylerin sağlık düzeylerinin yükseltilmesinde önemli rol aldığı gözlenmiştir. Tele hemşirelik uygulamalarının yaygınlaştırılması tavsiye edilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Tele Sağlık, Tele Hemşirelik, İnovasyon

INNOVATIVE TRANSFORMATION IN NURSING CARE: TELE NURSING**Student in the Fundamentals of Nursing Master's Program With Thesis, Melek EROL****Muğla Sıtkı Koçman University, Institute of Health Sciences, Department of Nursing
melekerolm@gmail.com, 0009-0003-7656-7302****Abstract**

With the accelerating pace of digital transformation, telenursing has emerged as a significant development in the field of healthcare. The prefix "tele" is derived from the Greek language, carrying the meaning of distance (Caniklioğlu & Kutlu, 2024). Telehealth can be defined as the delivery of professional healthcare services through the utilization of remote communication technologies (Kaplan et al., 2025). The primary objectives of telehealth-supported care practices include monitoring variations in individuals' health parameters, addressing the needs of those residing far from healthcare facilities, preventing potential illnesses through preventive health services, and meeting self-care requirements (Karabulut, 2021). Telenursing, as defined by the American Nurses Association (ANA), encompasses nursing activities conducted via communication technologies, including obtaining information about patients' health status, delivering care, and providing patient education (ANA, 2001). With the integration of remote communication systems, telenursing has come to encompass a range of practices such as tele-triage, tele-home care, and tele-care services within the scope of nursing practice (Keskin & Özhelvacı, 2022; Sevinç & Aktürk, 2024).

The earliest documented example of telenursing in history dates back to 1974, when nurse Mary Quinn provided remote healthcare services to patients at an airport outside of her primary hospital setting (Sevinç & Aktürk, 2024; Martich, 2017). Following the formal recognition of "Nursing Informatics Specialization" by the ANA in 1992, telenursing practices began to expand on a global scale. The ANA further advanced the field by publishing the Core Principles of Telehealth in 1998 and the competencies for the implementation of telehealth systems in nursing practice in 1999 (Ersoy et al., 2015; Sevinç & Aktürk, 2024).

Several noteworthy studies have been conducted in the area of telenursing. In the field of oncology nursing, the application of telenursing has been shown to contribute to improved quality of life in individuals with prostate cancer through enhanced symptom management support (Sato, 2020). In the context of chronic disease monitoring, telenursing has been associated with stabilization of glucose levels and positive progression in self-care behaviors among elderly individuals (Ravari et al., 2021). Within the domain of mental health nursing, telenursing has been found to play a substantial role in reducing both anxiety levels and alcohol consumption among individuals experiencing anxiety disorders and excessive alcohol use (Vargas et al., 2023). The findings of a systematic review further indicate that telenursing holds a significant role in improving individuals' overall health status. On the basis of these findings, wider implementation of telenursing practices is strongly recommended.

Keywords: Tele Health, Tele Nursing, Innovation

Kaynaklar

ANA (2001). Developing Tele-healthy protocols: a Blueprint for Success. American Nurses Association, Washington, DC.

Canıklıoğlu, N., & Kutlu, M. (2024). Tele Çalışmada İşyeri Kavramı. İstanbul Aydın Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 10(2), 119-157.

Ersoy, S., Yıldırım, Y., Aykar, F. ve Fadıllıoğlu Ç. (2015). Hemşirelikte inovatif alan: Evde bakımda tele hemşirelik ve tele sağlık. Acıbadem Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 6(4),194-201.

https://doi.org/10.4103/apjon.apjon_28_20

Kaplan, N., Uyanık, A., & Sadıç, E. (2025). Globalleşen Dünyada Evde Bakım Hizmetlerinin Tele Sağlık ile Yönetimi. KTO Karatay Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 6(1), 150-160.

Karabulut, E. (2021). Çocuk Ve Ergen Ruh Sağlığı Ve Hastalıkları Polikliniğine Başvuran Hastaların Ebeveynleri İle Yapılan Tele Hemşirelik Uygulamasının Tedaviye Uyuma Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Kütahya, Türkiye.

Keskin, H.G. ve Özhelvacı, İ. (2022). Tele sağlık sistemi ve hemşirelik. Paramedik ve Acil Sağlık Hizmetleri Dergisi, 3(1), 36-45. <https://doi.org/10.54862/pashid.990052>

Martich, D. (2017). Telehealth Nursing: Tools and Strategies for Optimal Patient Care. Springer Publishing Company, New York, ss.4-7.

Ravari, A., Sheikholesahi, A., Mirzaei, T., Raeisi, M., Hassanshahi, E. and Kamiab, Z. (2021). Effect of tele-nursing on blood glucose control among the elderly with diabetes: a randomized controlled trial. Evidence Based Care, 11(2), 54-63. <https://doi.org/10.22038/ebcj.2021.58874.2531>

Sato, D. (2020). Effectiveness of telenursing for postoperative complications in patients with prostate cancer. Asia-Pacific Journal of Oncology Nursing, 7(4), 396–403.

Sevinç, E., & Aktürk, N. B. K. (2024). Kanıta Dayalı Tele-Hemşirelik Uygulamaları ve Kullanım Alanları. Arel Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 8(1), 42-51.

Vargas, D., Ramírez, E.G.L., Pereira, C.F. and Oliveira, S.R. (2023). Telenursing in mental health: effect on anxiety symptoms and alcohol consumption during the COVID-19 pandemic. Revista Latino Americana De Enfermagem, 31, e3932. <https://doi.org/10.1590/1518-8345.6172.3932>

HİPERTANSİYON HASTALARINDA İLAÇ UYUMUNUN ARTIRILMASINDA TELE HEMŞİRELİK MÜDAHALELERİNİN ROLÜ

1 Doç. Dr., Gülcan BAHÇECİOĞLU TURAN

Fırat Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hastalıkları Hemşireliği

ORCID ID: 0000-0002-0061-9490

e-mail: gulcanbahcecioglu@firat.edu.tr, 0506 557 60 86

2 Doç. Dr., Bahar ÇİFTÇİ

Atatürk Üniversitesi, Hemşirelik Fakültesi, Hemşirelik Esasları Anabilim Dalı

ORCID ID: 0000-0001-6221-3042

e-mail: bahar.ciftci@atauni.edu.tr, 0506 851 78 47

3 Dr. Öğr. Üyesi, Serpil ÖZCAN

Atatürk Üniversitesi, Hemşirelik Fakültesi, Hemşirelik Esasları Anabilim Dalı

ORCID ID: 0000-0001-9789-2700

e-mail: serpilozcan85@hotmail.com, 0554 495 8388

4 Prof. Dr., Gülçin AVŞAR

Atatürk Üniversitesi, Hemşirelik Fakültesi, Hemşirelik Esasları Anabilim Dalı

ORCID ID: 0000-0002-7155-4276

e-mail: gulcin-avsar@hotmail.com, 0505 707 21 02

5 Doç. Dr., Arzu SARIALIOĞLU

Atatürk Üniversitesi, Hemşirelik Fakültesi, Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Hemşireliği Anabilim Dalı

ORCID ID: 0 0000-0003-3047-8008

e-mail: arzu.celebi@atauni.edu.tr, 0535 654 68 48

6 Doç. Dr., Yasemin ERDEN

Erzurum Teknik Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü

ORCID ID: 0000-0001-6394-9553

e-mail: yasemin.erden@erzurum.edu.tr, 0530 346 15 16

7 Dr. Öğr. Üyesi, Güzel Nur YILDIZ

Muş Alparslan Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler

Bölümü

ORCID ID: 0000-0003-1626-4089

e-mail: g.n.yildiz@alparslan.edu.tr, 0554 168 04 15

Özet

Hipertansiyon, dünya genelinde morbidite ve mortalitenin başlıca nedenlerinden biri olup, etkili yönetimi büyük ölçüde hastaların tedaviye uyumuna bağlıdır. Ancak, hipertansiyon hastalarında ilaç uyumsuzluğu yaygın bir sorun olarak karşımıza çıkmakta ve bu durum kan basıncı kontrolünün sağlanamamasına, komplikasyon riskinin artmasına ve sağlık sistemine ek yük getirmesine neden olmaktadır. Bu bağlamda, hasta takibini kolaylaştıran, bireyselleştirilmiş bakım sunumunu destekleyen ve sürekliliği sağlayan tele sağlık uygulamaları giderek önem kazanmaktadır.

Tele hemşirelik, bilgi ve iletişim teknolojileri aracılığıyla hemşirelik bakımının uzaktan sunulmasını ifade etmekte olup, özellikle kronik hastalıkların yönetiminde etkili bir yaklaşım olarak öne çıkmaktadır. Hipertansiyon hastalarında tele hemşirelik müdahaleleri; düzenli telefon görüşmeleri, kısa mesaj hatırlatmaları, mobil uygulamalar aracılığıyla eğitim ve danışmanlık hizmetleri ile hastaların tedavi süreçlerine aktif katılımını artırmayı hedeflemektedir. Bu müdahaleler sayesinde hastaların ilaçlarını düzenli kullanma, yaşam tarzı değişikliklerine uyum sağlama ve kan basıncı takibini sürdürme davranışlarında iyileşme gözlenmektedir.

Literatür incelendiğinde, tele hemşirelik uygulamalarının ilaç uyumunu artırdığı, kan basıncı kontrolünü iyileştirdiği ve hasta memnuniyetini yükselttiği bildirilmektedir. Ayrıca bu yaklaşım, sağlık hizmetlerine erişimde yaşanan coğrafi ve ekonomik engellerin azaltılmasına katkı sağlayarak özellikle kırsal bölgelerde yaşayan bireyler için önemli bir avantaj sunmaktadır.

Sonuç olarak, tele hemşirelik müdahaleleri hipertansiyon yönetiminde etkili, sürdürülebilir ve hasta merkezli bir bakım modeli olarak değerlendirilebilir. Bu yaklaşımın klinik uygulamalara entegrasyonu, hem hastaların tedaviye uyumunu artıracak hem de uzun vadede kardiyovasküler komplikasyonların önlenmesine katkı sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Hipertansiyon, İlaç Uyumu, Tele Hemşirelik, Kronik Hastalık Yönetimi, Hasta Eğitimi

THE ROLE OF TELENURSING INTERVENTIONS IN IMPROVING MEDICATION ADHERENCE IN PATIENTS WITH HYPERTENSION

Abstract

Hypertension is one of the leading causes of morbidity and mortality worldwide, and its effective management largely depends on patients' adherence to treatment. However, medication non-adherence remains a common problem among patients with hypertension, leading to poor blood pressure control, increased risk of complications, and an additional burden on healthcare systems. In this context, telehealth applications, which facilitate patient monitoring, support individualized care, and ensure continuity, have gained increasing importance.

Telenursing refers to the delivery of nursing care remotely through information and communication technologies and has emerged as an effective approach in the management of chronic diseases. In patients with hypertension, telenursing interventions aim to enhance active participation in the treatment process through regular telephone follow-ups, reminder messages, and education and counseling services delivered via mobile applications. These interventions contribute to improvements in patients' medication adherence, lifestyle modification, and regular blood pressure monitoring behaviors.

The literature indicates that telenursing applications improve medication adherence, enhance blood pressure control, and increase patient satisfaction. Furthermore, this approach helps reduce geographical and economic barriers to healthcare access, offering significant advantages, particularly for individuals living in rural areas.

In conclusion, telenursing interventions can be considered an effective, sustainable, and patient-centered care model in hypertension management. The integration of this approach into clinical practice may improve treatment adherence and contribute to the prevention of long-term cardiovascular complications.

Keywords: Hypertension, Medication Adherence, Telenursing, Chronic Disease Management, Patient Education

1. GİRİŞ

Hipertansiyon, dünya genelinde mortalite ve morbiditenin en önemli nedenlerinden biri olan kardiyovasküler hastalıkların temel risk faktörlerinden biridir. Kontrol altına alınamayan hipertansiyon; inme, miyokard enfarktüsü, kalp yetmezliği ve böbrek hastalıkları gibi ciddi komplikasyonlara yol açmaktadır (Alessa et al., 2018). Dünya Sağlık Örgütü verilerine göre hipertansiyon, küresel halk sağlığı açısından önemli bir sorun olmaya devam etmektedir. Hipertansiyon yönetiminde farmakolojik tedavi kadar bireyin tedaviye ve ilaç kullanımına uyumu da kritik öneme sahiptir. Ancak hipertansiyonun çoğu zaman asemptomatik seyretmesi, uzun süreli ilaç kullanım gereksinimi, yan etkiler ve bireysel faktörler ilaç uyumunu olumsuz etkileyebilmektedir.

İlaç uyumsuzluğu; kan basıncı kontrolünün bozulmasına, hastaneye yatış oranlarının artmasına, sağlık harcamalarının yükselmesine ve yaşam kalitesinin azalmasına neden olmaktadır (Aminde et al., 2025; Lee et al., 2022; Mahmood et al., 2021). Bu nedenle hipertansiyon hastalarında sürdürülebilir ve etkili bakım modellerine gereksinim duyulmaktadır. Son yıllarda dijital sağlık uygulamalarının gelişmesiyle birlikte tele sağlık ve tele hemşirelik uygulamaları kronik hastalık yönetiminde yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır (Kappes et al., 2023; Mahvar et al., 2026; Mohammadzadeh et al., 2026). Tele hemşirelik; telefon görüşmeleri, kısa mesaj sistemleri, mobil uygulamalar, görüntülü görüşmeler ve uzaktan izlem sistemleri aracılığıyla hemşirelik bakımının teknoloji destekli sunulmasını ifade etmektedir.

Tele hemşirelik müdahaleleri; bireylerin düzenli takip edilmesine, ilaç kullanımının izlenmesine, sağlık eğitiminin sürdürülmesine ve öz yönetim becerilerinin geliştirilmesine katkı sağlamaktadır. Özellikle hipertansiyon gibi sürekli izlem gerektiren kronik hastalıklarda tele hemşirelik uygulamalarının ilaç uyumunu artırdığı, kan basıncı kontrolünü iyileştirdiği ve bireyin öz bakım davranışlarını desteklediği bildirilmektedir (Bingham et al., 2020; Hermawan et al., 2024; Kappes et al., 2023; Mahvar et al., 2026; Mohammadzadeh et al., 2026; Omboni et al., 2020; Yap et al., 2024). Telefon görüşmeleri, mobil sağlık uygulamaları, kısa mesaj sistemleri, telemonitörizasyon ve çevrim içi danışmanlık hizmetleri gibi uygulamalar sayesinde bireylerin tedavi süreçleri düzenli olarak izlenebilmekte ve bakım sürekliliği desteklenmektedir.

Bu derlemenin amacı, hipertansiyon hastalarında ilaç uyumunun artırılmasında tele hemşirelik müdahalelerinin rolünü güncel literatür doğrultusunda incelemek ve hemşirelik uygulamalarına yönelik öneriler sunmaktır.

2. KURAMSAL ÇERÇEVE

1.1.Hipertansiyonda İlaç Uyumsuzluğunun Boyutu ve Sonuçları

Antihipertansif ilaçlara uyumsuzluk dünya genelinde %27–48 arasında değişmekte olup, özellikle düşük ve orta gelirli ülkelerde daha yüksek oranlarda görülmektedir (Aminde et al., 2025; Lee et al., 2022; Mahmood et al., 2021). İlaç uyumsuzluğu; yetersiz kan basıncı kontrolü, kardiyovasküler komplikasyonlar, hastaneye yatış oranlarında artış ve mortalite yükselmesi ile ilişkilendirilmektedir (Aminde et al., 2025; Hamrahian et al., 2022; Lee et al., 2022). Bu nedenle hipertansiyon yönetiminde tedaviye uyumu artırmaya yönelik sistematik girişimlere gereksinim duyulmaktadır.

İlaç uyumu; bireyin önerilen tedaviyi doğru dozda, doğru zamanda ve önerilen süre boyunca sürdürmesi olarak tanımlanmaktadır (Aminde et al., 2025; Lee et al., 2022). Hipertansiyon hastalarında ilaç uyumunu etkileyen faktörler arasında ileri yaş, düşük sağlık okuryazarlığı, ekonomik yetersizlikler, çoklu ilaç kullanımı, yan etkiler ve sosyal destek eksikliği yer almaktadır.

1.2.İlaç Uyumu: Çok Boyutlu ve Kuramsal Yaklaşımlar

İlaç uyumu yalnızca bireyin ilaç alma davranışından ibaret olmayıp çok boyutlu bir süreç olarak değerlendirilmektedir. İlaç uyumunun; sağlık okuryazarlığı, hastalık algısı, ilaca yönelik inançlar ve öz-yeterlik gibi faktörlerden etkilendiği bildirilmektedir (Unni & Bae, 2022). Öz-yeterlik; bireyin kendi sağlık davranışlarını yönetebilme kapasitesine ilişkin inancı olarak tanımlanmakta ve tedaviye uyumun önemli belirleyicileri arasında

yer almaktadır (Achury-Saldaña et al., 2025; Náfrádi et al., 2017). Güçlü içsel sağlık kontrol odağına sahip bireylerin tedavi sürecine daha aktif katıldığı ve ilaç uyumunun daha yüksek olduğu belirtilmektedir (Achury-Saldaña et al., 2025; Náfrádi et al., 2017). Bu bağlamda tele hemşirelik uygulamaları; sağlık okuryazarlığını geliştirme, bireyin öz yönetim becerilerini destekleme, düzenli geri bildirim sağlama ve hasta güçlendirmesini artırma açısından önemli bir müdahale platformu oluşturmaktadır.

1.3.Tele Hemşirelik ve Dijital Sağlık Yeri

Tele hemşirelik; hemşirelik bakımının bilgi ve iletişim teknolojileri aracılığıyla uzaktan sunulmasını ifade etmektedir. Telefon görüşmeleri, video görüşmeleri, kısa mesaj sistemleri, mobil sağlık uygulamaları ve telemonitörizasyon sistemleri tele hemşirelik uygulamalarının temel bileşenleri arasında yer almaktadır (Bingham et al., 2020; Mahvar et al., 2026; Mohammadzadeh et al., 2026). Hemşire liderliğinde yürütülen tele-sağlık girişimlerinin hipertansiyon hastalarında sistolik kan basıncı başta olmak üzere anlamlı iyileşmeler sağladığı bildirilmektedir (Bingham et al., 2020; Kappes et al., 2023; Omboni et al., 2020; Yap et al., 2024). Ayrıca bu uygulamaların öz-etkililik, öz yönetim davranışları ve yaşam tarzı değişiklikleri üzerinde olumlu etkiler oluşturduğu belirtilmektedir (Bingham et al., 2020; Mahvar et al., 2026; Mohammadzadeh et al., 2026; Yap et al., 2024). Cicolini ve arkadaşlarının yürüttüğü randomize kontrollü çalışmada hemşire liderliğinde gerçekleştirilen e-posta hatırlatma programının hipertansiyon hastalarında tedaviye uyumu artırdığı bildirilmiştir (Cicolini et al., 2014). Benzer şekilde yapılan bir çalışmada, hipertansiyonlu yaşlı bireylerde uygulanan grup eğitimi ve telehemşirelik girişimlerinin ilaç ve diyet uyumunu artırdığı, ayrıca sistolik ve diyastolik kan basıncı kontrolünde anlamlı iyileşme sağladığı bildirilmiştir. Çalışmada, özellikle telehemşirelik uygulamalarının yaşlı bireylerde tedaviye uyumun sürdürülmesinde etkili, uygulanabilir ve sürdürülebilir bir yaklaşım olduğu vurgulanmıştır (Mohammadzadeh et al., 2026).

1.4.Hasta Güçlendirme ve Öz Yönetim Perspektifi

Kronik hastalık yönetiminde öz yönetim becerilerinin geliştirilmesi ve bireyin tedavi sürecine aktif katılım göstermesi büyük önem taşımaktadır (Achury-Saldaña et al., 2025; Náfrádi et al., 2017). Hasta güçlendirme yaklaşımı; bireyin sağlık kararlarında aktif rol almasını, öz bakım becerilerini geliştirmesini ve tedavi sürecini yönetebilmesini hedeflemektedir. Tele hemşirelik uygulamaları sayesinde bireylerle düzenli iletişim kurulabilmekte, kan basıncı ölçümleri izlenebilmekte ve kişiselleştirilmiş eğitim verilebilmektedir (Bingham et al., 2020; Kappes et al., 2023; Mahvar et al., 2026; Mohammadzadeh et al., 2026). Bu durum bireyin öz bakım davranışlarını güçlendirmekte ve uzun dönem ilaç uyumunun sürdürülmesine katkı sağlamaktadır.

2. YÖNTEM

Bu çalışma, hipertansiyon hastalarında ilaç uyumunun artırılmasında tele hemşirelik müdahalelerinin etkisini değerlendirmek amacıyla hazırlanmış bir derleme çalışmasıdır. Literatür taraması PubMed, Scopus, Web of Science, ScienceDirect ve Google Scholar veri tabanlarında gerçekleştirilmiştir. Taramalarda “hypertension”, “medication adherence”, “telenursing”, “telehealth”, “telemonitoring” ve “nursing intervention” anahtar kelimeleri kullanılmıştır.

Çalışmaya hipertansiyon hastalarında tele hemşirelik uygulamalarının ilaç uyumu ve kan basıncı kontrolü üzerindeki etkilerini inceleyen güncel araştırmalar, sistematik derlemeler ve meta-analizler dahil edilmiştir. Tam metnine ulaşamayan çalışmalar ve konu ile doğrudan ilişkili olmayan yayınlar değerlendirme dışı bırakılmıştır.

3. BULGULAR

3.1.Tele Hemşirelik Müdahalelerinin Etkileri

Hemşire liderliğinde yürütülen tele-sağlık girişimlerinin sistolik ve diyastolik kan basıncında anlamlı düşüş sağladığı bildirilmektedir (Kappes et al., 2023; Mahvar et al., 2026; Mohammadzadeh et al., 2026; Yap et al., 2024). Özellikle telemonitörizasyon uygulamaları, telefon danışmanlığı ve kısa mesaj sistemlerinin bireylerin

düzenli ilaç kullanımını desteklediği belirtilmektedir (Bingham et al., 2020; Hermawan et al., 2024; Kappes et al., 2023; Mahvar et al., 2026; Mohammadzadeh et al., 2026; Yap et al., 2024). Telenursing ve e-sağlık tabanlı müdahalelerin Morisky ve benzeri ölçeklerle değerlendirilen ilaç uyumunu artırdığı, düşük ilaç uyum oranlarını azalttığı bildirilmektedir (Bingham et al., 2020; Hermawan et al., 2024; Mahvar et al., 2026; Mohammadzadeh et al., 2026; Yap et al., 2024). Ayrıca telefonla hemşire danışmanlığının yaşam kalitesini artırdığı ve yeniden hastaneye yatış oranlarını azalttığı belirtilmektedir (Mahvar et al., 2026). mHealth ve telehealth uygulamalarının hipertansiyon yönetiminde genel olarak olumlu sonuçlar oluşturduğu, özellikle mobil sağlık uygulamalarının ilaç uyumu ve öz bakım davranışları üzerinde etkili olduğu ifade edilmektedir (Bingham et al., 2020; Yap et al., 2024).

3.2.Tele Hemşireliğin Güçlü Yönleri ve Sınırlılıkları

Tele hemşirelik uygulamalarının erişilebilirlik sağlaması, bakım sürekliliğini desteklemesi, kişiselleştirilmiş eğitim sunması ve bireyin öz-yeterlik düzeyini artırması önemli avantajlar arasında yer almaktadır (Bingham et al., 2020; Kappes et al., 2023; Mahvar et al., 2026; Mohammadzadeh et al., 2026). Bununla birlikte çalışmalar arasında müdahale türü, uygulama süresi ve kullanılan teknolojik yöntemler açısından heterojenlik bulunması sonuçların genellenmesini güçleştirmektedir (Bingham et al., 2020; Kappes et al., 2023; Omboni et al., 2020; Yap et al., 2024). Ayrıca farklı sosyoekonomik düzeyler ve ülkeler arasında dijital altyapı ve teknolojiye erişim farklılıkları tele hemşirelik uygulamalarının etkinliğini etkileyebilmektedir (Aminde et al., 2025; Lee et al., 2022; Mahmood et al., 2021).

3.3.Tele Hemşirelik Müdahalelerine İlişkin Genel Bulgular

Tele hemşirelik uygulamalarının hipertansiyon yönetiminde özellikle kan basıncı kontrolü, ilaç uyumu, öz yönetim ve yaşam kalitesi üzerinde olumlu etkiler oluşturduğu görülmektedir. Hemşire liderliğinde yürütülen çok bileşenli tele-sağlık modellerinin daha etkili sonuçlar sağladığı bildirilmektedir (Bingham et al., 2020; Kappes et al., 2023; Omboni et al., 2020; Yap et al., 2024).

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Hipertansiyon hastalarında ilaç uyumsuzluğu önemli bir halk sağlığı sorunu olmaya devam etmektedir. Güncel literatür incelendiğinde tele hemşirelik uygulamalarının ilaç uyumunu artırma, kan basıncı kontrolünü iyileştirme ve öz yönetim becerilerini geliştirme açısından etkili sonuçlar ortaya koyduğu görülmektedir. Telefon danışmanlığı, mobil sağlık uygulamaları, kısa mesaj sistemleri ve telemonitorizasyon girişimlerinin hipertansiyon yönetiminde etkili bakım modelleri olduğu söylenebilir. Özellikle hemşire liderliğinde yürütülen tele-sağlık uygulamaları bireyin tedavi sürecine aktif katılımını desteklemekte ve bakım sürekliliğini güçlendirmektedir. Bu doğrultuda sağlık kurumlarında tele hemşirelik altyapısının güçlendirilmesi, hemşirelerin dijital sağlık uygulamaları konusunda desteklenmesi ve hipertansiyon hastalarına yönelik yapılandırılmış tele hemşirelik programlarının geliştirilmesi önerilmektedir. Ayrıca tele hemşirelik uygulamalarının uzun dönem etkilerini değerlendiren randomize kontrollü çalışmalara gereksinim bulunmaktadır.

KAYNAKLAR

- Achury-Saldaña, D., De-Villalobos, M. M. D., & Fuentes-Ramírez, A. (2025). Self-Efficacy in People With Chronic Disease: An Evolutionary Concept Analysis. *Nursing Open*, 12(7), e70276. <https://doi.org/10.1002/nop2.70276>
- Alessa, T., Abdi, S., Hawley, M. S., & de Witte, L. (2018). Mobile apps to support the self-management of hypertension: systematic review of effectiveness, usability, and user satisfaction. *JMIR mHealth and uHealth*, 6(7), e10723.
- Aminde, L., Agbor, V., Fongwen, N., Ngwasiri, C., Nkoke, C., Nji, M., Dzudie, A., & Schutte, A. (2025). High Burden and Trend in Nonadherence to Blood Pressure-Lowering Medications: Meta-Analysis of Data From Over 34 000 Adults With Hypertension in Sub-Saharan Africa. *Journal of the American Heart Association: Cardiovascular and Cerebrovascular Disease*, 14(9), e037555. <https://doi.org/10.1161/jaha.124.037555>
- Bingham, J., Black, M., Anderson, E., Li, Y., Toselli, N., Fox, S., Martin, J., Axon, D., & Silva-Almodóvar, A. (2020). Impact of Telehealth Interventions on Medication Adherence for Patients With Type 2 Diabetes, Hypertension, and/or Dyslipidemia: A Systematic Review. *Annals of Pharmacotherapy*, 55(5), 637–649. <https://doi.org/10.1177/1060028020950726>
- Cicolini, G., Simonetti, V., Comparcini, D., Celiberti, I., Di Nicola, M., Capasso, L. M., Flacco, M. E., Bucci, M., Mezzetti, A., & Manzoli, L. (2014). Efficacy of a nurse-led email reminder program for cardiovascular prevention risk reduction in hypertensive patients: a randomized controlled trial. *International journal of nursing studies*, 51(6), 833–843.
- Hamrahian, S., Maarouf, O., & Fülöp, T. (2022). A Critical Review of Medication Adherence in Hypertension: Barriers and Facilitators Clinicians Should Consider. *Patient preference and adherence*, 16, 2749–2757. <https://doi.org/10.2147/ppa.s368784>
- Hermawan, D., Purnamawati, D. A., & Ariani, D. D. (2024). Penggunaan Telenursing Terhadap Kepatuhan Minum Obat. *Jurnal Riset Keperawatan dan Kesehatan*, 1(4), 122–128. <https://doi.org/10.71203/jrkk.v1i4.84>
- Kappes, M., Espinoza, P., Jara, V., & Hall, A. (2023). Nurse-led telehealth intervention effectiveness on reducing hypertension: a systematic review. *BMC Nursing*, 22(19), 1–13. <https://doi.org/10.1186/s12912-022-01170-z>
- Lee, E., Poon, P., Yip, B., Bo, Y., Zhu, M.-T., Yu, C.-P., Ngai, A., Wong, M., & Wong, S. (2022). Global Burden, Regional Differences, Trends, and Health Consequences of Medication Nonadherence for Hypertension During 2010 to 2020: A Meta-Analysis Involving 27 Million Patients. *Journal of the American Heart Association: Cardiovascular and Cerebrovascular Disease*, 11(7), e026582. <https://doi.org/10.1161/jaha.122.026582>
- Mahmood, S., Jalal, Z., Hadi, M., Khan, T., Haque, M., & Shah, K. (2021). Prevalence of non-adherence to antihypertensive medication in Asia: a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Clinical Pharmacy*, 43(3), 486–501. <https://doi.org/10.1007/s11096-021-01236-z>
- Mahvar, T., Mashalchi, H., Polarak, F., Mehranfard, S., Abdolvand, A., & Veisimiankali, M. (2026). Effect of tele-nursing on the quality of life, adherence to the medication regimen, and readmission rate in hypertensive patients: A quasi-experimental study. *Journal of Nursing Reports in Clinical Practice*, 4(2), 74–84. <https://doi.org/10.32598/jnrp.2503.1254>

- Mohammadzadeh, R., Raiesifar, A., Pakzad, R., Sharifi, N., Nasab, M. S. A., & Raiesifar, Z. (2026). Comparison of the effect of group training and telenursing on medication and dietary adherence and blood pressure control among elderly with hypertension: a randomized clinical trial study. *BMC Geriatrics*, 26(241), 1–13. <https://doi.org/10.1186/s12877-025-06851-3>
- Náfrádi, L., Nakamoto, K., & Schulz, P. (2017). Is patient empowerment the key to promote adherence? A systematic review of the relationship between self-efficacy, health locus of control and medication adherence. *PLoS ONE*, 12(10), e0186458. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0186458>
- Omboni, S., McManus, R., Bosworth, H., Chappell, L., Green, B., Kario, K., Logan, A., Magid, D., McKinstry, B., Margolis, K., Parati, G., & Wakefield, B. (2020). Evidence and Recommendations on the Use of Telemedicine for the Management of Arterial Hypertension: An International Expert Position Paper. *Hypertension*, 76(5), 1368–1383. <https://doi.org/10.1161/hypertensionaha.120.15873>
- Unni, E., & Bae, S.-K. (2022). Exploring a New Theoretical Model to Explain the Behavior of Medication Adherence. *Pharmacy: Journal of Pharmacy Education and Practice*, 10(2), 1–10. <https://doi.org/10.3390/pharmacy10020043>
- Yap, H. J., Lim, J., Tan, S.-Y. D., & Ang, C.-S. (2024). Effectiveness of digital health interventions on adherence and control of hypertension: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Hypertension*, 42(9), 1490–1504. <https://doi.org/10.1097/hjh.0000000000003793>

NOT: Bu çalışma, TÜBİTAK 1001 Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Projelerini Destekleme Programı kapsamında yürütülen 124S074 numaralı projenin çıktısı olarak üretilmiştir.

ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNDE SOSYAL MEDYA BAĞIMLILIĞI, FOMO VE ÇEVİRİMİÇİ TETİKTE OLMA: BİR DERLEME

1 Doç. Dr., Nurgül KARAKURT

Erzurum Teknik Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü

ORCID ID: 0000-0001-7598-6554

e-mail: nurgul.karakurt@erzurum.edu.tr, 0505 566 73 99

2 Doç. Dr., Yasemin ERDEN

Erzurum Teknik Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü

ORCID ID: 0000-0001-6394-9553

e-mail: yasemin.erden@erzurum.edu.tr, 0530 346 15 16

Özet

Dijital teknolojilerin gelişmesiyle birlikte sosyal medya platformlarının kullanım sıklığı artmış ve özellikle üniversite öğrencileri arasında çevrimiçi etkileşim günlük yaşamın önemli bir parçası hâline gelmiştir. Sosyal medya kullanımındaki artış; problemlili sosyal medya kullanımı, gelişmeleri kaçırma korkusu (Fear of Missing Out-FoMO) ve çevrimiçi ortama yönelik tetikte olma gibi psikososyal kavramların önem kazanmasına neden olmuştur. Bu kavramların bireylerin ruhsal iyi oluşu, akademik yaşamı, kişilerarası ilişkileri ve günlük işlevselliği üzerinde etkileri olduğu bildirilmektedir.

Bu derleme çalışmasının amacı, üniversite öğrencilerinde sosyal medya bağımlılığı, FoMO ve çevrimiçi tetikte olma kavramlarını güncel literatür doğrultusunda incelemek ve bu kavramların ruh sağlığı üzerindeki etkilerini değerlendirmektir. Çalışmada ulusal ve uluslararası literatür taranmış; Google Scholar, PubMed, Scopus ve DergiPark veri tabanlarında “social media addiction”, “FoMO”, “fear of missing out”, “online vigilance”, “digital addiction” ve “university students” anahtar sözcükleri kullanılmıştır. Literatürde yer alan araştırma ve derleme çalışmaları bütüncül biçimde değerlendirilmiştir.

İncelenen çalışmalar, yoğun sosyal medya kullanımının üniversite öğrencilerinde dikkat dağınıklığı, uyku sorunları, akademik performansta düşme, stres, anksiyete, yalnızlık ve psikolojik yorgunluk ile ilişkili olduğunu göstermektedir. Ayrıca FoMO düzeyi yüksek bireylerin sosyal medya platformlarını daha sık kontrol ettiği, çevrimiçi ortamda sürekli tetikte olma davranışı geliştirdiği ve problemlili sosyal medya kullanımına daha yatkın olduğu bildirilmektedir. Sosyal karşılaştırma süreçlerinin ve çevrimiçi görünür olma ihtiyacının bu süreçleri güçlendirdiği belirtilmektedir.

Sonuç olarak sosyal medya bağımlılığı, FoMO ve çevrimiçi tetikte olma durumlarının üniversite öğrencilerinin ruh sağlığını çok boyutlu olarak etkileyebildiği görülmektedir. Özellikle psikiyatri hemşireliği alanında dijital farkındalık eğitimlerinin, psikoeğitim programlarının ve akran destek temelli girişimlerin yaygınlaştırılması önem taşımaktadır. Üniversite öğrencilerine yönelik koruyucu ve güçlendirici ruh sağlığı müdahalelerinin geliştirilmesi, riskli dijital kullanım davranışlarının azaltılmasına katkı sağlayabilir.

Anahtar Kelimeler: Sosyal medya bağımlılığı, FoMO, çevrimiçi tetikte olma, üniversite öğrencileri, dijital bağımlılık, ruh sağlığı

SOCIAL MEDIA ADDICTION, FOMO, AND ONLINE ALERTNESS AMONG UNIVERSITY STUDENTS: A REVIEW

1Assoc. Prof. Dr. Nurgül KARAKURT

Erzurum Technical University, Faculty of Health Sciences, Department of Nursing

ORCID ID: 0000-0001-7598-6554

e-mail: nurgul.karakurt@erzurum.edu.tr , Phone: +90 505 566 73 99

2Assoc. Prof. Dr. Yasemin ERDEN

Erzurum Technical University, Faculty of Health Sciences, Department of Nursing

ORCID ID: 0000-0001-6394-9553

e-mail: yasemin.erden@erzurum.edu.tr, Phone: +90 530 346 15 16

Abstract

With the rapid development of digital technologies, the use of social media platforms has increased substantially, and online interaction has become an integral part of daily life, particularly among university students. The growing use of social media has led to increased attention toward psychosocial concepts such as problematic social media use, Fear of Missing Out (FoMO), and online vigilance. These concepts are reported to affect individuals' psychological well-being, academic life, interpersonal relationships, and daily functioning.

The aim of this review study is to examine social media addiction, FoMO, and online vigilance among university students in light of the current literature and to evaluate the effects of these concepts on mental health. National and international literature was reviewed using the Google Scholar, PubMed, Scopus, and DergiPark databases. The keywords "social media addiction," "FoMO," "fear of missing out," "online vigilance," "digital addiction," and "university students" were used during the literature search. Relevant research articles and review studies were evaluated comprehensively.

The reviewed studies indicate that excessive social media use is associated with attention problems, sleep disturbances, decreased academic performance, stress, anxiety, loneliness, and psychological fatigue among university students. Furthermore, individuals with high levels of FoMO tend to check social media platforms more frequently, develop continuous online vigilance behaviors, and show a greater tendency toward problematic social media use. Social comparison processes and the need for online visibility are reported to reinforce these behaviors.

As a result, social media addiction, FoMO, and online vigilance appear to have multidimensional effects on the mental health of university students. In the field of psychiatric nursing, expanding digital awareness training, psychoeducation programs, and peer-support-based interventions is considered important. Developing preventive and supportive mental health interventions for university students may contribute to reducing risky digital use behaviors.

Keywords: Social media addiction, Fear of Missing Out (FoMO), online vigilance, university students, digital addiction, mental health

1. GİRİŞ

Dijital teknolojilerde yaşanan hızlı gelişmeler, bireylerin bilgiye erişim biçimlerini, iletişim süreçlerini ve sosyal etkileşim örüntülerini önemli ölçüde değiştirmiştir. Özellikle internet tabanlı teknolojilerin yaygınlaşmasıyla birlikte sosyal medya platformları bireylerin gündelik yaşam pratiklerinde önemli bir yer edinmiştir. Sosyal medya platformları; iletişim kurma, bilgi paylaşımı, sosyal etkileşim sağlama ve gündemi takip etme gibi işlevleri nedeniyle özellikle genç bireyler tarafından yoğun biçimde kullanılmaktadır (Kaplan ve Haenlein, 2010; Gillespie, 2018). We Are Social (2024) verilerine göre dünya genelinde aktif sosyal medya kullanıcı sayısı 5 milyarı aşmış olup sosyal medya kullanım süreleri özellikle genç bireylerde giderek artmaktadır. Üniversite öğrencileri ise gelişimsel özellikleri, sosyal kabul ihtiyaçları ve dijital teknolojilere kolay erişimleri nedeniyle sosyal medya kullanımının en yoğun olduğu gruplar arasında yer almaktadır. Bauman'ın (2023) “akışkan modernite” yaklaşımı doğrultusunda değerlendirildiğinde bireylerin sürekli değişen dijital dünyada çevrimiçi kalma ve sosyal gelişmeleri takip etme ihtiyacı hissettikleri görülmektedir.

Sosyal medya kullanımındaki artış beraberinde bazı psikososyal riskleri de getirmiştir. Literatürde yoğun sosyal medya kullanımının dikkat dağınıklığı, akademik performans düşüklüğü, yalnızlık, uyku sorunları, stres, anksiyete ve depresif belirtiler ile ilişkili olduğu bildirilmektedir (Dhir ve ark., 2018; Dienlin ve Johannes, 2020; Karakaya, 2021). Alter'e (2017) göre dijital platformlar kullanıcı dikkatini sürekli çevrimiçi tutacak biçimde tasarlanmakta ve bu durum davranışsal bağımlılık eğilimlerini artırabilmektedir. Bu doğrultuda problemli sosyal medya kullanımı ve dijital bağımlılık eğilimleri ruh sağlığı alanında giderek daha fazla tartışılan kavramlar hâline gelmiştir.

Sosyal medya kullanımının yaygınlaşmasıyla birlikte gelişmeleri kaçırma korkusu olarak tanımlanan “Fear of Missing Out (FoMO)” kavramı da önem kazanmıştır. FoMO, bireyin sosyal çevresinde gerçekleşen deneyim, paylaşım ve gelişmelerin dışında kaldığını düşünmesine bağlı olarak çevrimiçi ortamlarda sürekli bağlantıda kalma gereksinimi hissetmesi ve bu durumun bireyde kaygı oluşturmaya şekline açıklanmaktadır (Przybylski ve ark., 2013). FoMO'nun teorik altyapısında sosyal karşılaştırma süreçleri önemli yer tutmaktadır. Festinger'in (1954) sosyal karşılaştırma kuramına göre bireyler kendilerini değerlendirebilmek için diğer insanlarla kıyaslama yapma eğilimindedir. Sosyal medya platformlarında bireylerin çoğunlukla yaşamlarının olumlu yönlerini paylaşmaları kullanıcıların kendilerini başkalarının “idealize edilmiş yaşamlarıyla” kıyaslamalarına neden olabilmektedir. Bu durum kaygı, yalnızlık ve depresif belirtileri artırabilmektedir (Fox ve Moreland, 2015; Steers ve ark., 2014).

FoMO ile ilişkili olarak ele alınan çevrimiçi tetikte olma kavramı ise bireyin dijital ortamlardan gelebilecek mesaj, bildirim ve sosyal etkileşimlere karşı zihinsel olarak sürekli erişilebilir ve hazır hissetmesi durumu olarak değerlendirilmektedir. Başka bir ifadeyle çevrimiçi tetikte olma, bireyin çevrimiçi gelişmeleri kaçırmamak adına dikkatini dijital uyaranlara sürekli yöneltmesiyle karakterize edilen bilişsel bir hazır oluş hâlidir. Sürekli çevrimiçi kalma isteğinin dikkat dağınıklığı, zihinsel yorgunluk ve psikolojik tükenmişlik ile ilişkili olduğu bildirilmektedir (Bright ve Logan, 2018). Özellikle üniversite öğrencileri gelişimsel özellikleri, sosyal kabul ihtiyacı ve yoğun teknoloji kullanımları nedeniyle problemli sosyal medya kullanımı, FoMO ve çevrimiçi tetikte olma açısından riskli gruplar arasında değerlendirilmektedir.

Bu doğrultuda problemli sosyal medya kullanımı, FoMO ve çevrimiçi tetikte olma kavramlarının birlikte değerlendirilmesi; üniversite öğrencilerinin ruh sağlığının korunması ve koruyucu ruh sağlığı hizmetlerinin geliştirilmesi açısından önem taşımaktadır. Bu derleme çalışmasında üniversite öğrencilerinde sosyal medya bağımlılığı, FoMO ve çevrimiçi tetikte olma kavramlarının ruh sağlığı üzerindeki etkilerinin güncel literatür doğrultusunda incelenmesi amaçlanmıştır.

2. KURAMSAL ÇERÇEVE

1.1. Dijitalleşme ve Sosyal Medya Kullanımının Yaygınlaşması

İletişim teknolojilerinde yaşanan hızlı gelişmeler bilgiye erişimi kolaylaştırırken bireyler arasındaki etkileşimi de artırmıştır. Özellikle internet tabanlı teknolojilerin yaygınlaşmasıyla birlikte sosyal medya platformları günlük yaşamın önemli bir parçası hâline gelmiştir. Sosyal medya; iletişim kurma, bilgi edinme, paylaşım yapma, eğlenme ve sosyal etkileşim sağlama gibi çok yönlü işlevleri nedeniyle özellikle genç bireyler tarafından yoğun biçimde kullanılmaktadır. Kaplan ve Haenlein'e (2010) göre sosyal medya, kullanıcıların içerik üretmesine ve karşılıklı etkileşim kurmasına olanak sağlayan dijital platformlardan oluşmaktadır. Reitz (2012) ise sosyal medyanın iletişimi çift yönlü ve etkileşimli bir yapıya dönüştürdüğünü belirtmektedir.

We Are Social (2024) verilerine göre dünya genelinde aktif sosyal medya kullanıcı sayısı 5 milyarı aşmıştır. Günlük sosyal medya kullanım sürelerinin artması, bireylerin çevrimiçi ortamlarda daha fazla zaman geçirmesine neden olmaktadır. Özellikle üniversite öğrencileri sosyal medya kullanımının en yoğun olduğu gruplardan biri olarak dikkat çekmektedir. Bauman'ın (2023) "akışkan modernite" yaklaşımına göre bireyler sürekli değişen dijital dünyada çevrimiçi kalma ve sosyal gelişmeleri takip etme ihtiyacı hissetmektedir. Bu durum sosyal medya platformlarını yalnızca iletişim aracı olmaktan çıkararak bireylerin sosyal kabul, aidiyet ve görünür olma ihtiyaçlarını karşılayan dijital alanlara dönüştürmektedir.

1.2. Sosyal Medya Bağımlılığı ve Problemli Kullanım

Sosyal medya kullanımındaki artış beraberinde problemli kullanım biçimlerini gündeme getirmiştir. Sosyal medya bağımlılığı, bireyin sosyal medya kullanımını kontrol etmekte zorlanması, kullanım süresini azaltamaması ve günlük yaşam işlevlerinde bozulma yaşaması ile karakterize edilen davranışsal bir sorun olarak değerlendirilmektedir. Alter (2017), dijital platformların kullanıcı dikkatini sürekli çevrimiçi tutacak biçimde tasarlandığını ve bunun davranışsal bağımlılık eğilimlerini artırdığını belirtmektedir.

Literatürde yoğun sosyal medya kullanımının stres, anksiyete, depresif belirtiler, yalnızlık ve psikolojik yorgunluk ile ilişkili olduğu bildirilmektedir (Dhir ve ark., 2018; Bright ve Logan, 2018). Whelan ve arkadaşları (2020), sosyal medya yüklenmesinin akademik performansı olumsuz etkileyebileceğini belirtirken; Çınar ve Mutlu (2019), problemli internet kullanımının dikkat sorunları, düşük yaşam doyumu ve benlik saygısı ile ilişkili olduğunu ifade etmektedir. Üniversite öğrencilerinin gelişimsel özellikleri ve yoğun dijital teknoloji kullanımları nedeniyle problemli sosyal medya kullanımı açısından riskli gruplar arasında yer aldığı bildirilmektedir.

1.3. Gelişmeleri Kaçırma Korkusu (FoMO)

Sosyal medya kullanımının yaygınlaşmasıyla birlikte gelişmeleri kaçırma korkusu (Fear of Missing Out-FoMO) kavramı önem kazanmıştır. FoMO, bireyin başkalarının yaşadığı deneyimleri kaçırdığı düşüncesiyle yoğun kaygı yaşaması ve çevrimiçi ortamlarla sürekli bağlantıda kalma ihtiyacı hissetmesi olarak tanımlanmaktadır (Przybylski ve ark., 2013). Herman (2000) tarafından ilk kez pazarlama alanında kullanılan bu kavram, günümüzde dijital yaşamın önemli psikososyal sorunlarından biri hâline gelmiştir.

FoMO yaşayan bireyler sosyal medya platformlarını sürekli kontrol etme eğiliminde olmakta, çevrimiçi gelişmelerden haberdar olmadıklarında huzursuzluk yaşayabilmektedir. Hodgkinson (2016), FoMO'nun bireyin başkalarının deneyimlerinden geri kalma korkusuyla ilişkili olduğunu belirtmektedir. Modzelewski'ye (2020) göre FoMO, yeni iletişim biçimlerinin ortaya çıkardığı önemli davranışsal ve psikososyal sorunlardan biridir.

FoMO'nun teorik altyapısında sosyal karşılaştırma süreçleri önemli yer tutmaktadır. Festinger'in (1954) sosyal karşılaştırma kuramına göre bireyler kendilerini değerlendirebilmek için diğer insanlarla kıyaslama yapma eğilimindedir. Sosyal medya platformlarında bireylerin çoğunlukla yaşamlarının olumlu yönlerini paylaşmaları, kullanıcıların kendilerini başkalarının "idealize edilmiş yaşamlarıyla" karşılaştırmasına neden olabilmektedir. Bu

durum yetersizlik hissi, kaygı ve depresif belirtileri artırabilmektedir (Fox ve Moreland, 2015; Steers ve ark., 2014).

1.4. Çevrimiçi Tetikte Olma ve Ruh Sağlığı

Çevrimiçi ortama yönelik tetikte olma; bireyin dijital ortamdan gelebilecek mesaj, bildirim ve sosyal gelişmeleri kaçırmamak adına sürekli bilişsel ve duygusal hazır oluş hâlinde bulunması olarak tanımlanmaktadır. Sürekli çevrimiçi kalma isteği bireylerde dikkat dağınıklığı, zihinsel yorgunluk ve psikolojik tükenmişlik oluşturabilmektedir.

Literatürde FoMO ile anksiyete, depresyon ve problemleri sosyal medya kullanımı arasında anlamlı ilişkiler bulunduğu bildirilmektedir (Elhai ve ark., 2020; Fioravanti ve ark., 2021). Oberst ve arkadaşları (2017), yoğun sosyal ağ kullanımının olumsuz etkilerinde FoMO'nun aracı rol oynadığını belirtmektedir. Roberts ve David (2020) ise FoMO'nun sosyal medya kullanım yoğunluğunu artırırken psikolojik iyi oluşu azalttığını ifade etmektedir. Uyar ve Özen'in (2023) meta-analiz çalışması da FoMO ile sosyal medya bağımlılığı arasında pozitif yönde anlamlı ilişki olduğunu göstermektedir.

1.5. Üniversite Öğrencileri ve Psikiyatri Hemşireliği Açısından Değerlendirme

Üniversite öğrencileri gelişimsel özellikleri, sosyal kabul ihtiyacı ve yoğun teknoloji kullanımları nedeniyle sosyal medya bağımlılığı, FoMO ve çevrimiçi tetikte olma açısından riskli gruplar arasında değerlendirilmektedir. Alt (2017), sosyal medya katılımı arttıkça üniversite öğrencilerinde FoMO düzeyinin yükseldiğini belirtmektedir. Abel ve arkadaşları (2016) ile Biber (2020), sosyal medya kullanım süresi arttıkça FoMO düzeyinin de yükseldiğini bildirmiştir. Zıvdır ve Karakul'un (2023) çalışmasında sosyal medya bağımlılığı ile FoMO arasında pozitif ilişki olduğu belirlenmiştir.

Bu doğrultuda sosyal medya bağımlılığı, FoMO ve çevrimiçi tetikte olma kavramlarının birlikte değerlendirilmesi; üniversite öğrencilerinin ruh sağlığının korunması, riskli dijital davranışların erken belirlenmesi ve koruyucu ruh sağlığı hizmetlerinin geliştirilmesi açısından önem taşımaktadır. Özellikle psikiyatri hemşireliği alanında dijital farkındalık eğitimleri, psikoeğitim programları ve akran destek temelli girişimlerin yaygınlaştırılması gençlerin sağlıklı dijital kullanım becerilerinin geliştirilmesine katkı sağlayabilir

3. YÖNTEM

Bu çalışma derleme türünde hazırlanmıştır. Çalışma kapsamında sosyal medya bağımlılığı, FoMO ve çevrimiçi tetikte olma kavramlarını ele alan ulusal ve uluslararası literatür incelenmiştir. Literatür taraması Google Scholar, PubMed, Scopus ve DergiPark veri tabanlarında gerçekleştirilmiştir. Taramada “social media addiction”, “problematic social media use”, “FoMO”, “fear of missing out”, “online vigilance”, “digital addiction” ve “university students” anahtar sözcükleri kullanılmıştır.

Çalışmaya 2010–2025 yılları arasında yayımlanan Türkçe ve İngilizce araştırma ve derleme makaleleri dahil edilmiştir. Tam metnine ulaşamayan yayınlar, tekrar eden çalışmalar ve konu ile doğrudan ilişkili olmayan araştırmalar değerlendirme dışı bırakılmıştır. Elde edilen çalışmalar içerik açısından incelenmiş ve konu ile ilişkili bulgular bütüncül biçimde değerlendirilmiştir.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu derleme kapsamında incelenen çalışmalar problemleri sosyal medya kullanımı, FoMO ve çevrimiçi tetikte olma davranışlarının üniversite öğrencilerinin ruh sağlığını çok boyutlu olarak etkileyebildiğini göstermektedir. Özellikle yoğun sosyal medya kullanımının anksiyete, depresif belirtiler, dikkat dağınıklığı, yalnızlık, uyku sorunları ve akademik performans düşüklüğü ile ilişkili olduğu görülmektedir.

FoMO düzeyi yüksek bireylerin sosyal medya platformlarını daha sık kontrol ettiği ve çevrimiçi gelişmeleri kaçırmamak adına sürekli bağlantıda kalma eğilimi gösterdiği bildirilmektedir. Bu durum bireylerin sürekli

bilişsel hazır oluş hâlinde bulunmasına neden olarak zihinsel yorgunluk ve psikolojik tükenmişlik riskini artırabilmektedir.

Literatür bulguları birlikte değerlendirildiğinde FoMO'nun problemli sosyal medya kullanımını güçlendiren önemli bir psikososyal mekanizma olduğu; çevrimiçi tetikte olma davranışının ise bu sürecin bilişsel ve davranışsal devamlılığını desteklediği görülmektedir. Sürekli çevrimiçi kalma isteği bireylerin dijital ortamlara yönelik bağımlılık eğilimlerini artırırken psikolojik iyi oluş düzeylerini olumsuz etkileyebilmektedir.

Psikiyatri hemşireliği açısından değerlendirildiğinde dijital bağımlılık eğilimleri, FoMO ve çevrimiçi tetikte olma davranışlarının erken dönemde belirlenmesi önem taşımaktadır. Koruyucu ruh sağlığı hizmetleri kapsamında dijital farkındalık eğitimleri, psikoeğitim programları ve sağlıklı teknoloji kullanımı danışmanlığının yaygınlaştırılması önerilmektedir.

Ayrıca üniversite temelli ruh sağlığı programlarında dijital iyi oluş kavramının ele alınması, öğrencilerin sağlıklı teknoloji kullanımı konusunda desteklenmesi ve multidisipliner müdahale programlarının geliştirilmesi önem taşımaktadır. Psikiyatri hemşirelerinin dijital bağımlılık eğilimlerine yönelik erken tanılama, danışmanlık ve psikoeğitim süreçlerinde aktif rol üstlenmesi koruyucu ruh sağlığı hizmetlerinin güçlendirilmesine katkı sağlayabilir.

Gelecekte yapılacak çalışmaların çevrimiçi tetikte olma kavramını daha kapsamlı biçimde ele alması, farklı yaş gruplarında karşılaştırmalı araştırmalar yürütülmesi ve psikiyatri hemşireliği uygulamalarına yönelik müdahale programlarının etkililiğinin değerlendirilmesi literatüre önemli katkılar sağlayabilir.

KAYNAKLAR

- Abel, J. P., Buff, C. L., & Burr, S. A. (2016). Social media and the fear of missing out: Scale development and assessment. *Journal of Business & Economics Research*, 14(1), 33–44. <http://doi.org/10.19030/jber.v14i1.9554>
- Aktan, E. (2018). Üniversite öğrencilerinin sosyal medya bağımlılık düzeylerinin çeşitli değişkenlere göre incelenmesi. *Erciyes İletişim Dergisi*, 5(4), 405–421.
- Alt, D. (2017). Students' social media engagement and fear of missing out (FoMO) in a diverse classroom. *Journal of Computing in Higher Education*, 29, 388–410. <https://doi.org/10.1007/s12528-017-9149-x>
- Alter, A. (2017). *Irresistible: The rise of addictive technology and the business of keeping us hooked*. Penguin Press.
- Bauman, Z. (2023). *Akışkan modernite* (S. O. Çavuş, Çev.). Ayrıntı Yayınları.
- Biber, L. (2020). Sosyal medya, FoMO ve kuşaklararası farklılaşma. *Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 9(1), 26–43.
- Bright, L. F., & Logan, K. (2018). Is my fear of missing out causing fatigue? Advertising, social media fatigue, and the implications for consumers and brands. *Internet Research*, 28(5), 1213–1227. <https://doi.org/10.1108/IntR-03-2017-0112>
- Ceyhan, A. A. (2011). İnternet kullanma temel nedenlerine göre üniversite öğrencilerinin problemli internet kullanımı ve algıladıkları iletişim beceri düzeyleri. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 11(1), 59–77.
- Çınar, Ç. Y., & Mutlu, E. (2019). İnternet bağımlılığının benlik saygısı, dikkat, gelişmeleri kaçırma korkusu, yaşam doyumu ve kişilik özellikleri ile ilişkisi. *Bağımlılık Dergisi*, 20(3), 133–142.
- Dhir, A., Yossatorn, Y., Kaur, P., & Chen, S. (2018). Online social media fatigue and psychological wellbeing: A study of compulsive use, fear of missing out, fatigue, anxiety and depression. *International Journal of Information Management*, 40, 141–152. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2018.01.012>
- Dienlin, T., & Johannes, N. (2020). The impact of digital technology use on adolescent well-being. *Dialogues in Clinical Neuroscience*, 22(2), 135–142. <https://doi.org/10.31887/DCNS.2020.22.2/dienlin>
- Elhai, J. D., Dvorak, R. D., & Hall, B. J. (2020). Fear of missing out, anxiety, and social media use: A meta-analysis of research. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 23(5), 324–330. <https://doi.org/10.1089/cyber.2019.0344>
- Festinger, L. (1954). A theory of social comparison processes. *Human Relations*, 7(2), 117–140. <https://doi.org/10.1177/001872675400700202>
- Fioravanti, G., et al. (2021). Fear of missing out and social networking sites use and abuse: A meta-analysis. *Computers in Human Behavior*, 122, 1–12. <http://doi.org/10.1016/j.chb.2021.106839>
- Fox, J., & Moreland, J. J. (2015). The influence of Facebook on social comparison and subjective well-being. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 18(2), 80–85.
- Gillespie, T. (2018). *Custodians of the internet: Platforms, content moderation, and the hidden decisions that shape social media*. Yale University Press.
- Gökler, M. E., Aydın, R., Ünal, E., & Metintaş, S. (2016). Sosyal ortamlarda gelişmeleri kaçırma korkusu ölçeğinin Türkçe sürümünün geçerlilik ve güvenilirliğinin değerlendirilmesi. *Anadolu Psikiyatri Dergisi*, 17, 52–59.

- Herman, D. (2000). Introducing short-term brands: A new branding tool for a new consumer reality. *The Journal of Brand Management*, 7(5), 330–340.
- Hodkinson, C. (2016). Fear of missing out marketing appeals: A conceptual model. *Journal of Marketing Communications*, 25(1), 65–88. <https://doi.org/10.1080/13527266.2016.1234504>
- Hoşgör, H. (2019). Üniversite öğrencileri arasında sosyal medyadaki gelişmeleri kaçırma korkusu yaygınlığının farklı değişkenler açısından incelenmesi. *International Journal of Academic Value Studies*, 3(17), 213–223.
- Kaplan, A. M., & Haenlein, M. (2010). Users of the world, unite! The challenges and opportunities of social media. *Business Horizons*, 53(1), 59–68. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2009.09.003>
- Karakaya, S. (2021). Sosyal medyanın gençler üzerindeki psikolojik etkileri ve başa çıkma stratejileri. *Türk Psikoloji Dergisi*, 36(1), 23–39.
- Karakoyun, F. (2021). Çevrimiçi tetikte olma ölçeğinin Türkçe'ye uyarlanması. *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama*, 11(2), 358–374. <https://doi.org/10.17943/etku.883239>
- Köstekçi, M., & Saatçi, T. (2024). Çocuk gelişimi öğrencilerinin sosyal medya bağımlılıkları ve gelişmeleri kaçırma korkuları (FoMO) arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 60, 1154–1172.
- Modzelewski, P. (2020). FOMO (fear of missing out) – an educational and behavioral problem in times of new communication forms. *Pedagogical Contexts* 2020, 1(14), 215–232. <https://doi.org/10.19265/kp.2020.1.14.255>
- Oberst, U., Wegmann, E., Stodt, B., Brand, M., & Chamarro, A. (2017). Negative consequences from heavy social networking in adolescents: The mediating role of fear of missing out. *Journal of Adolescence*, 55, 51–60. <http://dx.doi.org/10.1016/j.adolescence.2016.12.008>
- Przybylski, A. K., Murayama, K., DeHaan, C. R., & Gladwell, V. (2013). Motivational, emotional and behavioral correlates of fear of missing out. *Computers in Human Behavior*, 29(4), 1841–1848.
- Reitz, A. (2012). Social media's function in organizations: a functional analysis approach. *Global Media Journal*, 5(2), 41–56.
- Roberts, J. A., & David, M. E. (2020). The social media party: Fear of missing out, social media intensity, connection, and well-being. *International Journal of Human–Computer Interaction*, 36(4), 386–392. <http://doi.org/10.1080/10447318.2019.1646517>
- Steers, M. L. N., Wickham, R. E., & Acitelli, L. K. (2014). Seeing everyone else's highlight reels: How Facebook usage is linked to depressive symptoms. *Journal of Social and Clinical Psychology*, 33(8), 701–731. <https://doi.org/10.1521/jscp.2014.33.8.701>
- Tandoc, E. C., Ferrucci, P., & Duffy, M. (2015). Facebook use, envy, and depression among college students: Is Facebooking depressing? *Computers in Human Behavior*, 43, 139–146. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2014.10.053>
- Tandon, A., Dhir, A., Talwar, S., Kaur, P., & Mäntymäki, M. (2021). Dark consequences of social media-induced fear of missing out: Social media stalking, comparisons, and fatigue. *Technological Forecasting and Social Change*, 171, 120931. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.120931>
- Tomeczyk, L., & Selmanagic-Lizde, E. (2018). Fear of missing out among youth in Bosnia and Herzegovina: Scale and selected mechanisms. *Children and Youth Services Review*, 88, 541–549. <http://doi.org/10.1016/j.childyouth.2018.03.048>

- Uyar, S., & Özen, M. Y. (2023). Gelişmeleri kaçırma korkusu (FoMO) ve sosyal medya bağımlılığı ilişkisi: Meta analiz. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 12(3), 1428–1436.
- We Are Social. (2024). *Digital 2024 global overview report*. <https://wearesocial.com/uk/blog/2024/01/digital-2024/>
- Whelan, E., Islam, A. K. M. N., & Brooks, S. (2020). Applying the SOBC paradigm to explain how social media overload affects academic performance. *Computers & Education*, 143, 103692. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103692>
- Zıvıdır, P., & Karakul, A. (2023). Üniversite öğrencilerinin sosyal medya bağımlılığı düzeyleri ve FoMO ilişkisi. *İnönü Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Dergisi*, 11(1), 1054–1067. <http://doi.org/10.33715/inonusaglik.1168528>

KEDİ VE KÖPEKLERDE DERMATOFİTOZİS: GÜNCEL TANI-TEDAVİ STRATEJİLERİ VE ZOONOTİK RİSKLERİN KLİNİK AÇIDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Vet. Hek., Şehrinur ÇAVUŞI/Prof. Dr., Didem PEKMEZCİ

1Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, İç Hastalıkları Ana Bilim Dalı, Kurupelit, Samsun, Türkiye, sehrinurcaavus@gmail.com, 0009-0006-0842-2197

1Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, İç Hastalıkları Ana Bilim Dalı, Kurupelit, Samsun, dkazanci@omu.edu.tr, 0000-0003-2072-8165

Özet

Dermatofitozis, kedi ve köpeklerde deri, kıl ve tırnak gibi keratinize dokuları etkileyen, zoonotik potansiyeli nedeniyle hem veteriner hekimlik hem de halk sağlığı açısından önem taşıyan yüzeysel fungal bir enfeksiyondur. Bu bildiride, kedi ve köpeklerde dermatofitozisin güncel tanı, tedavi, korunma ve kontrol yaklaşımları açısından değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu bildiri, kedi ve köpeklerde dermatofitozis ile ilgili güncel bilimsel literatür temel alınarak hazırlanmış derleme niteliğinde bir çalışmadır. Dermatofit türleri, enfeksiyon patogenezi, klinik bulgular, tanı yöntemleri, topikal ve sistemik tedavi seçenekleri, çevresel kontrol önlemleri ve zoonotik riskler literatür bilgileri doğrultusunda değerlendirilmiştir. Kedi ve köpeklerde dermatofitozisin başlıca etkenleri arasında *Microsporumcanis*, *Microsporumgypseum* ve *Trichophytonmentagrophytes* kompleksi yer almaktadır. Klinik bulgular alopesi, eritem, kepeklenme, kabuklanma, papül, folikülit ve nadiren nodüler/granülomatöz lezyonlar şeklinde görülebilir. Tanıda Wood lambası muayenesi, doğrudan mikroskopik inceleme, fungal kültür, dermoskopi, histopatoloji ve moleküler yöntemlerden yararlanılmaktadır. Güncel yaklaşımlar, sistemik antifungal tedavinin topikal uygulamalar, çevresel dekontaminasyon, izolasyon ve düzenli mikolojik takip ile desteklenmesi gerektiğini göstermektedir. Dermatofitozis, değişken klinik görünümü ve zoonotik önemi nedeniyle dikkatle yönetilmesi gereken önemli bir küçük hayvan dermatolojik hastalığıdır. Başarılı kontrol; doğru tanı, uygun tedavi, çevresel hijyen, hasta hayvanların izolasyonu ve hasta sahiplerinin bilgilendirilmesini içeren bütüncül bir yaklaşımla mümkündür.

Anahtar Kelimeler:Dermatofitozis, kedi, köpek, *Microsporumcanis*, zoonoz, antifungal tedavi

**CURRENT CLINICAL APPROACHES TO DERMATOPHYTOSS IN CATS AND DOGS:
DIAGNOSIS, TREATMENT AND ZONOTIC RELEVANCE****DVM., ŞehrinurÇAVUŞ1/Prof., Ph.D., DVM.Didem PEKMEZCİ1****1Department of Internal Medicine, Faculty of Veterinary Medicine, University of Ondokuz Mayıs,
Kurupelit 55200, Samsun, Türkiye, , sehrinurcaavus@gmail.com, 0009-0006-0842-2197****1Department of Internal Medicine, Faculty of Veterinary Medicine, University of Ondokuz Mayıs,
Kurupelit 55200, Samsun, Türkiye, dkazanci@omu.edu.tr, 0000-0003-2072-8165****Abstract**

Dermatophytosis is a superficial fungal infection affecting keratinized tissues such as the skin, hair and claws in cats and dogs. Due to its zoonotic potential, it is important for both veterinary medicine and public health. This presentation aims to evaluate current diagnostic, therapeutic, preventive and control approaches to dermatophytosis in companion animals. This presentation was designed as a narrative review based on current scientific literature on dermatophytosis in cats and dogs. Dermatophyte species, pathogenesis, clinical manifestations, diagnostic methods, topical and systemic treatment options, environmental control measures and zoonotic risks were evaluated. The main causative agents of dermatophytosis in cats and dogs include *Microsporumcanis*, *Microsporumgypseum* and members of the *Trichophyton mentagrophytes* complex. Clinical findings may include alopecia, erythema, scaling, crusting, papules, folliculitis and, rarely, nodular or granulomatous lesions. Diagnostic methods include Wood's lamp examination, direct microscopic evaluation, fungal culture, dermoscopy, histopathology and molecular techniques. Current approaches indicate that systemic antifungal therapy should be supported by topical treatment, environmental decontamination, isolation and regular mycological monitoring. Dermatophytosis is an important dermatological disease of cats and dogs because of its variable clinical presentation and zoonotic relevance. Successful management requires an integrated approach including accurate diagnosis, appropriate therapy, environmental hygiene, isolation of infected animals and owner education. Awareness of current diagnostic and therapeutic strategies is essential for veterinarians to protect both animal and public health.

Keywords: Dermatophytosis, cat, dog, *Microsporumcanis*, zoonosis, antifungal therapy

SULTANLARIN HEKİMİ MUHAMMET BİN MAHMUT ŞİRVANİ; HEZARFEN MAHMUT**Öğretim Görevlisi, Hilal KUL,****Kilis 7 Aralık Üniversitesi Turizm ve Otelcilik Meslek Yüksekokulu, Otel, Lokanta ve İkram Hizmetleri
Bölümü Aşçılık Programı, hilal.kul@kilis.edu.tr, (orcid.org/0000-0002-1127-0001)****ÖZET**

Çün ben fakir (ü) hakir kim Muhammed İbnü Mahmud Şirvani'yüm, ulum-ı ilahi ve ulum-i dünyevi tahsilinden sonra Rum memleketinde tettebbua ve mesa'ile hükmiye istihzarında meşgul idüm ve bu esnada cevherlerin hasiyyetlerine ve fayidelerine ve eyülerine ve yatlılarına ve halislerine ve zağallarına çok muttali' olur-idüm, zağalın halisinden, seçer i-dum (Cevhername, vr. 1b). ("Ben ki naçiz ve fakir Muhammed bin Mahmud el-Şirvani; ilahi ve dünyevi ilimlerin tahsilinden sonra, Rum diyarında araştırmalar yapmakla ve ilmi-felsefi meselelerin (mesa'il-i hükmiye) hazırlığıyla meşguldüm. Bu süre zarfında, değerli taşların doğasındaki özelliklere, faydalara ve niteliklere dair derinlemesine bir vukufiyet kazandım; iyiyi kötünden, saf olanı sahtesinden ayırarak, hakiki olanı kusurlu olandan ayırt ederdim.")

Osmanlı Tarihi üzerine mühim eserler vermiş olan Türk tarihçi, akademisyen ve siyasetçi Ordinaryus Profesör Doktor İsmail Hakkı Uzunçarşılı'nın (1888-1977) Menteşe alimi Hezarfen Mahmut olarak sıfatlandığı, tesiri yüzyıllara ulaşan on beşinci asrın alimlerinden Şirvani, 1403-1421 yıllarında Menteşeoğlu İlyas Bey, 1402-1429'da Germiyanoglu Yakup Bey, 1413-1421'de Osmanoglu Çelebi Mehmet, 1461'de Timurtaş Paşaoğlu Umur Bey, 1421-1451 tarihlerinde Sultan II. Murat Han, Sultan'ın kazaskeri olan Veliyüddin ve kutlu Türk Hakanı Ebu'l Feth Fatih Sultan Mehmet Han'a eserleri ile fikri hizmetlerde bulunmuş polimat, hezarfen bir bilim insanıdır. Şirvani'nin müellifi olduğu Türkçe eserleri; Sultaniyye, Cevhername, İlyasiyye, Mürşid, Yemek Kitabı, Tuhfe-i Muradi; Arapça kaleme aldığı eserler; Ravzatu'l Itr, Yakubiyye, İlyasiyye, El Faslu'l Aşir Fi Marifeti'l Evzan ve'l Mekayil, Risalet'ün Mine't-Tıb Fi Beyani Me'btela Bihi Mine'l Kulunc, Miftahu'n Necat li-ma Yenfetihu Bi-hi Ebvabü'l Birri ve's-saadat eserleridir. Kemaliyye, Muradname, Haridatü'l-acaib ve Faridetü'l-gara'ib Tercümesi, Tarih-i İbn-i Kesir Tercümesi ve Bazname Tercümesi eserleri Şirvani'ye atfedilmiş olan eserlerdir. Bildirinin bu bölümünde Şirvani'nin müellifi olduğu eserlerin gastronomik muhtevisatına odaklanılarak eserlerin Osmanlı gastronomisine tesiri incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Şirvani, 15.yy Osmanlı Gastronomisi, Tuhfe-i Muradi.

**MUHAMMET BİN MAHMUT ŞİRVANİ AS A PHYSİCIAN OF THE OTTOMAN SULTAN'S;
HEZARFEN (POLYMATH) MAHMUT**

Lecturer, Hilal KUL,

Kilis 7 Aralık University, Vocational School of Tourism and Hotel Management, Department of Hotel, Restaurant and Catering Services, Culinary Program, hilal.kul@kilis.edu.tr, (orcid.org/0000-0002-1127-0001)

Abstract

Cevhername (fol. 1b), "Since I, the humble and lowly Muhammed ibn Mahmud al-Shirvani, after pursuing the study of divine and worldly sciences, was occupied with research and the preparation of scientific-philosophical inquiries (mesa'il-i hükmiye) in the land of Rum. During this time, I gained profound insight into the intrinsic properties, benefits, and qualities of gemstones—distinguishing the fine from the coarse, and the pure from the counterfeit—and I would discern the genuine from the adulterated." (Cevhername, vr. 1b)

Characterized as a 'polymath' (*Menteşe alimi*) by Ordinaryus Professor Dr. İsmail Hakkı Uzunçarşılı (1888–1977) a prominent Turkish historian, academic, and politician renowned for his seminal works on Ottoman history Şirvani was a 15th-century polymath whose influence spanned centuries. He provided intellectual contributions through his works to various dignitaries, including Menteşeoğlu İlyas Bey (r. 1403–1421), Germiyanoglu Yakup Bey (r. 1402–1429), Osmanoglu Çelebi Mehmet (r. 1413–1421), Timurtaş Paşaoğlu Umur Bey (1461), Sultan Murad II (r. 1421–1451), Sultan's military judge (kazasker) Veliyüddin and to the blessed Turkish Han, Ebu'l Feth (the Father of Conquest), Fatih Sultan Mehmet Han. Şirvani's Turkish corpus includes Sultaniyye, Cevhername, İlyasiyye, Mürşid, Yemek Kitabı (Cookbook), and Tuhfe-i Muradi. His Arabic works comprise Ravzatu'l Itr, Yakubiyye, İlyasiyye, El Faslu'l Aşir Fi Marifeti'l Evzan ve'l Mekayil, Risalet'ün Mine't-Tıb Fi Beyani Me'btela Bihi Mine'l Kulunc, and Miftahu'n Necat li-ma Yenfetihu Bi-hi Ebvabü'l Birri ve's-saadat. Furthermore, Kemaliyye, Muradname, and the translations of Haridatü'l-acaib ve Faridetü'l-gara'ib, Tarih-i İbn-i Kesir, and Bazname are attributed to him. This study explores the gastronomic substance within Şirvani's authored corpus, specifically analyzing the extent of their contributions to the evolution of Ottoman gastronomy.

Keywords: Şirvani, 15th-Century Ottoman Gastronomy, Tuhfe-i Muradi

GİRİŞ

Muhammed bin Mahmud Şirvani, Osmanlı tıbbının on beşinci yüz yıldaki en mühim simalarından biri olarak, tıp ve doğa bilimlerindeki derin bilgisi ile kaleme aldığı terceme, telif eserler ve tıbbi yeme-içme-frekans reçeteleri ile yaşadığı sırada Türk devlet adamlarına verdiği hizmetle, Osmanlı sarayı ve Anadolu'nun sağlığında koruyucu kalkan görevi gören hezarfen bir bilim insanı olmuştur (Argunşah, 1990). Eserleri ve fikirleri ile entelektüel birikiminin artmasına fayda sağladığı devlet adamları sırası ile 1403-1421 yıllarında Menteşeoğlu İlyas Bey, 1402-1429'da Germiyanoglu Yakup Bey, 1413-1421'de Osmanoglu Çelebi Mehmet, 1461'de Timurtaş Paşaoğlu Umur Bey, 1421-1451 tarihlerinde Sultan II. Murat Han, Sultan'ın kazaskeri olan Veliyüddin ve kutlu Türk Hakani Ebu'l Feth Fatih Sultan Mehmet Han'dır (Bursalı Mehmet Tahir Efendi, 1975; Uzunçarşılı, 1984; 1988). Şirvani'nin mütercimi olduğu Osmanlı'nın ilk yazılı yemek kitabı Kitabü't-Tabih ve müellifi olduğu, koku ile maddenin şifa verici gücünün analiz edildiği Tuhfe-i Murâdî eserleri sağlık temelinde beslenme üzerine arşivlerde yerini almış olan değerli eserlerdendir (Babinger, 1982; Şeşen, İzgi, & Akpınar, 1984).

Tuhfe-i Muradi eserinin İtiryat bölümünde kokular, mizaçları ve insan fizyolojisi üzerindeki tesirleriyle ele alınmıştır (Şirvani, 2023). Şirvani'nin tariflerinde "rayiha" (koku), yemeğin kalitesini belirleyen en önemli ölçüt olmuştur. Özellikle meyveli et yemeklerinde (mutancana gibi) kullanılan aromatiklerin, yemeğin ağır etkisini hafifletmek amacıyla kullanılması salık verilmiştir. (Tuhfe-i Muradi, 1098/2).

Şirvani'nin mutfak anlayışında koku, parfümden ziyade yemeğin şifasını, beşerin sağlığını ve gücünü artıran mizaci bir unsurdur (Şirvani, 2006; 2018). Yemek esnasında kullanılan kokular ile birlikte yemek sonrası kullanılan buhurlar (tütsüler) ve ağız kokusunu giderici kokulu terkebiller, ziyafetin gastronomik sınırlarını genişleten, duyuşal deneyim bütünlüğü sağlayan unsurlar olmuştur (Argunşah ve Çakır, 2018).

Eserlerinde öne çıkan kokular gül kokusu ve gül yağı kokusu, misk, amber, öd ağacı, kafur, sandal ağacı, safrandan elde edilen kokulardır. Kokuların maddesi, mizaçları ve ruhsal-fiziksel sağlık üzerindeki etkileri eserde yer alan bilgilere sadık kalarak tablolastırılmıştır.

Koku Maddesi	Mizacı	Sağlığa Faydaları ve Etkileri
Gül ve Gül Yağı	Soğuk ve Kuru (Mutedil)	Beyin ve mide iltihaplarını giderir, kalbi ferahlatır, karaciğeri kuvvetlendirir. Safra kaynaklı baş ağrılarına ve uykusuzluğa iyi gelir.
Misk	Sıcak ve Kuru	Kalbi ve beyni kuvvetlendirir, zihni açar, baş ağrısını hafifletir ve ruh halini dengeler.
Amber	Sıcak ve Kuru	Kalbe ferahlık verir, stres ve kaygıyı azaltır, uyku kalitesini artırır ve mideyi güçlendirir.
Kâfur	Soğuk ve Kuru	Vücut ısını düşürür, iltihaplara iyi gelir ve sıcak mizaçlı kişilerin sinir sistemini sakinleştirir.
Öd Ağacı	Sıcak ve Kuru	Zihinsel odaklanmayı artırır, meditasyonda kullanılır ve solunum yollarına ferahlık sağlar.
Sandal	Soğuk ve Kuru	Cildi yatıştırır, gerginliği ve kaygıyı azaltır, konsantrasyonu artırır.
Safran	Sıcak ve Kuru	Mutluluk verir, gözleri kuvvetlendirir ve iç organların tıkanıklıklarını açar.

Kitabü't Tabih'te yer alan sebze yemeklerinin açıklandığı Bakuliyye ve helvalar ve tatlıların yer aldığı Hulviyyat üzerinden yapılan tasnifler, Osmanlı saray mutfağının 15. yüzyıldaki sistematik yapısını belgeleyen, dönemin beslenme alışkanlıkları, sağlık-mutfak ilişkisi, malzeme çeşitliliği ve matbah-ı amire prensiplerini aşikar eden yazılı bilgilerdir. Eserde yer alan reçeteler uygulama adımları, mizaci özelliği ve faydaları ile tablolastırılmıştır.

Yemek Adı	Reçete (Malzemeler)	Uygulama Adımları (Reçete Akışı)	Hıfzıssıhha Faydası	Mizaç Özelliği
Mutancana	Kuzu eti, bal, mürdüm eriği, kuru kayısı, badem, gül suyu, nişasta.	1. Etler badem yağında mühürlenir. 2. Su eklenip etler yumuşayınca bal ve meyveler ilave edilir. 3. Nişasta ile bağlanan yemeğe son anda gül suyu gezdirilir.	Müferrih: Kalbi ferahlatır, kan yapıcıdır. Meyve asidi ve et proteini dengelenmiştir.	Sıcak ve Nemli
Zirva (Zîrve)	Tavuk/kuzu eti, safran, bal, çekirdeksiz üzüm, badem, nişasta, gülsuyu.	1. Etler haşlanır. 2. Aynı bir yerde safran ve bal suda eritilip ete eklenir. 3. Üzüm ve bademle pişirilir. 4. Nişasta ile sarı, parlak bir sos kıvamı verilir.	Neşe Verici: Zihni açar, safran sayesinde melankoliyi (sevda) giderir.	Sıcak-Kuruya Yakın
Mahmudiye	Tavuk eti, bal, tarçın, damla sakızı, kuru üzüm, badem, tereyağı.	1. Parçalanmış tavuklar tereyağında çevrilir. 2. Bal, baharat ve üzüm eklenerek demlenir. 3. Sakız dövülerek koku vermesi için en son eklenir.	Mide Isıtıcı: Sindirimi kolaylaştırır, iştah açar ve mideyi kuvvetlendirir.	Sıcak ve Nemli
Hummaziye	Koyun eti, turunç veya koruk suyu, bal, nohut içi, baharatlar.	1. Etler nohutla pişirilir. 2. Pişmeye yakın turunç suyu ve bal eklenerek ekşi-tatlı dengesi kurulur. 3. Ağır ateşte özleşmesi sağlanır.	Serinletici: Ateşli hastalıklarda harareti keser, safra dengesini sağlar.	Soğuk ve Nemli
Rummâniyye	Parça et, taze nar suyu, soyulmuş nohut, nane, kuru kişniş.	1. Etler ve nohut az suyla haşlanır. 2. Nar suyu eklenerek asidik ortamda etin lifleri yumuşatılır. 3. Nane ve kişnişle aromalandırılıp servis edilir.	Karaciğer Dostu: Karaciğer tıkanıklığını açar, iştah açar ve kanı temizler.	Soğuk-Kuru/Nemli
Nergisiyye	Havuç, kuzu eti, soğan, tereyağı, kişniş, karabiber.	1. Havuçlar halka doğranıp nergis formu verilir. 2. Et ve soğanla birlikte tencereye kat kat dizilir. 3. Az su ve baharatla bastı usulü pişirilir.	Göz Nurunu Artırıcı: Görme yetisini destekler, mide gazını (yel) giderir.	Mutedil (Dengeli)
Nohud-âb	Kabuksuz nohut, kemikli et, tarçın, kimyon, soğan.	1. Nohutlar bir gece önceden ıslatılıp kabukları soyulur.	Bel Kuvvetlendirici: Kan yapıcıdır ve sırt ağrılarına iyi gelir.	Sıcak ve Nemli

		2. Kemikli etle birlikte uzun süre kaynatılır. 3. Kimyon eklenerek gaz yapıcı etkisi bertaraf edilir.		
Sirkencübin	Bal (veya şeker), sirke, taze nane.	1. Bal ve su kaynatılıp köpüğü alınır. 2. İçine sirke eklenip bir taşım daha kaynatılır. 3. Nane yapraklarıyla dinlendirilip soğuk içilir.	Detoks Etkili: Damar tıkanıklığını açar, susuzluğu giderir, safrayı dengeler.	Soğuk ve Kuru
Mantı	Un, kıyma, yoğurt, sarımsak, sumak.	1. Hamurlar açılıp kıyma ile doldurulur. 2. Suda haşlanıp süzülür. 3. Sarımsaklı yoğurt ve sumak (soğuklaştırıcı) ile mizaç dengelenir.	Enerji Kaynağı: Yüksek besleyicidir ancak sindirimi zordur (galiz/kaba gıda).	Soğuk-Nemli (Kaba)

Şirvani besinlerin ağırlığı ve hafifliği üzerine bir tasnif geliştirerek galiz besinlerin ıslah edilmesi, ruhsal ve fiziksel sağlık için daha yararlı hale getirilebilmesi için (Zeki, 2018) kullanılan yöntemleri eserlerinde detaylı biçimde analiz etmiştir, bilgilere esere sadık kalınarak tablolastırılmıştır.

Ham Gıda / Malzeme	Gıdanın Olumsuz Etkisi (Kusuru)	Islah Edici (Muslih) Madde	Islah Yöntemi ve Bilimsel Gerekçesi	Sonuç (Elde Edilen Fayda)
Kuzu/Koyun Eti	Ağır sindirim ve hararet artışı.	Meyve Asitleri (Nar, Turunç, Koruk)	Etin lifleri asitli meyve sularıyla pişirilerek yumuşatılır (Denatürasyon).	Sindirimi kolaylaşır, safra harareti dengelenir.
Bakliyat (Nohut, Bakla)	Gaz (yel), şişkinlik ve ağır sindirim.	Kimyon, Tarçın ve Kabuk Soyma	Kabukların soyulması lektini azaltır; kimyon karminatif (gaz giderici) etki yapar.	Bağırsak sancıları önlenir, besleyicilik artar.
Kabak	Aşırı "soğuk" mizaç, midneyi gevşetme.	Tarçın, Sarımsak veya Karanfil	Soğuk mizaçlı sebze, "sıcak" baharatlarla pişirilerek mizaç mutedil hale getirilir.	Midneyi yormaz, vücut ısısını dengeler.
Ispanak	Oksalat kaynaklı acılık ve mideye ağırlık.	Badem Yağı ve Süzme	İlk haşlama suyu süzülerek acılık atılır; badem yağıyla "kayganlık" (yumuşaklık) kazandırılır.	Zihni açar, dimağı (beyni) nemlendirir.
Hamurlar / Mantı	"Galiz" (kaba) gıda olması, sindirim zorluğu.	Sarımsak, Sumak ve Sirke	Fermente ürünler (yoğurt/sirke) ve keskin baharatlarla sindirim enzimleri uyandırılır.	Yüksek enerji verirken sindirim sistemi korunur.
Bal / Şekerleme	Aşırı tatlılık nedeniyle safra ve hararet artışı.	Sirke veya Koruk Suyu	Şerbetler sirke ile kaynatılarak "Sirkencübin" formuna getirilir (Tatlı-Ekşi dengesi).	Damar tıkanıklığını açar, susuzluğu giderir.
Balık	Aşırı "soğuk ve nemli" mizaç.	Zencefil, Hardal ve Bal	Balığın rutubeti, "sıcak-kuru" karakterli keskin baharatlarla kurutulur.	Midneyi soğutması engellenir, balgamı söker.

Eserde yer alan müzevire/müzevvira kategorisi, klasik humoral patoloji ilkelerine dayanan, etsiz ve hafif içerikli taklit/perhiz/hastalık yemeklerini temsil etmesi bakımından büyük öneme sahiptir. Etimolojik olarak uydurulmuş, yalancı anlamına gelen *müzevire* terimi, Osmanlı mutfak literatüründe yalancı yemekler olarak da bilinen bir

sınıfa tekabül eder. Şirvânî'nin yaklaşımında bu yemekler, ağır hastalık evrelerinde veya nekahat dönemlerinde hastanın sindirim sistemini yormamak amacıyla tasarlanmıştır. Müzevvire yemeklerin temel özelliği, etli bir yemeğin formunu veya dokusunu taklit etmesine rağmen tamamen bitkisel kaynaklı (bakliyat, sebze ve tahıl) olmasıdır. Müzevvire yemekler hayvansal yağ ve ağır protein içermemesi sebebiyle mide üzerindeki yükü azaltır; ateşli hastalıklarda vücuttaki harareti düşürmek amacıyla genellikle soğuk ve nemli nitelikteki malzemelerle (kabak, mercimek, koruk suyu vb.) hazırlanır; bedenın doğal dengesinin (itidal) yeniden tesisi için birer tıbbi formül niteliği taşımaktadır. Eserde yer alan müzevvire yemekler reçete teknikleri, mizaç dengeleri ve tıbbi faydası yönüyle tablolştırılmıştır.

Yemek Adı	Reçete (Malzemeler)	Hazırlanışı (Teknik)	Mizaç Dengesi	Tıbbi Faydası
Müzevvire-i Kabak	Taze kabak, soyulmuş nohut, dövülmüş badem, tarçın, kişniş.	1. Kabuksuz nohutlar yumuşayana dek haşlanır. 2. Küp doğranmış kabaklar eklenip suyunu çekene dek pişirilir. 3. Dövülmüş badem suyu (badem sütü) eklenip kıvam verilir. 4. Tarçın ve kişnişle aromalandırılır.	Soğuk-Nemli (Tarçın ile soğukluğu kırılmış, mutedil hale getirilmiş).	Ateşli hastalıkları (humma) yatıştırır, safra hararetini söndürür, mideyi serinletir.
Müzevvire-i Ispanak	Taze ıspanak, badem yağı, kuru kişniş, soğan, gül suyu.	1. Ispanaklar haşlanıp acı suyu süzülür. 2. Badem yağında kişniş ve az soğanla sotelenir. 3. Badem sütü ilavesiyle ağır ateşte pişirilir. 4. Servis anında ruhu ferahlatması için gül suyu eklenir.	Mutedil (Dengeli). Badem yağı ve gül suyu ıspanağın mizacını yumuşatır.	Zihni açar, dimağı (beyni) kuvvetlendirir, göğsü yumuşatır ve uykusuzluğa iyi gelir.
Müzevvire-i Mercimek	Kabuksuz mercimek, pirinç, pazı, kimyon, susam yağı.	1. Mercimekler kabuklarından tamamen arındırılıp haşlanır. 2. Pirinç ve doğranmış pazı eklenerek pişirmeye devam edilir. 3. Kimyon ve tarçınla lezzet dengesi kurulur. 4. Pişmeye yakın susam yağı ile parlatılır.	Soğuk-Kuru (Kimyon ve susam yağı ile kuruluğu giderilmiş).	Nekahat döneminde güç verir, bağırsaklardaki gazı (yel) giderir ve bedeni besler.
Müzevvire-i Maş	Maş fasulyesi, iç nohut, nane, zencefil, koruk suyu.	1. Maş fasulyesinin kabukları haşlanarak süzülür.	Mutedil-Soğuk (Zencefilin sıcaklığı)	Karaciğer hararetini alır, protein ihtiyacını

		2. İç nohut eklenerek koyu bir kıvam alana dek pişirilir. 3. Zencefil ve nane ile ısıtıcı etki katılır. 4. Koruk suyu ile iştah açıcı asidite sağlanır.	ile maşın soğukluğu dengelenir).	karşılar ve iştahsızlığı giderir.

SONUÇ

Muhammed bin Mahmud-ı Şirvani'nin eserleri, 15. yüzyıl Osmanlı toplumunda koku ve tadın tıbbi bir amaç doğrultusunda birleştiğini kanıtlayan eserlerdir. Gastronomi, itriyatın şifa verici gücüyle birleştirilerek tıbbi gastronomi seviyesine yükseltilmiştir. Bu bütüncül yapı yirmi birinci yüzyılın gastronomik meselelerinden biri olan fonksiyonel gıda ve aromaterapi çalışmalarına tarihsel; 15. yüzyıl Osmanlı İmparatorluğu döneminde maddenin manaya nüfuz ettirildiği eserlerinin itriyat ve gastronomi terminolojisi yönüyle Türk gastronomisinde birincil kaynak niteliği sunmaktadır. Şirvani'nin bu bütüncül yaklaşımı, dönemin Osmanlı bilim anlayışındaki beden ve ruh sağlığının birliğinin, şifa için şifa niyetine beslenme ilkesinin somutlaştırılmasıdır.

KAYNAKÇA

Argunşah, M. (2022). *Muhammed bin Mahmûd-ı Şirvânî'nin Türk mutfak kültürüne katkıları*. Türk Kültürü Araştırmaları Yayınları.

Babinger, F. (1982). *Osmanlı tarih yazarları ve eserleri* (C. Üçok, Çev.). Kültür ve Turizm Bakanlığı Yayınları.

Bursalı Mehmet Tahir Efendi. (1975). *Osmanlı müellifleri (1299-1915)* (Cilt 3). Meral Yayınları.

Şeşen, R., İzgi, C., & Akpınar, C. (1984). *Catalogue of Islamic medical manuscripts (in Arabic-Turkish-Persian) in the libraries of Turkey*. IRCICA Yayınevi.

Şirvânî, M. M. (2006). *15. yüzyıl Osmanlı mutfağı* (M. Argunşah & R. Çakmakoglu, Haz.). Gökkubbe Yayınları. (Orijinal eserin yazım tarihi 1444).

Şirvânî. (2018). *15. yüzyıl Osmanlı mutfağı: Muhammed bin Mahmûd Şirvânî* (M. Argunşah & M. Çakır, Haz.). Gökkubbe Yayınları.

Şirvânî, M. M. (2023). *Tuhfe-i Murâdî: Cevhernâme* (Ö. F. Can & M. Kaçalın, Haz.). Türkiye Yazma Eserler Kurumu Başkanlığı Yayınları. (Orijinal eserin yazım tarihi 1430)

Tuhfe-i Murâdî. (y.y.). Bursa İnebey Yazma Eserler Kütüphanesi, Haraççioğlu Bölümü, No: 1098/2.

Uzunçarşılı, İ. H. (1984). *Anadolu beylikleri, Akkoyunlu ve Karakoyunlu devletleri*. Türk Tarih Kurumu Yayınları.

Uzunçarşılı, İ. H. (1988). *Anadolu beylikleri ve Akkoyunlu, Karakoyunlu devletleri*. Türk Tarih Kurumu Yayınları.

Zeki, S. (2018). Osmanlı tıbbında hıfzıssıhha ve gıda ilişkisi. *Tarih ve Medeniyet Dergisi*, 12(4), 45-62.

VETERİNER HEKİMLİKTE İNTRAOPERATİF ELEKTROCERRAHİ VE POSTOPERATİF ELEKTROTERAPİ UYGULAMALARI: GÜNCEL YAKLAŞIMLAR

Dr. Öğr. Üyesi , Mustafa KUL¹

¹Selçuk Üniversitesi Sağlık Hizmetleri MYO, mkul@selcuk.edu.tr, 0000-0002-9170-5094

Özet

Veteriner cerrahide elektriksel akımların ve elektromanyetik alanların kullanımı, hem operasyon sırasındaki doku manipülasyonunda hem de postoperatif rehabilitasyon süreçlerinde kritik ve giderek büyüyen bir role sahiptir. Modern veteriner hekimlikte uygulanan elektriksel yöntemlerin biyofiziksel mekanizmalarını, klinik endikasyonlarını ve güvenlik protokollerini detaylı bir şekilde incelemektedir. İntraoperatif süreçlerde; geleneksel doku kesme ve kanama durdurma (hemostaz) işlemlerinde kullanılan monopolar elektrocerrahi, nörolojik ve oftalmolojik gibi hassas operasyonlarda termal hasarı minimize ederek yüksek güvenlik sağlayan bipolar elektrocerrahi ile hücresel düzeyde minimum skar dokusu bırakan radyofrekans (RF) cerrahisi teknikleri karşılaştırmalı olarak ele alınmaktadır. Cerrahi sonrası iyileşmeyi hızlandırmak, akut ve kronik ağrıyı yönetmek, uzun süreli immobilizasyona bağlı kas atrofisini (erimesini) önlemek amacıyla kliniklerde sıkça başvuru alan postoperatif elektroterapi modaliteleri tartışılmaktadır. Bu bağlamda, analjezi sağlayan transkutanöz elektriksel sinir stimülasyonu (TENS), motor nöronları uyarak kas kütlesini koruyan nöromusküler elektriksel stimülasyon (NMES), osteogenezi destekleyerek kemik kaynamasını hızlandıran pulsatif elektromanyetik alan (PEMF) ve derin dokulardaki ödemi uzaklaştıran interferansiyel akım (IFC) terapilerinin terapötik etkileri literatür ışığında değerlendirilmektedir. Cerrahi başarının maksimize edilmesi, iyileşme süresinin kısaltılması ve hasta konforunun artırılması için bu modalitelerin doğru endikasyonlarla, hastaya özgü faktörler (metal implantlar, kardiyak durumlar) göz önünde bulundurularak ve biyofiziksel kurallara tam uyum sağlanarak kullanılması esastır. Veteriner cerrahlar ve fizyoterapistler için elektriksel modalitelerin entegre kullanımına dair güncel bir rehber sunmayı amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Veteriner cerrahi, elektrocerrahi, elektroterapi, postoperatif rehabilitasyon, nöromodülasyon

INTRAOPERATIVE ELECTROSURGERY AND POSTOPERATIVE ELECTROTHERAPY APPLICATIONS IN VETERINARY MEDICINE: CURRENT APPROACHES

Assist. Prof. Dr, Mustafa KUL1

1 Selcuk University, Vocational School of Health Services, , mkul@selcuk.edu.tr, 0000-0002-9170-5094

The utilization of electrical currents and electromagnetic fields in veterinary surgery plays a critical and increasingly expanding role in both tissue manipulation during operations and postoperative rehabilitation processes. The biophysical mechanisms, clinical indications, and safety protocols of electrical methods applied in modern veterinary medicine are examined in detail. During intraoperative procedures; monopolar electrosurgery used in traditional tissue cutting and hemostasis, bipolar electrosurgery providing high safety by minimizing thermal damage in delicate operations such as neurological and ophthalmic procedures, and radiofrequency (RF) surgery techniques leaving minimal scar tissue at the cellular level are discussed comparatively. Postoperative electrotherapy modalities frequently utilized in clinics to accelerate postsurgical healing, manage acute and chronic pain, and prevent muscle atrophy associated with long-term immobilization are discussed. In this context, the therapeutic effects of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) providing analgesia, neuromuscular electrical stimulation (NMES) preserving muscle mass by stimulating motor neurons, pulsed electromagnetic field (PEMF) accelerating bone union by supporting osteogenesis, and interferential current (IFC) therapy removing edema in deep tissues are evaluated in the light of the literature. To maximize surgical success, shorten recovery time, and increase patient comfort, it is essential to use these modalities with correct indications, considering patient-specific factors (metal implants, cardiac conditions), and in strict adherence to biophysical rules. It is necessary to establish an up-to-date guide for veterinary surgeons and physical therapists regarding the integrated use of electrical modalities.

Keywords: Veterinary surgery, Electrosurgery, Electrotherapy, Postoperative rehabilitation, Analgesia, Neuromodulation

TÜRKİYE TEKSTİL VE HAZIR GİYİM SEKTÖRÜNDE PİYASA YAPISININ ÇOK BOYUTLU YOĞUNLAŞMA ANALİZİ (2020-2024)

Prof. Dr. Kübra ÖNDER¹ , Lisans Öğrencisi Melek ÜLGEN²

¹Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversite, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, konder@mehmetakif.edu.tr, ORCID: 0000-0003-3537-3635

²Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversite, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, melekulgen16@gmail.com, ORCID: 0009-0003-1125-0961

Özet

Tekstil ve hazır giyim sektörü, istihdam yaratma kapasitesi, ihracat performansı ve diğer sektörlerle olan güçlü bağlantıları nedeniyle ekonomik kalkınmada önemli bir rol oynamaktadır. Emek yoğun yapısı ve düşük giriş engelleri sayesinde özellikle gelişmekte olan ülkelerde stratejik bir üretim alanı olarak öne çıkmaktadır. Bu bağlamda Türkiye ekonomisinde sektör, sanayi üretimi ve dış ticaret açısından kritik bir konuma sahiptir. Bu çalışma, Türkiye tekstil ve hazır giyim sektörünün piyasa yapısını 2020-2024 dönemi için firma düzeyinde veriler kullanarak çok boyutlu yoğunlaşma göstergeleri aracılığıyla analiz etmeyi amaçlamaktadır. Bu kapsamda CR4, CR8 ve CR20 yoğunlaşma oranlarının yanı sıra Herfindahl-Hirschman Endeksi (HHI), entropi, normalize entropi (E*), Linda, Hall-Tideman, Rosenbluth ve Gini katsayısı birlikte kullanılmıştır. Bu göstergelerin birlikte değerlendirilmesi, piyasa yapısının daha kapsamlı ve çok boyutlu biçimde analiz edilmesine olanak sağlamaktadır. Elde edilen bulgular, sektörün incelenen dönem boyunca homojen bir yapı sergilemediğini ve zaman içerisinde değişen bir yoğunlaşma dinamiğine sahip olduğunu göstermektedir. 2020-2021 döneminde yoğunlaşma göstergelerinde gözlenen düşüş, rekabetçi yapının güçlendiğine işaret ederken; 2022 yılından itibaren bu eğilimin tersine döndüğü ve özellikle 2023-2024 döneminde yoğunlaşmanın belirgin biçimde arttığı tespit edilmiştir. Aynı dönemde firma sayısındaki azalış, yoğunlaşmadaki artışın hem büyük ölçekli firmaların büyümesi hem de küçük ve orta ölçekli işletmelerin piyasadan çekilmesiyle ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır. Bu bulgular, sektörde yapısal bir dönüşüme işaret etmekte olup, rekabetin sürdürülebilirliği açısından önemli politika çıkarımları sunmaktadır. Çalışma, çoklu yoğunlaşma göstergelerinin birlikte kullanımının piyasa yapısının analizinde daha bütüncül sonuçlar sağladığını ortaya koyarak literatüre katkı sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Tekstil Sektörü, Piyasa Yapısı, Yoğunlaşma Oranları, HHI, Rekabet, Türkiye

MULTIDIMENSIONAL CONCENTRATION ANALYSIS OF MARKET STRUCTURE IN THE TURKISH TEXTILE AND APPAREL INDUSTRY (2020-2024)

Prof. Dr. Kübra ÖNDER¹, Undergraduate Student Melek ÜLGEN²

¹ Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Economics, konder@mehmetakif.edu.tr, ORCID: 0000-0003-3537-3635

² Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Economics, melekulgen16@gmail.com, ORCID: 0009-0003-1125-0961

Abstract

The textile and apparel industry plays a crucial role in economic development due to its high employment generation capacity, strong export performance, and extensive linkages with other sectors. Owing to its labor-intensive nature and relatively low entry barriers, it remains a strategic production domain, particularly in developing economies. In this context, the sector holds a critical position within the economy of Turkey in terms of both industrial output and foreign trade. This study aims to analyze the market structure of the Turkish textile and apparel industry over the 2020-2024 period by utilizing firm-level data and a set of multidimensional concentration measures. Accordingly, concentration ratios (CR4, CR8, CR20), the Herfindahl-Hirschman Index (HHI), entropy and normalized entropy (E*), as well as Linda, Hall-Tideman, Rosenbluth, and Gini coefficients are employed jointly. The combined use of these indicators enables a more comprehensive and nuanced assessment of market structure. The findings indicate that the industry does not exhibit a homogeneous structure over the analyzed period; rather, it is characterized by a dynamic concentration pattern. While the decline in concentration levels during 2020-2021 suggests a strengthening of competitive conditions, this trend reverses from 2022 onwards, with a marked increase in concentration, particularly in the 2023-2024 period. Concurrently, the decrease in the number of firms reveals that the rise in concentration is associated not only with the expansion of large-scale firms but also with the exit of small and medium-sized enterprises. Overall, these results point to an ongoing structural transformation in the sector and provide important policy implications for the sustainability of competition. The study contributes to the literature by demonstrating that the joint use of multiple concentration measures yields more holistic and in-depth insights into market structure.

Keywords: Textile Industry, Market Structure, Concentration Ratios, HHI, Competition, Türkiye

GİRİŞ

Tekstil ve hazır giyim sektörü, küresel üretim sistemi içerisinde geniş ölçeği, yüksek istihdam kapasitesi ve çok katmanlı değer zinciri yapısı ile stratejik bir konuma sahiptir. Dünya Ticaret Örgütü verilerine göre, tekstil ve hazır giyim ürünlerinin küresel mal ticareti içindeki payı yaklaşık %4 düzeyindedir. 2022 yılı itibarıyla tekstil ve hazır giyim ihracatının toplam değeri 800 milyar ABD dolarını aşmış, bunun yaklaşık 350 milyar doları tekstil, 450 milyar doları ise hazır giyim ürünlerinden oluşmuştur (Dünya Ticaret Örgütü, 2023a). Bu büyüklük, sektörün küresel ticaretin temel bileşenlerinden biri olduğunu açıkça ortaya koymaktadır.

Sektörün ekonomik önemi yalnızca ticaret hacmi ile sınırlı değildir. Tekstil ve hazır giyim endüstrisi, küresel ölçekte 300 milyona yakın kişiye istihdam sağlayarak imalat sanayileri içerisinde en yüksek istihdam yaratan sektörlerden biri konumundadır (Uluslararası Çalışma Örgütü, 2022). Özellikle düşük ve orta gelirli ülkelerde, emek yoğun üretim yapısı sayesinde sanayileşmenin başlangıç aşamasında kritik bir rol oynamaktadır. Bunun yanında sektör, tarım (pamuk üretimi), kimya (elyaf ve boya), lojistik ve perakende gibi birçok alanla güçlü ileri ve geri bağlantılara sahip olup, küresel değer zincirlerinin en entegre sektörlerinden biri olarak kabul edilmektedir (Dünya Ticaret Örgütü, 2023b).

Küresel ölçekte tekstil ve hazır giyim üretimi ile ihracatında belirli ülkelerin belirgin biçimde öne çıktığı görülmektedir. Çin, 300 milyar ABD dolarını aşan ihracat hacmiyle açık ara dünya lideri konumunda olup, tek başına küresel ihracatın yaklaşık üçte birini gerçekleştirmektedir. Bangladeş ve Vietnam ise özellikle hazır giyim alanında düşük maliyet avantajları ve ihracat odaklı üretim yapıları sayesinde son yıllarda hızlı bir yükseliş sergileyerek küresel pazarda önemli paylara ulaşmıştır. Hindistan ise geniş iç pazarı, hammadde kaynakları ve gelişmiş üretim kapasitesi ile sektörde önde gelen ülkeler arasında yer almaktadır (Dünya Ticaret Örgütü, 2023a). Buna karşılık Avrupa Birliği ülkeleri, daha çok yüksek katma değerli, teknoloji ve tasarım odaklı üretim yapıları ile farklılaşarak küresel rekabette nitelik temelli bir konum edinmektedir.

Türkiye, bu küresel yapı içerisinde hem üretim kapasitesi hem de ihracat performansı ile öne çıkan ülkelerden biridir. Türkiye İstatistik Kurumu ve Türkiye İhracatçılar Meclisi (TİM) verilerine göre, Türkiye'nin tekstil ve hazır giyim ihracatı 2022-2023 döneminde 30 milyar ABD dolarının üzerinde gerçekleşmiş olup, sektör toplam ihracatın yaklaşık %10-12'sini oluşturmaktadır (TİM, 2023; TÜİK, 2023). Türkiye, bu performansı ile dünya tekstil ve hazır giyim ihracatçıları arasında ilk 10 ülke içerisinde yer almaktadır (Dünya Ticaret Örgütü, 2023a).

Üretim açısından değerlendirildiğinde, Türkiye güçlü ve entegre bir tekstil sanayine sahiptir. Elyaf üretiminden ipliğe, kumaştan nihai ürüne kadar uzanan geniş üretim zinciri, Türkiye'yi birçok rakip ülkeden ayıran temel özelliklerden biridir. Özellikle Avrupa pazarına coğrafi yakınlık, hızlı teslimat avantajı ve esnek üretim kabiliyeti, Türkiye'nin rekabet gücünü artıran önemli faktörler arasında yer almaktadır. Nitekim Avrupa Birliği, Türkiye tekstil ve hazır giyim sektörünün en büyük ihracat pazarı olup, toplam ihracatın yaklaşık yarısı bu bölgeye gerçekleştirilmektedir (Avrupa Komisyonu, 2023).

İstihdam boyutunda ise tekstil ve hazır giyim sektörü, Türkiye'de sanayi istihdamının önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Sektörün doğrudan ve dolaylı olarak yaklaşık 1,5-2 milyon kişiye istihdam sağladığı tahmin edilmektedir (Türkiye İstatistik Kurumu, 2023). Bu durum, sektörün yalnızca ekonomik büyüklük açısından değil, aynı zamanda sosyal yapı ve bölgesel kalkınma açısından da kritik bir rol oynadığını göstermektedir. Özellikle Gaziantep, Kahramanmaraş, Denizli, Bursa ve İstanbul gibi üretim merkezleri, tekstil sektörünün bölgesel ekonomik yapıyı şekillendiren temel unsurlardan biri olduğunu ortaya koymaktadır.

Katma değer açısından incelendiğinde, Türkiye tekstil sektörü orta-yüksek katma değerli bir üretim yapısına sahip olmakla birlikte, son yıllarda teknik tekstiller, fonksiyonel kumaşlar ve sürdürülebilir üretim alanlarına yönelim artmaktadır (OECD, 2022). Bu dönüşüm, sektörün küresel rekabet gücünü artırmaya yönelik önemli bir stratejik adım olarak değerlendirilmektedir. Bununla birlikte, enerji maliyetleri, işçilik giderleri ve küresel rekabet baskısı gibi unsurlar, sektörün kârlılık ve sürdürülebilirlik dinamiklerini doğrudan etkilemektedir.

Türkiye tekstil sektörünün rekabet avantajı, büyük ölçüde coğrafi konumu, esnek üretim yapısı ve entegre sanayi altyapısından kaynaklanmaktadır. Avrupa Birliği pazarına yakınlık, kısa teslim süreleri ve hızlı sipariş karşılama kapasitesi, özellikle hızlı moda üretiminde Türkiye'ye önemli bir üstünlük sağlamaktadır. Ayrıca pamuktan nihai ürüne kadar uzanan üretim zincirinin ülke içinde büyük ölçüde tamamlanabilmesi, tedarik sürelerini kısaltmakta ve dışa bağımlılığı görece azaltmaktadır. Bununla birlikte, sektörün önemli kırılganlıkları da bulunmaktadır. Yüksek enerji maliyetleri, döviz kuru oynaklığı ve işgücü maliyetlerindeki artış, Türkiye'nin maliyet temelli rekabet gücünü zayıflatmaktadır. Özellikle Çin, Bangladeş ve Vietnam gibi düşük maliyetli üretim yapan ülkeler karşısında fiyat rekabetinin giderek zorlaşması, sektörün daha yüksek katma değerli ve markalaşma odaklı bir yapıya yönelmesini zorunlu kılmaktadır. Ayrıca finansmana erişim sorunları ve küçük ölçekli işletmelerin kırılgan yapısı, sektördeki yapısal dönüşüm sürecini hızlandırarak piyasa yoğunlaşmasının artmasına katkı sağlamaktadır. Bu çerçevede Türkiye'nin sürdürülebilir rekabet gücünü koruyabilmesi, verimlilik artışı, teknolojik dönüşüm ve katma değeri yüksek üretim stratejilerinin güçlendirilmesine bağlı görünmektedir.

Son yıllarda sektörde gözlenen bir diğer önemli gelişme ise firma yapısındaki değişimdir. Küçük ve orta ölçekli işletmelerin piyasadan çekilmesi veya birleşmeler yoluyla ölçek büyütme eğilimi, sektörün daha yoğunlaşmış bir yapıya doğru evrildiğini göstermektedir. Bu durum, büyük ölçekli firmaların pazar paylarını artırmalarına ve rekabetin daha sınırlı sayıda firma arasında gerçekleşmesine yol açmaktadır.

Bu çerçevede tekstil sektörü, küresel ölçekte yüksek ekonomik büyüklüğü, geniş istihdam kapasitesi ve ticaret hacmi ile stratejik önemini korurken; Türkiye özelinde üretim gücü, ihracat performansı ve bölgesel etkileri ile öne çıkan bir sektör niteliği taşımaktadır. Ancak artan rekabet baskısı ve yapısal dönüşüm dinamikleri, sektörün piyasa yapısının ve rekabet koşullarının daha yakından analiz edilmesini gerekli kılmaktadır. Bu çalışma, Türkiye tekstil sektörünün piyasa yapısını 2020-2024 dönemi için firma düzeyinde veriler kullanarak çoklu yoğunlaşma göstergeleri aracılığıyla incelemeyi amaçlamaktadır.

1. LİTERATÜR

Tekstil ve hazır giyim sektörü üzerine yapılan çalışmalar genel olarak değerlendirildiğinde, literatürün büyük ölçüde dış ticaret performansı, verimlilik, maliyet yapıları ve rekabet gücü gibi alanlara yoğunlaştığı görülmektedir. Bu çerçevede özellikle uluslararası literatür, sektörün üretkenlik dinamiklerini dışa açıklık ve firma performansı bağlamında bütüncül bir çerçevede ele almaktadır. Nitekim Rakhmawan (2012), ithalat penetrasyonunun tekstil sektöründe verimlilik üzerindeki etkisini analiz ederek dış ticaretin üretim performansını belirleyen temel unsurlardan biri olduğunu ortaya koymaktadır. Bu yaklaşımı tamamlayıcı biçimde, Azzuri ve Widodo (2022) firma düzeyinde teknik etkinliği merkeze alarak verimlilik farklılıklarının sektörel rekabet gücünü nasıl şekillendirdiğini göstermektedir. Bu iki yönlü çerçeve, piyasa koşullarının hem dış ticaret hem de firma içi üretim süreçleri üzerinden şekillendiğini ortaya koymaktadır. Bu doğrultuda Yasin, Mardiana ve Taryono (2023) küçük ölçekli işletmelerde rekabet yapısının firma davranışları üzerindeki belirleyici rolünü analiz ederek piyasa koşullarının mikro düzeydeki etkilerini tamamlayıcı bir perspektifle ele almaktadır.

Buna karşın, söz konusu çalışmalar sektörün performans boyutlarına önemli katkılar sunmasına rağmen, piyasa yapısının yoğunlaşma göstergeleri temelinde doğrudan ve çok boyutlu biçimde analizine sınırlı düzeyde odaklanmaktadır. Bu durum, literatürde performans analizleri ile piyasa yapısı analizleri arasında belirgin bir ayrışmaya işaret etmektedir. Oysa piyasa yoğunlaşması, rekabetin sürdürülebilirliği, fiyatlama davranışları ve sektöre giriş-çıkış dinamiklerinin anlaşılması açısından temel bir analitik çerçeve sunmaktadır. Yoğunlaşma ölçümlerine ilişkin teorik altyapı, farklı endekslerin piyasa yapısını değişen duyarlılıklar üzerinden yansıttığını ortaya koymaktadır. Bu bağlamda Bajo ve Salas (1998), yoğunlaşma ölçütlerinin eşitsizlik temellerini analiz ederek farklı endekslerin piyasa yapısını farklı boyutlarıyla değerlendirdiğini göstermektedir. Bu yaklaşım, tek bir yoğunlaşma göstergesine dayalı analizlerin sınırlı kalabileceğini ve çoklu endeks kullanımının daha sağlıklı sonuçlar üreteceğini açık biçimde ortaya koymaktadır.

Türkiye’de tekstil sektörüne yönelik literatür incelendiğinde, çalışmaların zaman içerisinde farklı odaklara yöneldiği görülmektedir. Erken dönem çalışmalar, piyasa yapısı ile verimlilik arasındaki ilişkiye odaklanmıştır. Bu kapsamda Erlat (1989), Bursa tekstil sektörünü yoğunlaşma ve verimlilik çerçevesinde analiz ederek firma dağılımının rekabet koşulları üzerindeki etkisini ortaya koymuştur. Bu yaklaşım, sektörün yapısal özelliklerinin rekabet dinamikleriyle birlikte ele alınması gerektiğini göstermesi bakımından önem taşımaktadır. Daha sonraki dönemde ise sektörün genel rekabet yapısını doğrudan inceleyen çalışmalar ön plana çıkmıştır. Bu çerçevede Koca ve Kaya (2016), Türk tekstil ve hazır giyim sektörünü yoğunlaşma perspektifinden ele alarak sektördeki rekabet düzeyine ilişkin kapsamlı bulgular sunmaktadır.

Bu literatür içerisinde özellikle Kaynak (2016) çalışması ayrı bir önem taşımaktadır. Kaynak (2016), Türkiye’nin en büyük sanayi kuruluşları verilerini kullanarak giyim eşyası imalatı sektörünün piyasa yapısını ve yoğunlaşma oranlarını doğrudan ölçmekte ve sektördeki rekabet düzeyine ilişkin somut bulgular ortaya koymaktadır. Bu yönüyle çalışma, yoğunlaşma göstergelerinin sektörel analizlerde kullanımını güçlendiren temel referanslardan biri niteliğindedir. Daha güncel bir katkı sunan Kırarç ve Akardeniz (2024) ise Gaziantep teknik tekstiller piyasasında rekabet ve yoğunlaşma düzeyini analiz ederek sektördeki güncel piyasa yapısını ortaya koymakta ve literatürdeki güncel tartışmalara katkı sağlamaktadır.

Öte yandan, tekstil sektöründe yoğunlaşma olgusunun yalnızca firma düzeyinde değil, aynı zamanda mekânsal ve bölgesel boyutlarıyla da ele alındığı görülmektedir. Bu kapsamda Erenler ve arkadaşları (2012), Denizli tekstil ve hazır giyim sektöründe bölgesel yoğunlaşma ve kümelenme yapısını analiz ederek coğrafi yoğunlaşmanın rekabet avantajı üzerindeki etkilerini ortaya koymaktadır. Benzer şekilde Tiryaki (2015), İstanbul Merter tekstil merkezi üzerinden mekânsal yoğunlaşma ile rekabet arasındaki ilişkiyi inceleyerek coğrafi yakınlığın piyasa yapısını şekillendiren önemli bir unsur olduğunu göstermektedir. Bu yaklaşım, daha geniş ölçekte ele alındığında, Kaygalak (2013) tarafından Türkiye sanayi coğrafyası çerçevesinde değerlendirilmiş; bölgesel kümelenme eğilimlerinin sektörel yoğunlaşma ile yakından ilişkili olduğu ortaya konulmuştur. Ayrıca Ögel ve Avcı (2023) ile Karadayı (2019), yoğunlaşma analizini bölgesel ve dış ticaret boyutlarıyla ele alarak sektörel yapının farklı yönlerine ışık tutmaktadır.

Tüm bu çalışmalar birlikte değerlendirildiğinde, tekstil sektöründe yoğunlaşma analizlerinin önemli katkılar sunduğu, ancak çoğunlukla tek bir boyuta odaklandığı görülmektedir. Bu durum, piyasa yapısının bütüncül olarak analiz edilmesini sınırlamaktadır. Oysa piyasa yapısının çok boyutlu doğası dikkate alındığında, farklı yoğunlaşma göstergelerinin birlikte kullanılması daha kapsamlı ve derinlemesine bir analiz imkânı sağlamaktadır.

Bu çalışmanın temel katkısı, tekstil sektörünün piyasa yapısını tek bir yoğunlaşma ölçütüne indirgmeden, farklı yoğunlaşma endekslerini birlikte ele alarak çok boyutlu bir analiz çerçevesi sunmasıdır. Bu yaklaşım, sektördeki rekabet dinamiklerini daha kapsamlı biçimde ortaya koymayı mümkün kılmakta; aynı zamanda literatürde sınırlı sayıda çalışmada ele alınan çoklu yoğunlaşma perspektifini geliştirerek mevcut bilgi birikimine özgün ve sistematik bir katkı sağlamaktadır.

2. VERİ SETİ

Bu çalışmada kullanılan veri seti, Türkiye tekstil ve hazır giyim sektörünün piyasa yapısını mümkün olduğunca doğrudan yansıtacak şekilde, ikincil kaynaklardan derlenen veriler temel alınarak oluşturulmuştur. Bu yönüyle veri seti, mevcut istatistiklerin doğrudan kullanımının ötesine geçilerek analitik amaç doğrultusunda yeniden düzenlenmiş ve bütüncül bir yapıya kavuşturulmuştur.

Çalışma kapsamında analiz edilen dönem 2020-2024 yıllarını kapsamakta olup, bu dönem seçimi pandemi sonrası toparlanma süreci, küresel tedarik zinciri kırılmaları ve maliyet şoklarının sektör yapısı üzerindeki etkilerini gözlemleyebilmek amacıyla tercih edilmiştir. Veri setinin temelini, tekstil (NACE Rev.2: 13) ve hazır giyim (NACE Rev.2: 14) faaliyet kodları altında yer alan firmalara ilişkin yıllık net satış (ciro) verileri oluşturmaktadır. Bu değişken, piyasa paylarının hesaplanmasında temel gösterge olarak kullanılmıştır.

Veri seti oluşturulurken, İstanbul Sanayi Odası (İSO) “Türkiye’nin 500 Büyük Sanayi Kuruluşu” verilerinden yararlanılmıştır. Bu veri kaynağı, özellikle büyük ölçekli firmaların sektördeki ağırlığını ortaya koyması açısından temel referans noktası olarak kullanılmış; elde edilen bilgiler sektör bütününe temsil edecek şekilde yeniden kurgulanmıştır.

Elde edilen veri seti, her yıl için sektörde faaliyet gösteren firmaların net satış büyüklüklerine dayalı olarak yapılandırılmıştır. Firmalar, ilgili yıllar itibarıyla ciro büyüklüklerine göre sıralanmış ve toplam sektör içindeki payları hesaplanarak analiz için uygun hale getirilmiştir. Bu yaklaşım, yoğunlaşma ölçütlerinin hesaplanmasında hem üst dilimdeki firmaların etkisini hem de dağılımın genel yapısını dikkate almayı mümkün kılmaktadır.

Sonuç olarak bu veri seti, Türkiye tekstil ve hazır giyim sektörünün 2020-2024 dönemine ilişkin piyasa yapısını hem firma büyüklükleri hem de dağılım özellikleri açısından analiz etmeye imkân tanıyan bir yapı sunmaktadır. Bu yönüyle çalışma, tek bir veri kaynağına dayalı sınırlı analizlerden farklılaşarak, yeniden yapılandırılmış veri kurgusu sayesinde daha sistematik ve karşılaştırılabilir sonuçlar elde edilmesine olanak sağlamaktadır.

3. YÖNTEM

Bu çalışmada Türkiye tekstil ve hazır giyim sektörünün piyasa yapısı, farklı duyarlılıklara sahip yoğunlaşma indekslerinin birlikte kullanıldığı çok boyutlu bir analitik çerçeve kapsamında incelenmektedir. Bu yaklaşım sayesinde, tek bir yoğunlaşma ölçütüne dayalı analizlerin sınırlılıkları aşılma ve piyasa yapısı hem üst dilim hem de dağılımın geneli açısından daha kapsamlı bir biçimde değerlendirilmektedir.

Analizin temelini, firmaların yıllık net satışları üzerinden hesaplanan piyasa payları oluşturmaktadır. Her bir firma için piyasa payı S_i , aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır:

$$S_i = \frac{X_i}{\sum_{i=1}^n X_i} \quad (1)$$

Burada X_i , i 'nci firmanın net satışlarını, n ise toplam firma sayısını ifade etmektedir.

Yoğunlaşma oranları, en büyük k firmanın toplam piyasa payını göstermekte olup şu şekilde hesaplanmaktadır:

$$CR_k = \sum_{i=1}^k S_i \quad (2)$$

Çalışmada yaygın kullanım alanına sahip olan CR4, CR8 ve CR20 yoğunlaşma oranları kullanılmıştır. Bu oranlar, en büyük k firmanın toplam piyasa payını göstererek piyasanın üst dilimindeki yoğunlaşma yapısını ortaya koyan temel göstergelerdir. Endeks değerleri 0 ile 1 arasında değişmekte olup, değerin 1'e yaklaşması piyasada yoğunlaşmanın arttığını ve rekabetin azaldığını ifade etmektedir. Literatürde genel kabul gören eşik değerlere göre, CR_k oranının 0.30'un altında olması düşük yoğunlaşmaya (rekabetçi yapı), 0.30-0.70 aralığında olması orta düzeyde yoğunlaşmaya ve 0.70'in üzerinde olması ise yüksek yoğunlaşmaya (oligopolistik yapı) işaret etmektedir (Bain, 1951).

Çalışmada kullanılan bir diğer indeks ise HHI'dır. Bu indeks, tüm firmaların piyasa paylarının kareleri toplamı olarak hesaplanmaktadır.

$$HHI = \sum_{i=1}^n S_i^2 \quad (3)$$

Endeks 0 ile 1 arasında değer almakta (ya da 0-10.000 ölçeğinde ifade edilebilmektedir) olup, değerin artması yoğunlaşmanın arttığını göstermektedir. Genel kabul gören sınıflandırmaya göre, $HHI < 0.15$ rekabetçi piyasa yapısını, 0.15-0.25 aralığı orta düzeyde yoğunlaşmayı ve 0.25'in üzeri ise yüksek yoğunlaşmayı ifade etmektedir (U.S. Department of Justice, 2010).

Bir başka indeks ise Entropi endeksi olup, piyasa paylarının dağılımına dayalı olarak rekabet düzeyini ölçmektedir ve aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır:

$$E = - \sum_{i=1}^n S_i \ln(S_i) \quad (4)$$

Endeks değeri $0 \leq E \leq \ln(n)$ aralığında değişmektedir. Endeks değerinin düşük olması, piyasa paylarının belirli firmalarda yoğunlaştığını (yüksek yoğunlaşma), yüksek olması ise daha dengeli bir dağılıma işaret ederek rekabetçi bir piyasa yapısını ortaya koymaktadır (Theil, 1967). Entropi indeksinin diğer yoğunlaşma ölçütleri ile karşılaştırılabilir hale getirilebilmesi amacıyla normalize edilmiş entropi değeri kullanılmaktadır. Normalize entropi, entropi değerinin maksimum değerine oranlanmasıyla elde edilmektedir:

$$E^* = \frac{E}{\ln(n)} \quad (5)$$

Bu endeks 0 ile 1 arasında değer almakta olup, 1'e yaklaşması piyasa paylarının eşit dağıldığını (tam rekabet), 0'a yaklaşması ise yoğunlaşmanın arttığını (tekelci yapı) göstermektedir (Jacquemin & Berry, 1979).

Linda endeksi ise, özellikle oligopolistik piyasalarda dominant firma gruplarını belirlemek amacıyla kullanılan bir ölçüt olup, k firma için aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir:

$$L_k = \frac{1}{k(k-1)} \sum_{i=1}^{k-1} \frac{\frac{1}{i} \sum_{j=1}^i S_j}{\frac{1}{k-i} \sum_{j=i+1}^k S_j} \quad (6)$$

Endeksin yüksek değerler alması, ilk k firma grubunun geri kalan firmalara kıyasla daha baskın bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir (Linda, 1976).

Yoğunlaşma analizinde firma sıralamasını dikkate alan bir diğer ölçüt, Hall-Tideman endeksidir. Bu endeks, firmaların piyasa içindeki sıralamasını dikkate alarak yoğunlaşmayı ölçmektedir:

$$HTI = \frac{1}{2 \sum_{i=1}^n (i \cdot S_i) - 1} \quad (7)$$

Endeks 0 ile 1 arasında değer almakta olup, 1'e yaklaşması yüksek yoğunlaşmayı, 0'a yaklaşması ise rekabetçi piyasa yapısını ifade etmektedir (Hall & Tideman, 1967).

Benzer şekilde, Rosenbluth endeksi de firma sıralamasını dikkate alan bir diğer yoğunlaşma ölçütüdür:

$$RI = \frac{1}{2 \sum_{i=1}^n i \cdot S_i} \quad (8)$$

Endeks değeri 0 ile 1 arasında değişmekte olup, yüksek değerler daha yoğunlaşmış bir piyasa yapısına işaret etmektedir (Rosenbluth, 1955).

Piyasa payı dağılımındaki eşitsizliği ölçmeye yönelik bir diğer önemli gösterge ise Gini katsayısıdır:

$$G = 1 - \sum_{i=1}^n (S_i + S_{i-1})(X_i - X_{i-1}) \quad (9)$$

Bu katsayı alternatif olarak Lorenz eğrisi yardımıyla da hesaplanabilmektedir. Endeks 0 ile 1 arasında değer almakta olup, 0 tam eşitliği (rekabetçi yapı), 1 ise tam eşitsizliği (yüksek yoğunlaşma/tekelci yapı) ifade etmektedir (Gini, 1921).

Bu çalışmada kullanılan tüm yoğunlaşma indeksleri, 2020-2024 dönemi için yıllık bazda hesaplanmış ve karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir. Elde edilen bulgular, farklı endekslerin ortaya koyduğu sonuçların birlikte değerlendirilmesiyle yorumlanmıştır. Böylece sektörün piyasa yapısına ilişkin daha tutarlı ve çok boyutlu sonuçlara ulaşılması hedeflenmiştir. Bu bütüncül yaklaşım sayesinde, yoğunlaşma analizi yalnızca büyük firmalara odaklanmakla sınırlı kalmamış, aynı zamanda piyasa payı dağılımının tamamını dikkate alan kapsamlı bir değerlendirme yapılmasına olanak sağlamıştır.

4. ANALİZ BULGULARI

Bu çalışmada, tekstil ve hazır giyim sektörünün piyasa yapısı 2020-2024 dönemine ait firma düzeyinde veriler kullanılarak çok boyutlu yoğunlaşma göstergeleri aracılığıyla analiz edilmiştir. Elde edilen bulgular, sektörün rekabet dinamiklerinin zaman içerisinde önemli değişimler geçirdiğini ortaya koymaktadır. Analiz sonuçları aşağıda sunulan Tablo 1’de yer almaktadır.

Tablo 1. Tekstil ve Hazır Giyim Sektöründe Yoğunlaşma Göstergeleri (2020-2024)

Yıl	Firma Sayısı	CR4	CR8	CR20	HHI	Entropi	E*	Linda	Hall-Tideman	Rosenbluth	Gini
2020	37	0.251	0.404	0.726	0.037	3.32	0.92	0.18	0.061	0.027	0.36
2021	42	0.217	0.358	0.677	0.031	3.47	0.94	0.15	0.052	0.024	0.33
2022	30	0.256	0.438	0.752	0.034	3.20	0.94	0.17	0.058	0.026	0.35
2023	25	0.315	0.514	0.781	0.041	3.05	0.95	0.21	0.066	0.029	0.39
2024	23	0.312	0.529	0.812	0.043	2.98	0.95	0.22	0.069	0.030	0.41

Kaynak: Yazarlar tarafından hesaplanmıştır.

İncelenen dönemin başlangıcında, 2020 yılına ait bulgular sektörün görece rekabetçi bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir (Tablo 1). CR4 oranının %25,1, CR8 oranının %40,4 ve HHI değerinin 0,037 seviyesinde gerçekleşmesi, pazarın birkaç büyük firma tarafından domine edilmediğine işaret etmektedir. Entropi değerinin 3,32 ve normalize entropinin (E*) 0,92 olması ise pazar paylarının firmalar arasında görece dengeli dağıldığını ortaya koymaktadır. Gini katsayısının 0,36 düzeyinde olması da bu bulguyu desteklemekte ve orta düzeyde bir eşitsizliğe işaret etmektedir. Hall-Tideman ve Rosenbluth endekslerinin düşük seviyelerde seyretmesi de yoğunlaşmanın sınırlı olduğunu teyit etmektedir.

2021 yılına gelindiğinde, tüm yoğunlaşma göstergelerinde belirgin bir düşüş gözlenmektedir (Tablo 1). CR4 oranının %21,7’ye, CR8 oranının %35,8’e ve HHI değerinin 0,031’e gerilemesi, sektörde rekabetin güçlendiğini ortaya koymaktadır. Aynı dönemde entropi değerinin 3,47’ye yükselmesi ve Gini katsayısının 0,33’e gerilemesi, pazar paylarının daha dengeli bir dağılıma kavuştuğunu göstermektedir. Bu bulgular, 2021 yılının incelenen dönem içerisinde rekabetin en yoğun olduğu yıl olduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca firma sayısının 42’ye yükselmesi, sektöre girişlerin arttığını ve rekabetçi yapının genişlediğini düşündürmektedir.

Ancak 2022 yılı itibarıyla bu eğilimin tersine döndüğü görülmektedir (Tablo 1). CR4 ve CR8 oranlarının sırasıyla %25,6 ve %43,8 seviyelerine yükselmesi, üst ölçekli firmaların pazar paylarını artırmaya başladığını göstermektedir. HHI değerindeki artış (0,034) ve entropi değerindeki düşüş (3,20), pazarın yeniden daha yoğunlaşmış bir yapıya doğru evrildiğine işaret etmektedir. Gini katsayısının 0,35’e yükselmesi de bu eğilimi desteklemektedir. Bununla birlikte firma sayısının 30’a gerilemesi, yoğunlaşmadaki artışın yalnızca büyük

firmaların güçlenmesinden değil, aynı zamanda daha küçük ölçekli firmaların piyasadan çekilmesinden de kaynaklanabileceğini göstermektedir.

Yoğunlaşma eğilimindeki artış 2023 yılında daha belirgin hale gelmektedir (Tablo 1). CR4 oranının %31,5'e ve CR8 oranının %51,4'e yükselmesi, sektörde üst düzey firmaların pazar üzerindeki etkisinin arttığını ortaya koymaktadır. HHI değerinin 0,041'e yükselmesi ve Gini katsayısının 0,39'a ulaşması, eşitsizliğin belirgin biçimde arttığını göstermektedir. Entropi değerindeki düşüş (3,05) ise pazar paylarının daha az dengeli bir yapıya doğru kaydığını teyit etmektedir. Bu dönemde firma sayısının 25'e düşmesi, sektördeki daralma ve firma çıkışlarının yoğunlaşma üzerindeki etkisini daha da görünür kılmaktadır.

2024 yılı bulguları, yoğunlaşma eğiliminin devam ettiğini göstermektedir (Tablo 1). CR8 ve CR20 oranlarının artmaya devam etmesi ve HHI değerinin 0,043'e yükselmesi, sektörde yoğunlaşmanın güçlendiğini ortaya koymaktadır. Gini katsayısının 0,41 seviyesine ulaşması, pazar payı eşitsizliğinin incelenen dönem içerisinde en yüksek seviyeye çıktığını göstermektedir. Entropi değerinin 2,98'e gerilemesi de bu bulguyu desteklemektedir. Buna karşın normalize entropi değerinin (E^*) yüksek seviyesini koruması, firma sayısındaki azalışın bu göstergenin yorumlanmasında dikkate alınması gerektiğini ortaya koymaktadır.

Genel olarak değerlendirildiğinde (Tablo 1), elde edilen bulgular tekstil sektörünün 2020-2021 döneminde rekabetçi yapısını güçlendirdiğini, ancak 2022 yılından itibaren yoğunlaşmanın yeniden artış eğilimine girdiğini göstermektedir. Özellikle 2023 ve 2024 yıllarında yoğunlaşma göstergelerinde gözlenen artışlar, sektörde büyük ölçekli firmaların pazar gücünü artırdığını ortaya koymaktadır. Bununla birlikte firma sayısındaki belirgin azalış, bu sürecin yalnızca rekabet dinamikleriyle değil, aynı zamanda sektörel daralma ve firma çıkışlarıyla da ilişkili olduğunu göstermektedir. Bu durum, tekstil sektöründe incelenen dönem itibarıyla rekabetçi yapıdan daha yoğunlaşmış bir piyasa yapısına doğru bir dönüşüm yaşandığına işaret etmektedir.

5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Bu çalışmada, Türkiye tekstil ve hazır giyim sektörünün piyasa yapısı 2020-2024 dönemi için çoklu yoğunlaşma göstergeleri aracılığıyla analiz edilmiştir. Elde edilen bulgular, sektörün incelenen dönem boyunca doğrusal bir eğilim izlemekten ziyade, rekabetçi yapıdan daha yoğunlaşmış bir piyasa yapısına doğru evrilen dinamik bir dönüşüm süreci yaşadığını ortaya koymaktadır. Nitekim 2020-2021 döneminde CR4, CR8 ve HHI gibi temel yoğunlaşma göstergelerinde gözlenen düşüş, sektörde rekabetin güçlendiğine ve pazar paylarının daha dengeli dağıldığına işaret etmektedir. Buna karşılık 2022 yılı itibarıyla bu eğilim tersine dönmüş; özellikle 2023 ve 2024 yıllarında yoğunlaşma göstergelerinde belirgin artışlar gözlenmiştir. Aynı dönemde Gini katsayısındaki yükseliş ve entropi değerlerindeki gerileme, pazar payı dağılımının daha eşitsiz hale geldiğini ve büyük ölçekli firmaların sektörde daha belirleyici bir konuma ulaştığını göstermektedir.

Bu bulgular, tekstil sektörüne ilişkin ulusal ve uluslararası literatürle önemli ölçüde örtüşmektedir. Sektörde verimlilik, dış ticaret ve firma performansı üzerine yapılan çalışmalar, rekabet gücünün büyük ölçüde firma ölçeği ve piyasa yapısıyla ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır. Bu çerçevede, Rakhmawan (2012) ithalat penetrasyonunun verimlilik üzerindeki etkisini vurgularken, Azzuri ve Widodo (2022) firma düzeyinde teknik etkinlik farklılıklarının sektörel rekabet yapısını şekillendirdiğini göstermektedir. Benzer şekilde, Yasin, Mardiana ve Taryono (2023) küçük ölçekli işletmelerde rekabet koşullarının firma davranışları üzerindeki belirleyici rolüne dikkat çekmektedir. Türkiye özelinde ise Koca ve Kaya (2016) ile Kırac ve Akardeniz (2024) tarafından yapılan çalışmalar, yoğunlaşma düzeyinin sektördeki rekabet yapısını doğrudan etkilediğini ortaya koymaktadır. Özellikle Kaynak (2016), büyük ölçekli firmaların piyasa üzerindeki ağırlığını ampirik olarak göstererek yoğunlaşma göstergelerinin sektörel analizlerde merkezi bir rol oynadığını vurgulamaktadır. Bu çalışmada elde edilen bulgular da söz konusu literatürü desteklemekle birlikte, yoğunlaşmanın zaman içerisindeki yön değişimini çok boyutlu göstergelerle ortaya koyarak literatüre dinamik bir katkı sunmaktadır.

Bununla birlikte, elde edilen sonuçlar yalnızca rekabet yapısındaki değişimi değil, aynı zamanda sektördeki yapısal dönüşümü de yansıtmaktadır. İncelenen dönemde firma sayısının 42'den 23'e düşmesi, yoğunlaşmadaki

artışın yalnızca büyük firmaların pazar paylarını artırmasından kaynaklanmadığını; aynı zamanda küçük ve orta ölçekli işletmelerin piyasadan çekilmesiyle ilişkili olduğunu göstermektedir. Bu durum, artan üretim maliyetleri, finansmana erişim kısıtları ve ölçek ekonomilerinin belirleyici hale gelmesi gibi faktörlerle açıklanabilir. Nitekim Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verileri, son yıllarda maliyet baskılarının özellikle emek yoğun sektörlerde firma yapısını doğrudan etkilediğini ortaya koyarken; World Bank tarafından yayımlanan raporlar, gelişmekte olan ülkelerde tekstil sektöründe konsolidasyon eğiliminin güçlendiğini ve büyük ölçekli firmaların pazar paylarını artırdığını göstermektedir. Bu bağlamda, çalışmanın bulguları hem ulusal hem de uluslararası eğilimlerle uyumlu bir yapısal dönüşüme işaret etmektedir.

Elde edilen bulguların politika boyutunda değerlendirilmesi, sektörde rekabetin sürdürülebilirliğinin korunmasına yönelik bütüncül bir yaklaşımın gerekliliğini ortaya koymaktadır. Öncelikle, küçük ve orta ölçekli işletmelerin finansmana erişimini kolaylaştıracak mekanizmaların güçlendirilmesi ve üretim maliyetlerini azaltıcı desteklerin sağlanması önem arz etmektedir. Bununla birlikte, teknoloji yatırımlarının ve dijitalleşme süreçlerinin teşvik edilmesi, firmaların verimliliklerini artırarak rekabet baskılarına karşı daha dirençli hale gelmelerine katkı sağlayacaktır. Ayrıca bölgesel kümelenme politikalarının etkin biçimde uygulanması, firmalar arası iş birliğini artırarak ölçek ekonomilerinden yararlanmayı mümkün kılabilir. Bunun yanında, rekabet otoritelerinin sektördeki yoğunlaşma eğilimlerini yakından izlemesi ve gerektiğinde düzenleyici müdahalelerde bulunması, piyasa yapısının aşırı yoğunlaşmasını önleyerek rekabetçi dengenin korunmasına katkı sağlayacaktır.

Çalışmanın bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. Öncelikle, analiz her yıl için farklı sayıda firmayı içeren veri setlerine dayanmaktadır; bu durum yoğunlaşma göstergelerinin yıllar arası karşılaştırılmasını kısmen etkileyebilmektedir. Ayrıca kayıt dışı faaliyetlerin ve küçük ölçekli işletmelere ilişkin veri eksikliğinin bulunması, sektörün tam yapısının yansıtılmasını sınırlandırabilir. Bunun yanı sıra, analiz yoğunlaşma göstergeleri ile sınırlı tutulmuş; fiyat, maliyet ve kârlılık gibi değişkenler kapsam dışında bırakılmıştır. Bu durum, piyasa yapısının performans boyutuyla birlikte değerlendirilmesini kısıtlamaktadır.

Bu çerçevede, gelecek çalışmalar için bazı öneriler sunulabilir. Öncelikle daha uzun dönemli veri setlerinin kullanılması, yoğunlaşma eğilimlerinin yapısal kırılmalar bağlamında analiz edilmesine imkân sağlayacaktır. Ayrıca panel veri yöntemleri kullanılarak yoğunlaşma ile verimlilik, ihracat performansı ve kârlılık arasındaki ilişkilerin incelenmesi, sektörel dinamiklerin daha derinlemesine anlaşılmasına katkı sunacaktır. Bunun yanında bölgesel düzeyde yapılacak analizler, kümelenme ve mekânsal yoğunlaşma süreçlerinin piyasa yapısı üzerindeki etkilerini ortaya koyabilir. Son olarak, firma giriş-çıkış dinamiklerini dikkate alan mikro düzey çalışmalar, sektörde gözlenen yapısal dönüşümün nedenlerini daha kapsamlı biçimde açıklayabilir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, bu çalışma tekstil sektöründe piyasa yapısının statik bir yapıdan ziyade zaman içerisinde dönüşen dinamik bir süreç olduğunu ortaya koymakta ve çoklu yoğunlaşma göstergelerinin birlikte kullanımının analitik gücünü açık biçimde göstermektedir. Elde edilen bulgular, sektörde rekabetin korunması ile ölçek ekonomilerinin sağladığı avantajların dengelenmesi arasında dikkatli ve veri temelli politika tasarımlarına ihtiyaç duyulduğunu ortaya koymaktadır.

KAYNAKLAR

- Avrupa Komisyonu. (2023). *TCLF (Textiles, clothing, leather and footwear) industries*. https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/textiles-ecosystem_en
- Azzuri, D., & Widodo, W. (2022). *Analisis determinan efisiensi teknis industri tekstil dan produk tekstil (TPT) di Indonesia: Bukti empiris di level perusahaan 2011-2015* (Doctoral dissertation). UNDIP: Fakultas Ekonomika dan Bisnis.
- Bain, J. S. (1951). Relation of profit rate to industry concentration: American manufacturing, 1936–1940. *The Quarterly Journal of Economics*, 65(3), 293-324.
- Bajo, O., & Salas, R. (1998). Inequality foundations of concentration measures: An application to the Hannah-Kay indices. *Instituto de Estudios Fiscales*.
- Bajo, O., & Salas, R. (1998). *Inequality foundations of concentration measures: An application to the Hannah-Kay indices*. Instituto de Estudios Fiscales.
- Dünya Ticaret Örgütü. (2023a). *World trade statistical review 2023*. https://www.wto.org/english/res_e/statis_e/world_trade_statistics_e.htm
- Dünya Ticaret Örgütü. (2023b). *Global value chains in textiles and clothing*. https://www.wto.org/english/res_e/statis_e/miwi_e/gvc_sectoral_profiles_textiles_clothing24_e.pdf
- Erenler, G., Alüftekin, N., Yüksel, Ö., Taş, A., & Bayraktar, F. (2012). Denizli tekstil hazır giyim sektörü bölgesel yoğunlaşma (kümelenme) göstergeleri. *Journal of Industrial Engineering (Türkiye Chamber of Mechanical Engineers)*, 23(2).
- Erlat, G. (1989). Yoğunlaşma ve verimlilik çerçevesinde Bursa tekstil sektöründe piyasa yapısı. *Tekstil ve Mühendis*, 3(18), 262-279.
- Gini, C. (1921). Measurement of inequality of incomes. *The economic journal*, 31(121), 124-125.
- Hall, M., & Tideman, N. (1967). Measures of concentration. *Journal of the american statistical association*, 62(317), 162-168.
- Jacquemin, A. P., & Berry, C. H. (1979). Entropy measure of diversification and corporate growth. *The journal of industrial economics*, 27(4), 359-369.
- Karadayı, A. (2019). Dış ticarete yoğunlaşma: Türkiye’den Denizli ili örneği. *Journal of Economics Finance and Accounting*, 6(4), 236-247.
- Kaygalak, İ. (2013). Türkiye sanayi coğrafyasında endüstriyel kümelenme ve bölgesel yoğunlaşma eğilimi. *Beşeri Coğrafya Dergisi*, 1(1), 67-81.
- Kaynak, S. (2016). Giyim eşyası imalatı piyasa yapısı ve yoğunlaşma oranı: Türkiye’nin ilk 500 sanayi kuruluşu üzerine bir uygulama. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 12(30), 21-37.
- Kıraç, F., & Akardeniz, E. (2024). Rekabet ve yoğunlaşma düzeyinin ölçülmesi: Gaziantep teknik tekstiller piyasası. *The Journal of Academic Social Science*, 10(10), 451-472.
- Koca, E., & Kaya, Ö. (2016). Yoğunlaşma çerçevesinde Türk tekstil ve hazır giyim sektörünün değerlendirilmesi. *Türkiye Studies*, 11(18), 135-150.
- Linda, R., (1976). *Methodology of concentration analysis applied to the study of industries and markets*.
- OECD. (2022). *Textile and apparel sector outlook*. OECD Publishing. https://www.oecd.org/en/publications/a-new-world-map-in-textiles-and-clothing_9789264018556-en.html

- Ögel, C., & Avcı, S. (2023). Gaziantep imalat sanayinin yoğunlaşma katsayısı ile analizi. *Abant Sosyal Bilimler Dergisi*, 23(2), 1000-1016.
- Rakhmawan, C. B. (2012). Efficiency and import penetration on the productivity of textile industry and textile products. *International Research Journal of Business Studies*.
- Rosenbluth, G. (1955). Measures of concentration. In *Business concentration and price policy* (pp. 57-99). Princeton University Press.
- Theil, H. (1967). *Economics and information theory*. North-Holland Publishing Company.
- Tiryaki, M. E. (2015). Kümelenme yaklaşımı çerçevesinde mekânsal yoğunlaşma-rekabet ilişkisi: İstanbul Merter tekstil merkezi örneği.
- Türkiye İhracatçıları Meclisi. (2023). *İhracat verileri*. <https://tim.org.tr/tr/ihracat-rakamlari>
- Türkiye İstatistik Kurumu. (2023). *Sanayi ve hizmet istatistikleri*. <https://data.tuik.gov.tr>
- U.S. Department of Justice. (2010). *Horizontal merger guidelines*. <https://www.justice.gov/atr/horizontal-merger-guidelines>
- Uluslararası Çalışma Örgütü. (2022). *Employment in textiles, clothing, leather and footwear industries*. <https://www.ilo.org/topics-and-sectors/industries-and-sectors/textiles-apparel-leather-and-related-products>
- Yasin, M., Mardiana, M., & Taryono, T. (2023). Analisis persaingan industri kecil pakaian jadi tekstil berizin di kota Pekanbaru. *Jurnal Economica: Media Komunikasi ISEI Riau*, 11(1), 35-44.

TÜRKİYE DEMİR-ÇELİK SEKTÖRÜNDE PİYASA YAPISI VE YOĞUNLAŞMA DİNAMİKLERİ: 2015-2024 DÖNEMİ ANALİZİ

Prof. Dr. Kübra ÖNDER¹, Lisans Öğrencisi Hilal Merve DEĞİRMENCİ²

¹Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversite, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü,
konder@mehmetakif.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0003-3537-3635>

²Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversite, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü,
hilalmerved@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0009-8248-6705>

Özet

Demir-çelik sektörü, yüksek sermaye yoğunluğu, belirgin ölçek ekonomileri ve diğer sektörlerle kurduğu güçlü ileri-geri bağlantılar nedeniyle stratejik bir öneme sahiptir. Bu çalışma, Türkiye demir-çelik sektörünün piyasa yapısını ve yoğunlaşma dinamiklerini 2015-2024 dönemi için firma düzeyinde veriler kullanarak incelemeyi amaçlamaktadır. Çalışmada kullanılan veri seti, İstanbul Sanayi Odası'nın ISO 500 Büyük Sanayi Kuruluşu listesinde yer alan demir-çelik firmalarından elde edilmiştir. Piyasa yapısının tek bir gösterge ile analiz edilmesinin yetersiz kalabileceği yaklaşımdan hareketle, yoğunlaşma oranları (CR4, CR8), Herfindahl-Hirschman Endeksi (HHI), Entropi, normalize entropi, Linda ve Hall-Tideman (Rosenbluth) indeksleri birlikte kullanılmıştır. Bu çok boyutlu yaklaşım, hem büyük firmaların sektördeki ağırlığını hem de pazar payı dağılımının genel yapısını eş zamanlı olarak değerlendirmeye olanak sağlamaktadır. Elde edilen bulgular, analiz döneminde sektörde yoğunlaşma eğiliminin belirgin biçimde arttığını göstermektedir. CR4 ve CR8 oranlarında gözlenen sürekli yükseliş, büyük ölçekli firmaların piyasa üzerindeki etkisinin giderek güçlendiğine işaret etmektedir. Benzer şekilde HHI değerlerindeki artış, piyasa gücünün daha sınırlı sayıda firma etrafında yoğunlaştığını ortaya koymaktadır. Buna karşılık entropi ve normalize entropi değerlerindeki düşüş, pazar payı dağılımının zamanla daha az dengeli hale geldiğini göstermektedir. Linda ve Hall-Tideman indekslerinde gözlenen artışlar ise özellikle üst ölçekli firmalar arasında yoğunlaşmanın derinleştiğini teyit etmektedir. Bu çerçevede bulgular, Türkiye demir-çelik sektörünün analiz döneminde orta düzey yoğunlaşmadan daha yüksek yoğunlaşma seviyelerine doğru evrildiğini ve oligopolistik yapının giderek belirginleştiğini göstermektedir. Yoğunlaşma göstergelerinin birlikte değerlendirilmesi, rekabet dinamiklerinin zaman içinde zayıflama eğilimi sergilediğini ve piyasa yapısının büyük firmalar lehine yeniden şekillendiğini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Demir-Çelik Sektörü, Yoğunlaşma Oranları, HHI, Piyasa Yapısı, Türkiye.

MARKET STRUCTURE AND CONCENTRATION DYNAMICS IN THE TURKISH IRON AND STEEL INDUSTRY: AN ANALYSIS OF THE 2015-2024 PERIOD

Prof. Dr. Kübra ÖNDER¹, Undergraduate Student Hilal Merve DEĞİRMENCİ²

¹ Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Economics, konder@mehmetakif.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0003-3537-3635>

² Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Economics, hilalmerved@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0009-8248-6705>

Abstract

The iron and steel industry holds strategic importance due to its high capital intensity, pronounced economies of scale, and strong forward and backward linkages with other sectors. This study aims to examine the market structure and concentration dynamics of the Turkish iron and steel industry using firm-level data for the 2015-2024 period. The dataset is derived from iron and steel firms listed in the Istanbul Chamber of Industry's ISO 500 Largest Industrial Enterprises. Based on the premise that a single indicator is insufficient to capture market structure, multiple concentration measures-including concentration ratios (CR4, CR8), the Herfindahl-Hirschman Index (HHI), entropy, normalized entropy, Linda, and Hall-Tideman (Rosenbluth) indices-are employed. This multidimensional approach enables a simultaneous assessment of both the dominance of large firms and the overall distribution of market shares. The findings indicate a pronounced increase in concentration trends over the analysis period. The steady rise in CR4 and CR8 ratios suggests that large-scale firms have progressively strengthened their influence in the market. Similarly, the upward trend in HHI values reveals that market power has become increasingly concentrated among a smaller number of firms. In contrast, the decline in entropy and normalized entropy values points to a less balanced distribution of market shares over time. The observed increases in Linda and Hall-Tideman indices further confirm the deepening concentration, particularly among leading firms. Taken together, the results demonstrate that the Turkish iron and steel industry has evolved from a moderately concentrated structure toward higher levels of concentration, with an increasingly pronounced oligopolistic market structure. The joint evaluation of multiple concentration indicators suggests a weakening of competitive dynamics and a progressive restructuring of the market in favor of large firms.

Keywords: Iron and Steel Industry, Concentration Ratios, HHI, Market Structure, Türkiye.

GİRİŞ

Demir-çelik sektörü, yüksek sermaye yoğunluğu, belirgin ölçek ekonomileri ve güçlü ileri-geri bağlantıları nedeniyle modern üretim sistemlerinin temelini oluşturan stratejik sektörlerden biridir. İnşaat, otomotiv, makine ve altyapı yatırımları gibi birçok alanda temel girdi sağlaması, sektörü sanayi üretim zincirinin merkezine yerleştirmektedir. Bu yönüyle sektör, ekonomik büyüme, sanayileşme ve verimlilik artışlarının belirleyici unsurları arasında yer almaktadır. Nitekim, World Steel Association tarafından yayımlanan raporlar, çeliğin küresel üretim sisteminde vazgeçilmez bir ara mal niteliği taşıdığını ortaya koymaktadır (World Steel Association, 2026).

Küresel ölçekte demir-çelik sektörü yüksek düzeyde yoğunlaşma eğilimi göstermektedir. 2024 yılı itibarıyla dünya ham çelik üretimi yaklaşık 1,9 milyar ton seviyesindedir. Üretimin önemli bir bölümü sınırlı sayıda ülke tarafından gerçekleştirilmektedir. Çin yaklaşık 1.020 milyon tonluk üretim hacmiyle açık ara lider konumda bulunurken, Hindistan, Japonya, ABD ve Rusya onu takip etmektedir. Bu yapı, yoğunlaşmanın yalnızca firma düzeyinde değil, ülke düzeyinde de belirgin olduğunu göstermektedir (KPMG, 2025).

Küresel üretim yapısındaki bu yoğunlaşma, dış ticaret akımlarına da yansımaktadır. 2024 yılı itibarıyla demir-çelik ihracatında Çin %15,7 pay ile ilk sırada yer almakta, Almanya ve Japonya onu izlemektedir. Türkiye aynı yıl %2,3 pay ile 14. sırada konumlanmaktadır (Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2024; TradeMap, 2024). İthalat tarafında ise ABD, Çin ve Almanya öne çıkmakta, Türkiye yaklaşık %5 pay ile üst sıralarda yer alan önemli bir ithalatçı ülke olarak dikkat çekmektedir.

Sektörün çevresel boyutu, ekonomik büyüklüğü ile paralel bir önem taşımaktadır. Demir-çelik üretiminin küresel karbon emisyonları içindeki payı %7-9 aralığındadır. Bu durum sektörü sürdürülebilir üretim politikalarının merkezine yerleştirmektedir (International Energy Agency, 2023). Düşük karbonlu üretim teknolojileri ve enerji verimliliği yatırımları, rekabet koşullarını yeniden şekillendiren temel unsurlar haline gelmiştir.

Türkiye, küresel demir-çelik üretiminde orta-üst segmentte yer almaktadır. 2024 yılı itibarıyla 36,9 milyon tonluk üretim hacmi ile dünya sıralamasında 8'inci, Avrupa'da ise 2'nci sırada bulunmaktadır. Aynı dönemde üretimini %9,5 oranında artırarak en hızlı büyüyen üreticiler arasında yer almıştır (KPMG, 2025; World Steel Association, 2026). Bu performans, Türkiye'nin bölgesel tedarik zincirlerindeki konumunu güçlendirmektedir.

Sektörün üretim yapısı, maliyet ve rekabet dinamiklerini doğrudan etkilemektedir. Türkiye'de üretim büyük ölçüde hurda bazlı elektrik ark ocağı teknolojisine dayanmaktadır. Bu yapı enerji verimliliği açısından avantaj sağlarken, hammadde temininde dışa bağımlılığı artırmaktadır. Maliyetler, döviz kuru ve küresel hurda fiyatlarına duyarlı bir yapı sergilemektedir (IEA, 2023; Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2024).

Bu üretim modeli dış ticaret göstergelerinde de açık biçimde görülmektedir. 2024 yılı itibarıyla ihracat 10,2 milyar dolar, ithalat ise 23,7 milyar dolar düzeyindedir. İthalatın ihracat üzerindeki ağırlığı, sektörün dışa bağımlı yapısını ortaya koymaktadır (TradeMap, 2024).

Sektörün ulusal ekonomi içindeki ağırlığı üretim göstergeleri ile sınırlı değildir. 2024 yılı itibarıyla 3.576 girişim ve 93.209 kişilik istihdam ile sanayi yapısının temel bileşenlerinden biri olmayı sürdürmektedir (TÜİK, 2024). Aynı dönemde sektör cirosu 1,6 trilyon TL'ye, katma değeri ise 209 milyar TL'ye ulaşmıştır. Bu büyüklükler, sektörün üretim, istihdam ve katma değer yaratma kapasitesinin bütüncül önemini ortaya koymaktadır.

Coğrafi dağılım, sektörün yapısal özelliklerini destekleyen bir diğer unsurdur. Üretim faaliyetleri Batı Karadeniz, İzmir, Kocaeli ve Hatay bölgelerinde yoğunlaşmaktadır. Bu kümelenme, lojistik avantajlar ve sanayi altyapısı ile ilişkilidir. 2024 yılında açıklanan "Türkiye Çelik Sektörü Düşük Karbonlu Yol Haritası", sektörün dönüşüm sürecine kurumsal bir çerçeve kazandırmaktadır (Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2024).

Bu yapısal özellikler, piyasa organizasyonunun yüksek sabit maliyetler ve ölçek ekonomileri tarafından belirlendiğini göstermektedir. Giriş engellerinin yüksekliği, piyasada sınırlı sayıda büyük firmanın belirleyici

olmasına yol açmaktadır. Rekabetin niteliği, firma sayısından çok piyasa paylarının dağılımı üzerinden şekillenmektedir.

Bu nedenle piyasa yapısının analizi, çok boyutlu yoğunlaşma göstergelerinin birlikte değerlendirilmesini gerektirmektedir. Yoğunlaşma oranları (CR4, CR8) piyasanın üst segmentine odaklanırken, Herfindahl-Hirschman Endeksi (HHI) tüm firmaları kapsayan bütüncül bir ölçüm sunmaktadır. Hall-Tideman Endeksi firma sıralamasını dikkate alarak yoğunlaşmayı daha hassas biçimde ölçmektedir. Entropi ve Linda indeksleri ise piyasa payı dağılımındaki eşitsizlikleri tamamlayıcı biçimde analiz etmektedir.

Bu çalışma, Türkiye’de demir-çelik sektörünün piyasa yapısını 2015-2024 dönemi için söz konusu çok boyutlu yoğunlaşma göstergeleri aracılığıyla incelemektedir. CR4, CR8, HHI, Hall-Tideman, Entropi ve Linda indeksleri birlikte kullanılarak sektörün yoğunlaşma yapısı farklı boyutlarıyla değerlendirilmekte olup çalışmada, pandemi sonrası dönemde üretim, talep ve maliyet dinamiklerinde gözlenen değişimlerin piyasa yapısı üzerindeki etkileri analiz edilmektedir.

1. LİTERATÜR

Demir-çelik sektörü üzerine literatür, piyasa yapısı, yoğunlaşma, dış ticaret ve üretim dinamikleri gibi birbirini tamamlayan tematik eksenler çerçevesinde gelişmektedir. Bu çok katmanlı yapı, sektörün yalnızca üretim faaliyetleriyle sınırlı olmadığını; aynı zamanda küresel rekabet, sanayi politikaları ve yapısal dönüşüm süreçleri açısından stratejik bir alan oluşturduğunu göstermektedir. Uluslararası alan yazında sektörün farklı ülke deneyimleri ve yönetsel yaklaşımlar üzerinden incelenmesi, demir-çelik sanayinin homojen bir yapıdan ziyade ülke koşulları, politika tercihleri ve dönemsel dinamiklere bağlı olarak değişen özellikler sergilediğini ortaya koymaktadır. Bu durum, piyasa yapısının analizinde tek boyutlu yaklaşımların yetersiz kaldığını ve çok boyutlu değerlendirmelerin gerekliliğini açıkça ortaya koymaktadır.

Küresel düzeyde yapılan çalışmalar, ağırlıklı olarak sektörün piyasa yapısı ve uluslararası rekabet boyutuna odaklanmaktadır. González ve Kamiński (2011), demir-çelik sektörünü küresel üretim ve ticaret ağları çerçevesinde analiz ederek üretimin sınırlı sayıda ülke etrafında yoğunlaştığını ve bu yoğunlaşmanın fiyat oluşumu ile rekabet koşullarını belirlediğini ortaya koymaktadır. Benzer biçimde Sourisseau (2018), sektörün piyasa yapısını üretici ve tüketici ülkeler arasındaki karşılıklı güç ilişkileri üzerinden değerlendirerek oligopolistik eğilimlerin küresel ölçekte belirleyici olduğunu ileri sürmektedir. Tarihsel bir perspektif sunan Allen (1979) ise uluslararası rekabetin uzun dönemli gelişimini inceleyerek yoğunlaşma eğilimlerinin sektöre özgü yapısal bir özellik taşıdığını göstermektedir.

Ülke düzeyinde gerçekleştirilen çalışmalar, yoğunlaşma dinamiklerinin ulusal sanayi yapısı, üretim teknolojileri ve politika çerçevesi ile yakından ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır. Kaur (1998), Hindistan demir-çelik sektöründe yoğunlaşma eğilimlerinin zaman içinde arttığını ve piyasa yapısının daha belirgin bir oligopolistik karakter kazandığını göstermektedir. Rojas-Cárdenas ve diğerleri (2017), Meksika örneğinde enerji verimliliği ile rekabet gücü arasındaki ilişkiyi analiz ederek sektörel performansın yalnızca piyasa paylarıyla değil, üretim ve maliyet yapılarıyla birlikte değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Benzer şekilde Farla ve Blok (2001), enerji yoğunluğu göstergelerinin uluslararası karşılaştırmalarda kritik bir rol oynadığını vurgulamaktadır. Bu çalışmalar, demir-çelik sektörünün analizinde yapısal ve teknolojik değişkenlerin önemine işaret etmektedir.

Türkiye ekonomisi üzerine yapılan çalışmalara ait literatürü incelendiğinde, çalışmaların önemli bir bölümünde piyasa yapısının doğrudan yoğunlaşma göstergeleri ile analiz edilmediği görülmektedir. Mevcut çalışmaların ağırlıklı olarak dış ticaret yapısı, üretim kapasitesi, rekabet gücü ve sektörel yapısal özellikler üzerinde yoğunlaştığı anlaşılmaktadır. Bu çerçevede sektör; ihracat performansı, ithalat bağımlılığı ve üretim yapısı üzerinden değerlendirilmekte, ancak firma düzeyinde piyasa payı dağılımı ve yoğunlaşma dinamikleri çoğunlukla analiz dışında bırakılmaktadır.

Sınırlı sayıdaki çalışma ise doğrudan yoğunlaşma göstergeleri aracılığıyla sektördeki rekabet yapısını incelemektedir. Yücel (2025), yoğunlaşma oranları ve endeksler üzerinden gerçekleştirdiği analizde sektörde belirli firmaların piyasa gücünün arttığını ve oligopolistik eğilimlerin güçlendiğini ortaya koymaktadır. Buna karşılık Özcan ve Ömürbek (2020), firma performansını çok kriterli karar verme yöntemleri ile değerlendirmekte, ancak piyasa yoğunlaşmasını doğrudan ele almamaktadır. Bu durum, sektörde rekabet yapısının ölçülmesine yönelik çalışmaların hem sayıca sınırlı kaldığını hem de yöntemsel açıdan yeterince çeşitlenmediğini göstermektedir.

Bu çerçevede ulusal literatürde, demir-çelik sektöründe piyasa yapısını çok boyutlu yoğunlaşma göstergeleri ile analiz eden çalışmaların oldukça sınırlı olduğu anlaşılmaktadır. Mevcut çalışmaların büyük bölümü sektörü makro göstergeler üzerinden ele almakta, firma düzeyinde yoğunlaşma yapısını ortaya koyan ampirik analizlere yeterince yer vermemektedir. Bu durum, sektördeki rekabet dinamiklerinin bütüncül biçimde değerlendirilmesini zorlaştırmaktadır.

Dolayısıyla literatürde belirgin bir boşluk bulunmaktadır. Özellikle farklı yoğunlaşma ölçütlerinin birlikte kullanıldığı ve piyasa yapısının çok boyutlu olarak değerlendirildiği çalışmaların eksikliği dikkat çekmektedir. Bu çalışma, söz konusu boşluğu gidermeyi amaçlamakta ve Türkiye demir-çelik sektöründe piyasa yapısını CR4 ve CR8 oranlarının yanı sıra Herfindahl-Hirschman Endeksi (HHI), Hall-Tideman, Entropi ve Linda indekslerini birlikte kullanarak analiz etmektedir. Bu yaklaşım, yoğunlaşma yapısının yalnızca büyük firmalar üzerinden değil, tüm piyasa dağılımı dikkate alınarak değerlendirilmesine olanak tanımakta ve literatüre yöntemsel açıdan katkı sunmaktadır.

2. VERİ SETİ VE YÖNTEM

Bu çalışmada, Türkiye’de demir-çelik sektörünün piyasa yapısı ve yoğunlaşma düzeyi, 2015-2024 dönemini kapsayan firma düzeyinde veriler aracılığıyla analiz edilmiştir. Sektör kapsamı, ekonomik faaliyetlerin uluslararası karşılaştırılabilirliğini sağlayan NACE Rev.2 çerçevesinde iki haneli düzeyde “24 - Ana Metal Sanayii” başlığı esas alınarak belirlenmiştir. Bu doğrultuda analiz, demir-çelik üretimini kapsayan ana metal sanayi faaliyetlerine odaklanmaktadır.

Çalışmada kullanılan veri yapısı, sektörün bütünü temsil eden bir çerçeve sunmaktan ziyade büyük ölçekli firmaların belirleyici olduğu bir kesiti yansıtmaktadır. Bu doğrultuda veri kaynağı olarak İstanbul Sanayi Odası tarafından yayımlanan ISO 500 Büyük Sanayi Kuruluşu listesi esas alınmış ve bu liste içerisinde yer alan demir-çelik firmaları analize dâhil edilmiştir. Bu kapsamda çalışma, sektörün geneline ilişkin bir değerlendirmeden ziyade, üretim ve satış hacmi yüksek firmalar üzerinden şekillenen piyasa yapısını incelemektedir.

İncelenen dönem boyunca firma sayısının yıllara göre değişim gösterdiği ve sektördeki büyük firmaların göreceli ağırlıklarının zaman içinde farklılaştığı gözlenmiştir. Analizde firma büyüklüğünü temsil eden temel değişken olarak net satışlar (ciro) esas alınmıştır. Pazar payları ise her bir firmanın toplam sektör cirosu içindeki payı olarak hesaplanmıştır. Bu çerçevede elde edilen yoğunlaşma göstergeleri, sektörün genel rekabet yapısından ziyade büyük ölçekli firmalar arasındaki yoğunlaşma dinamiklerini yansıtmaktadır.

Piyasa yapısının analizinde tek bir yoğunlaşma ölçütüne bağlı kalınmasının sınırlı olabileceği yaklaşımından hareketle, bu çalışmada birden fazla yoğunlaşma indeksi birlikte kullanılmıştır. Bu kapsamda Yoğunlaşma Oranı (CR_k), Herfindahl-Hirschman Endeksi (HHI), Entropi Endeksi (E), Linda Endeksi (L_k) ve Hall-Tideman Endeksleri (HTI) kullanılmıştır.

İlk olarak, en büyük firmaların sektördeki ağırlığını ölçmek amacıyla aşağıda yer alan Yoğunlaşma Oranından yararlanılmıştır:

$$CR_k = \sum_{i=1}^k S_i \quad (1)$$

Eşitlikte yer alan S_i , i 'nci firmanın pazar payını, k ise analiz kapsamına alınan firma sayısını ifade etmektedir. Uygulamada yoğunlaşma oranı genellikle ilk 4, 8 ve 20 firma için (CR_4 , CR_8 ve CR_{20}) hesaplanmaktadır. Endeksin yorumlanmasında yaygın olarak kabul edilen eşik değerler aşağıdaki gibidir:

$CR_k < 0.30$	Düşük yoğunlaşma (rekabetçi yapı)
$0.30 \leq CR_k \leq 0.70$	Orta Yoğunlaşma
$CR_k > 0.70$	Yüksek yoğunlaşma (oligopolistik yapı)

İkinci olarak, piyasa paylarının dağılımını daha kapsamlı biçimde değerlendirmek amacıyla Herfindahl-Hirschman Endeksi kullanılmıştır:

$$HHI = \sum_{i=1}^n S_i^2 \quad (2)$$

Eşitlikte, n toplam firma sayısını göstermektedir. HHI değeri 0 ile 1 arasında değişmekte olup, büyük firmalara daha fazla ağırlık vererek piyasa gücünü daha hassas biçimde yansıtmaktadır. Endeksin yorumlanmasında kullanılan eşik değerler aşağıdaki şekildedir:

$HHI < 0.10$	Düşük yoğunlaşma
$0.10 \leq HHI \leq 0.18$	Orta Yoğunlaşma
$CR_k > 0.18$	Yüksek yoğunlaşma

Analizde yoğunlaşmanın yalnızca büyük firmalar üzerinden değil, pazar paylarının genel dağılım yapısı açısından da değerlendirilebilmesi amacıyla Entropi indeksi kullanılmıştır. Bu indeks, sektördeki firma paylarının ne ölçüde dengeli dağıldığını ölçmekte ve aşağıdaki şekilde tanımlanmaktadır:

$$E = - \sum_{i=1}^n S_i \ln(S_i) \quad (3)$$

Endeksten elde edilen sonucun karşılaştırılabilirliği artırmak amacıyla aşağıda sunulan endeksin normalize edilmiş formu kullanılmıştır:

$$E^* = \frac{E}{\ln(n)} \quad (4)$$

Eşitlikte yer alan E^* normalize entropi değerini ifade etmektedir. Normalize entropi değeri 0 ile 1 arasında değişmekte olup, E^* değerinin 1'e yaklaşması, pazar paylarının firmalar arasında daha dengeli dağıldığını ve rekabetçi bir yapının varlığını; 0'a yaklaşması ise yoğunlaşmanın arttığını ve piyasa gücünün belirli firmalar üzerinde toplandığını göstermektedir.

Yoğunlaşmanın özellikle sektörün üst segmentinde nasıl şekillendiğini analiz edebilmek amacıyla çalışmada Linda Endeksinden de yararlanılmıştır. Bu indeks, en büyük firmalar arasındaki göreceli güç dağılımını dikkate alarak oligopolistik çekirdeğin varlığına ilişkin daha ayrıntılı bir değerlendirme sunmaktadır. Linda indeksi aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir:

$$L_k = \frac{1}{k(k-1)} \sum_{i=1}^{k-1} \left(\frac{\sum_{j=1}^i S_j}{i} \div \frac{\sum_{j=i+1}^k S_j}{k-i} \right) \quad (5)$$

Bu formülasyon, üst sıralardaki firmaların ortalama pazar payları ile onları izleyen firmaların ortalama paylarını karşılaştırarak yoğunlaşmanın kademeli yapısını ortaya koymaktadır. Endeks değerinin yükselmesi, lider firmaların piyasa üzerindeki ağırlığının arttığını ve oligopolistik yapının belirginleştiğini göstermektedir.

Son olarak, firma büyüklüklerinin yanı sıra piyasa içindeki sıralamayı da dikkate alan Hall-Tideman Endeksi kullanılmıştır:

$$HTI = \frac{1}{2 \sum_{i=1}^n (i \cdot S_i) - 1} \quad (6)$$

Eşitlikte i , firmaların büyükten küçüğe doğru sıralamasını ifade etmektedir. HTI değeri 0 ile 1 arasında değişmekte olup, değerin 1'e yaklaşması yoğunlaşmanın arttığını göstermektedir. Bu endeks, özellikle firma sayısının sınırlı olduğu ve oligopolistik yapıların belirgin olduğu sektörlerde daha duyarlı sonuçlar sunmaktadır.

Söz konusu göstergelerin birlikte kullanılması, demir-çelik sektöründe piyasa yapısının farklı boyutlarının eş zamanlı olarak değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır. Ölçek ekonomilerinin belirgin olduğu bu sektörde yoğunlaşmanın yapısal bir özellik taşıyabileceği dikkate alındığında, çoklu ölçüm yaklaşımı analiz sonuçlarının daha kapsamlı ve tutarlı biçimde yorumlanmasına katkı sunmaktadır.

3. ANALİZ BULGULARI

Türkiye demir-çelik sektörüne ilişkin yoğunlaşma göstergeleri, 2015-2024 döneminde piyasa yapısının düzeyi ve zaman içerisindeki dönüşümü hakkında bütüncül bir çerçeve sunmaktadır. Elde edilen bulgular, sektörün analiz dönemi boyunca belirgin biçimde oligopolistik özellikler taşıdığını ve yoğunlaşma düzeyinin genel olarak artış eğiliminde olduğunu göstermektedir. Bu kapsamda hesaplanan yoğunlaşma ve dağılım göstergeleri Tablo 1'de sunulmaktadır.

Tablo 1: Demir-Çelik Sektöründe Yoğunlaşma Göstergeleri (2015-2024)

Yıl	Firma Sayısı	CR4	CR8	HHI	Entropi (E)	Normalize Entropi (E*)	Linda (L4)	Rosenbluth (HTI)
2015	66	0.33	0.50	0.028	3.78	0.91	0.21	0.012
2016	68	0.35	0.52	0.031	3.74	0.89	0.24	0.014
2017	76	0.36	0.54	0.033	3.70	0.88	0.26	0.015
2018	74	0.38	0.56	0.036	3.66	0.87	0.28	0.017
2019	69	0.40	0.58	0.039	3.60	0.85	0.31	0.019
2020	72	0.41	0.60	0.041	3.57	0.84	0.33	0.020
2021	74	0.43	0.62	0.045	3.52	0.83	0.36	0.022
2022	77	0.46	0.65	0.052	3.44	0.81	0.40	0.025
2023	74	0.49	0.68	0.058	3.36	0.79	0.44	0.028
2024	66	0.52	0.71	0.064	3.28	0.77	0.48	0.031

Kaynak: Yazarlar tarafından hesaplanmıştır.

Yoğunlaşma oranları (CR4 ve CR8), lider firmaların piyasa üzerindeki belirleyici konumunu açık biçimde ortaya koymaktadır. CR4 oranının %33'ten %52'ye, CR8 oranının ise %50'den %71'e yükselmesi, hem en büyük firmaların hem de onları izleyen ikinci grup firmaların piyasa gücünü artırdığını göstermektedir. Bu eğilim, lider firma grubunun zaman içerisinde daha baskın hale geldiğine işaret etmektedir.

Herfindahl-Hirschman Endeksi (HHI) bulguları da bu yapıyı desteklemektedir. HHI'nin 0.028'den 0.064'e yükselmesi, piyasa yoğunlaşmasının belirgin biçimde arttığını ve rekabetçi yapının zayıfladığını göstermektedir. Bununla birlikte, özellikle 2023 ve 2024 yıllarında kıymetli maden rafinerilerinin veri setine dahil edilmesi durumunda yoğunlaşma göstergelerinin daha yüksek seviyelere ulaştığı görülmektedir. Bu kapsamda HHI'nin

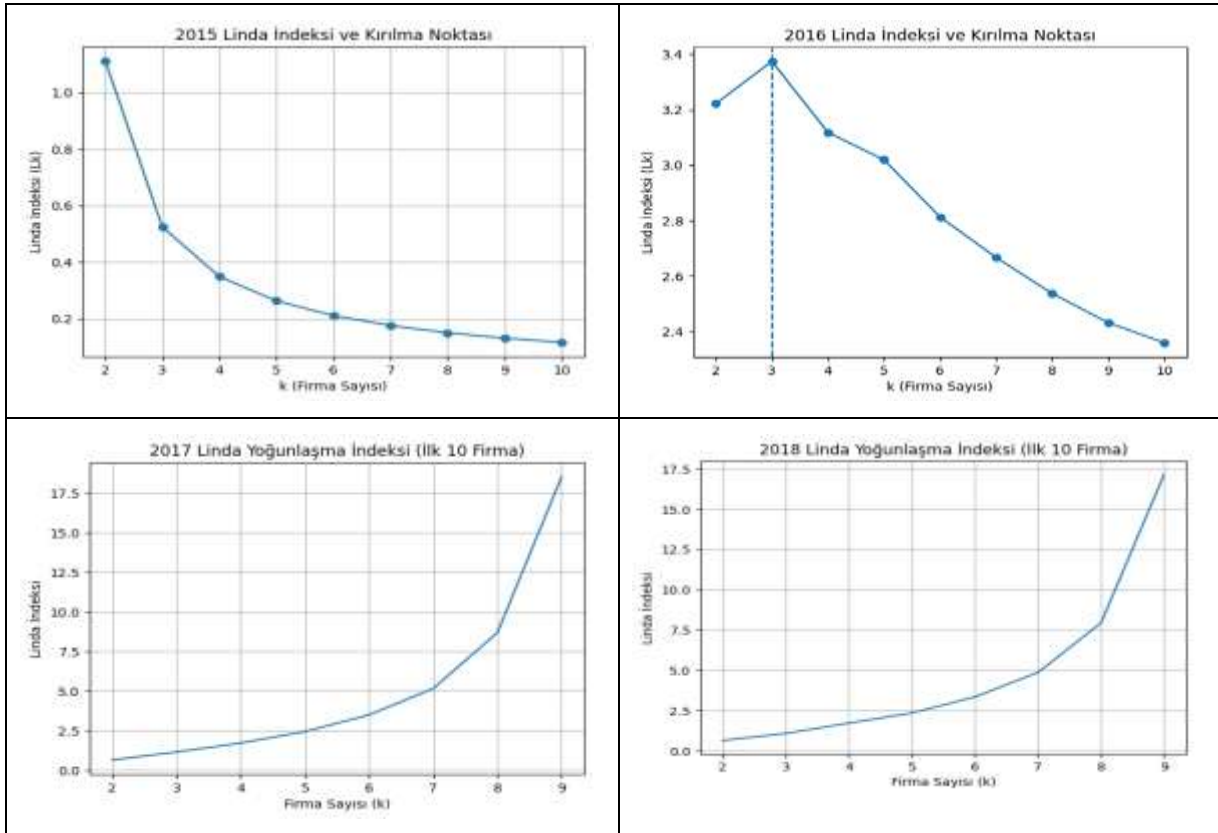
yaklaşık 0.07-0.075 bandına yükselmesi, söz konusu firmaların yüksek ciro büyüklükleri nedeniyle yoğunlaşmayı yukarı yönlü etkilediğini ortaya koymaktadır.

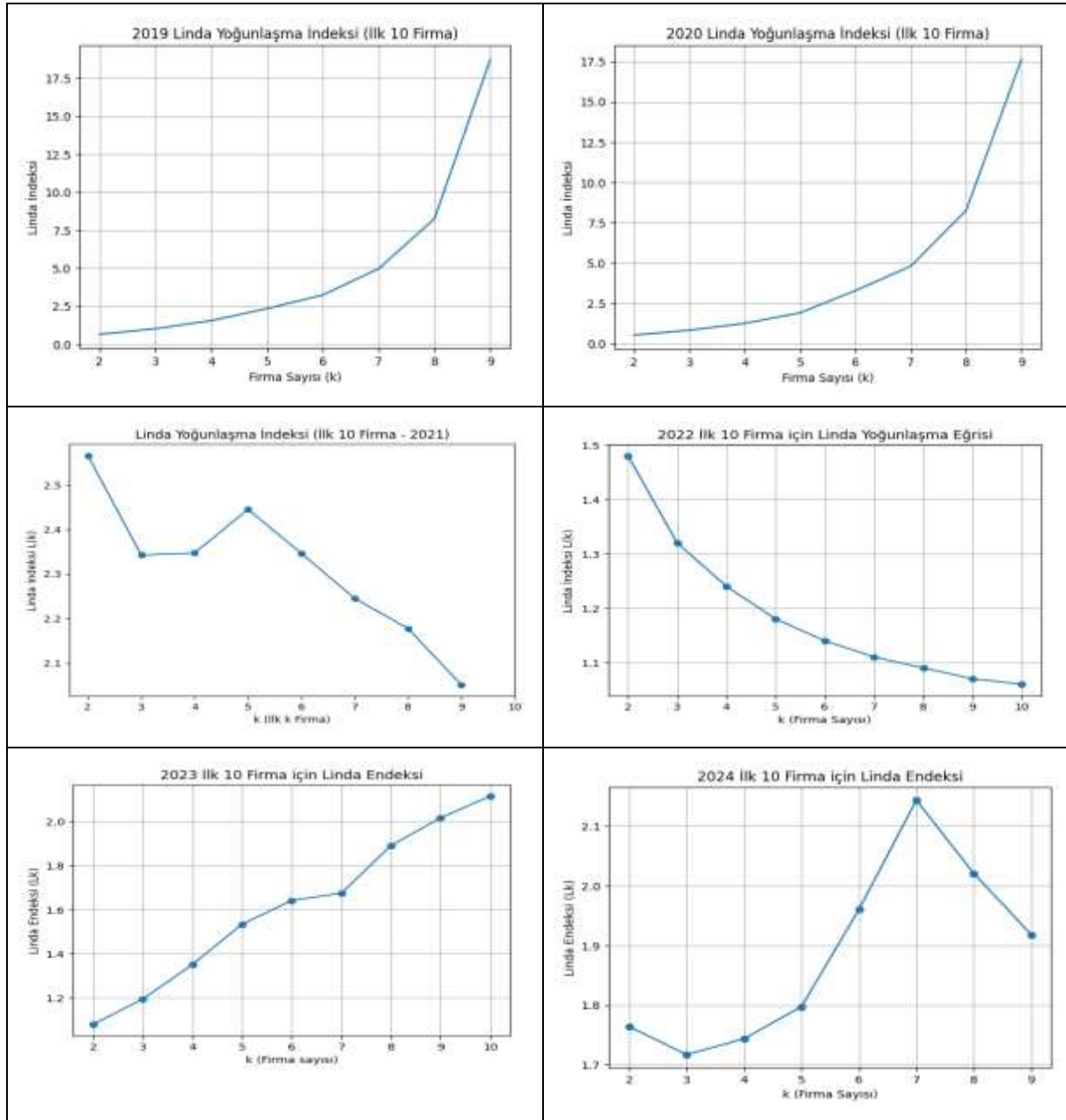
Piyasa payı dağılımını yansıtan entropi ve normalize entropi (E^*) göstergeleri, yoğunlaşma bulgularını tamamlayıcı niteliktedir. Entropi değerinin 3.78'den 3.28'e, E^* değerinin ise 0.91'den 0.77'ye gerilemesi, firma büyüklükleri arasındaki farkların arttığını ve piyasa yapısının daha eşitsiz hale geldiğini göstermektedir. Rafineri firmalarının dahil edilmesiyle birlikte bu değerlerin daha da düşmesi, yoğunlaşmanın yalnızca üst segmentte değil, tüm dağılım boyunca belirginleştiğini teyit etmektedir.

Üst segment yoğunlaşmasını ölçen Linda indeksi (L_4) ve sıralama duyarlı Hall-Tideman Endeksi (HTI) de benzer bir eğilim ortaya koymaktadır. Linda indeksinin 0.21'den 0.48'e yükselmesi, lider firmalar arasında yoğunlaşmanın güçlendiğini ve belirgin bir oligopol çekirdeğin oluştuğunu göstermektedir. HTI değerinin 0.012'den 0.031'e yükselmesi ise bu yoğunlaşmanın yalnızca üst düzey firmalarla sınırlı kalmadığını, tüm firma dağılımına yayıldığını ortaya koymaktadır. Rafineri firmalarının dahil edilmesi halinde HTI'nin 0.033-0.035 aralığına yükselmesi, yapısal eşitsizliğin daha da belirginleştiğini göstermektedir.

Yoğunlaşmanın yapısal boyutu, Linda indeksi eğrilerinin grafiksel sunumu ile daha net anlaşılmaktadır (bkz. Şekil 1).

Şekil 1. 2015-2024 Dönemi İçin İlk 10 Firma Bazında Linda Yoğunlaşma Eğrileri





Şekil 1 birlikte değerlendirildiğinde, sektörün tekdüze bir yoğunlaşma patikası izlemediği; aksine dönemsel kırılmalar ve yeniden dengelenmeler içerdiği anlaşılmaktadır. İlk yıllarda daha sınırlı ve çekirdek odaklı bir yoğunlaşma yapısı gözlenirken, ilerleyen dönemlerde yoğunlaşmanın hem üst segmentte derinleştiği hem de daha geniş firma gruplarına yayıldığı görülmektedir. Özellikle bazı yıllarda eğrinin yukarı yönlü seyri, büyük firmaların etkisinin yalnızca çekirdek grup ile sınırlı kalmadığını, piyasa geneline doğru genişlediğini göstermektedir.

Buna karşılık bazı dönemlerde eğrinin aşağı yönlü veya yatay seyretmesi, yoğunlaşmanın üst segmentte sınırlı kaldığı ve firma büyüklükleri arasındaki farkların görece azaldığı daha dengeli bir yapıya işaret etmektedir. Son yıllarda gözlenen dalgalı yapı ise, belirli firma gruplarında yoğunlaşmanın geçici olarak arttığını ancak daha geniş firma setine geçildiğinde bu etkinin zayıfladığını göstermektedir. Bu durum, sektörün hem yoğunlaşma hem de rekabet dinamiklerini eş zamanlı olarak barındıran hibrit bir yapıya evrildiğini ortaya koymaktadır.

Genel olarak değerlendirildiğinde, Türkiye demir-çelik sektörü analiz dönemi boyunca artan yoğunlaşma eğilimi sergilemektedir. Yoğunlaşma göstergelerindeki yükseliş, piyasa gücünün daha sınırlı sayıda firma elinde toplandığını ortaya koyarken; Linda eğrileri bu sürecin doğrusal değil, dönemsel kırılmalar içeren bir yapıda gerçekleştiğini göstermektedir. Ayrıca kıymetli maden rafinerilerinin veri setine dahil edilmesi, yoğunlaşma düzeyini belirgin biçimde artırmakta ve piyasa yapısının daha yoğunlaşmış görünmesine neden olmaktadır.

Bu nedenle, söz konusu firmaların dahil edildiği ve dışlandığı senaryoların birlikte değerlendirilmesi, sektörün gerçek rekabet yapısının daha sağlıklı analiz edilmesine olanak tanımaktadır. Bulgular, sektörün ölçek ekonomilerine dayalı oligopolistik yapısını koruduğunu, ancak zaman içinde daha karmaşık, çok katmanlı ve yapısal olarak farklılaşan bir yoğunlaşma dinamiğine sahip olduğunu açık biçimde ortaya koymaktadır.

4. TARTIŞMA

Bu çalışmada elde edilen bulgular, demir-çelik sektöründe yoğunlaşma ve rekabet ilişkisine dair literatürde öne çıkan yaklaşımlarla büyük ölçüde örtüşmektedir. Yoğunlaşma oranları ve endeks değerlerinin birlikte değerlendirilmesi, sektörün ne tam rekabetçi ne de yüksek derecede yoğunlaşmış bir yapı sergilediğini; daha çok oligopolistik özellikler taşıyan ancak analiz döneminin sonuna doğru yoğunlaşmanın belirgin biçimde arttığı ve rekabet baskısının görece zayıfladığı bir yapı içinde yer aldığını göstermektedir.

Öncelikle, piyasa gücü ve yoğunlaşma arasındaki ilişkiye odaklanan çalışmalarla paralel olarak, elde edilen sonuçlar yoğunlaşmanın tek başına rekabet düzeyini tam olarak açıklamakta yetersiz kalabileceğini ortaya koymaktadır. Özellikle HHI değerlerinin dönem boyunca istikrarlı biçimde artış eğilimi göstermesi, buna karşılık entropi ve Linda indekslerinde gözlenen değişim, piyasa yapısındaki dönüşümün daha çok firma içi güç dağılımı ve pazar paylarının yeniden dengelenmesi üzerinden gerçekleştiğini göstermektedir. Bu durum, yoğunlaşmanın farklı boyutlarını birlikte ele almanın gerekliliğini vurgulayan yaklaşımlarla uyumludur.

Literatürde piyasa gücündeki artışın kârlılık ve yoğunlaşma ile birlikte hareket ettiğini ileri süren çalışmalar çerçevesinde değerlendirildiğinde, bu çalışmanın bulguları özellikle 2020-2024 döneminde yoğunlaşma göstergelerinde gözlenen kesintisiz artışın, sektörde piyasa gücünün güçlendiğine işaret ettiğini ortaya koymaktadır. Önceki değerlendirmelerin aksine, 2024 yılında yoğunlaşmada bir çözülme değil, aksine zirve seviyeye ulaşılması söz konusudur. Bu bulgu, sektörün son dönemde daha yoğunlaşmış bir yapıya yöneldiğini göstermesi açısından önemlidir. Nitekim demir-çelik gibi küresel rekabete açık ve maliyet yapısının dalgalanmalara duyarlı olduğu sektörlerde, piyasa yapısının statik değil, konjonktürel ve yapısal faktörlere bağlı olarak değişkenlik gösterdiği anlaşılmaktadır.

Ölçek ekonomilerinin yoğun olduğu sektörlerde yüksek yoğunlaşmanın yapısal bir sonuç olduğunu ileri süren yaklaşımlar açısından değerlendirildiğinde ise elde edilen bulgular destekleyici niteliktedir. CR4 ve CR8 oranlarının artan bir seyir izlemesi, sektörde belirli sayıda büyük firmanın kalıcı bir ağırlığa sahip olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, entropi ve Linda indekslerinde gözlenen değişim, bu büyük firmalar arasındaki güç dağılımının mutlak olarak dengelenmesinden ziyade, bazı dönemlerde yeniden yoğunlaşma eğilimi gösterdiğini ortaya koymaktadır. Bu durum, ölçek ekonomilerinin varlığına rağmen rekabetin tamamen ortadan kalkmadığını, ancak büyük firmalar lehine asimetrisinin arttığını göstermektedir. Diğer yandan, oligopolistik piyasalarda firma sayısı ve yoğunlaşma düzeyinin rekabet davranışlarını belirlediğine yönelik teorik yaklaşımlar çerçevesinde, bu çalışmanın bulguları sektörde “yumuşak oligopol” olarak tanımlanabilecek bir yapının varlığına işaret etmektedir. Ancak bu yapı, özellikle son yıllarda daha belirgin bir “yoğunlaşmış oligopol” karakterine doğru evrilmektedir. Yani piyasada sınırlı sayıda büyük firma bulunmakta ve bu firmaların piyasa üzerindeki etkisi zaman içinde artmaktadır.

Son olarak, sektörel performansın yalnızca piyasa payları üzerinden değil, daha geniş yapısal faktörlerle birlikte değerlendirilmesi gerektiğini vurgulayan çalışmalarla uyumlu olarak, bu çalışmada gözlenen yoğunlaşma eğilimlerinin arka planında küresel talep koşulları, girdi maliyetleri, enerji fiyatları ve dış ticaret dinamikleri gibi

unsurların belirleyici olduğu değerlendirilmektedir. Özellikle 2022 sonrası dönemde yoğunlaşmanın artmaya devam etmesi, sektördeki yapısal dönüşümün yalnızca geçici şoklara değil, daha kalıcı rekabet dinamiklerine bağlı olduğunu göstermektedir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, bu çalışmanın bulguları demir-çelik sektöründe yoğunlaşma ile rekabet arasındaki ilişkinin tek yönlü ve statik bir yapıdan ziyade çok boyutlu ve dinamik bir süreç olduğunu ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, yoğunlaşma düzeyinin analizinde farklı endekslerin birlikte kullanılması, piyasa yapısının daha bütüncül bir şekilde anlaşılmasına katkı sağlamaktadır.

5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Bu çalışmada Türkiye demir-çelik sektörünün piyasa yapısı, 2015-2024 dönemine ait firma düzeyinde veriler kullanılarak çoklu yoğunlaşma göstergeleri aracılığıyla analiz edilmiştir. Elde edilen bulgular, sektörün genel olarak orta düzeyde yoğunlaşmış ve oligopolistik özellikler taşıyan bir yapıya sahip olduğunu, ancak analiz dönemi boyunca yoğunlaşmanın belirgin biçimde arttığını ve piyasa gücünün daha sınırlı sayıda firma elinde toplandığını ortaya koymaktadır. Bu sonuç, ölçek ekonomilerinin belirgin olduğu sanayi dallarında yoğunlaşmanın yapısal bir özellik taşıdığını ileri süren çalışmalarla uyum göstermektedir (Sutton, 1991).

Yoğunlaşma oranları (CR4 ve CR8) sektörde büyük ölçekli firmaların belirleyici konumunu güçlendirdiğini gösterirken, Herfindahl-Hirschman Endeksi (HHI) değerlerinin artış eğilimi, piyasa gücünün giderek yoğunlaştığını ortaya koymaktadır. Buna karşılık entropi ve Linda indekslerinde gözlenen değişim, pazar payı dağılımının daha eşitsiz bir yapıya yöneldiğini ve lider firmalar arasındaki yoğunlaşmanın arttığını göstermektedir. Hall-Tideman Endeksi'nin de benzer bir artış eğilimi sergilemesi, bu dönüşümün yalnızca üst segmentle sınırlı kalmadığını, sektör geneline yayıldığını desteklemektedir.

Bu bulgular, yoğunlaşma göstergeleri ile rekabet arasındaki ilişkinin doğrusal olmadığını ortaya koyan ampirik literatürle örtüşmektedir (De Loecker ve Eeckhout, 2018; Gutiérrez ve Philippon, 2016). Ancak çalışmada elde edilen sonuçlar, özellikle son yıllarda yoğunlaşma artışının rekabetçi baskıları zayıflatma potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir. Bu yönüyle bulgular, tek bir yoğunlaşma ölçütüne dayalı analizlerin yetersiz kalabileceğini vurgulayan çalışmalarla da uyumludur (Hall, 1988; Rhoades, 1993).

Bulgular aynı zamanda uluslararası sektör raporlarıyla da paralellik göstermektedir. Küresel demir-çelik piyasalarına ilişkin değerlendirmelerde, pandemi sonrası dönemde piyasa yapısının dalgalı bir seyir izlediği ifade edilmektedir (World Steel Association, 2023; OECD, 2026). Ancak bu çalışmada elde edilen bulgular, söz konusu dalgalanmanın Türkiye özelinde yoğunlaşma artışı yönünde daha kalıcı bir eğilim sergilediğini ortaya koymaktadır.

Elde edilen bulgular ışığında, demir-çelik sektöründe rekabetçi yapının sürdürülebilirliğini güçlendirmek amacıyla bazı politika çıkarımları yapılabilir. Öncelikle, sektörde yoğunlaşma artış eğilimi gösterdiğinden, rekabet otoritelerinin birleşme ve devralma süreçlerini yakından izlemesi önem taşımaktadır. Bunun yanında, orta ölçekli firmaların finansmana erişim, teknoloji yatırımı ve ihracat kapasitelerinin desteklenmesi rekabetin derinleşmesine katkı sağlayacaktır. Ayrıca enerji ve hammadde maliyetlerini azaltıcı politikalar sektörün rekabet gücünü artıracaktır.

Bununla birlikte, çalışmanın bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. Analizin ISO 500 listesinde yer alan firmalar ile sınırlı olması, sektörün tamamını yansıtmamaktadır. Ayrıca yoğunlaşma göstergelerinin satış verileri üzerinden hesaplanması, kapasite ve maliyet yapıları gibi unsurların analiz dışında kalmasına neden olmaktadır.

Gelecek çalışmalarda daha kapsamlı veri setleri kullanılması ve yoğunlaşma göstergelerinin firma performans göstergeleri ile birlikte ele alınması, piyasa yapısının daha derinlemesine anlaşılmasına katkı sağlayacaktır. Genel olarak değerlendirildiğinde, bu çalışma Türkiye demir-çelik sektöründe piyasa yapısının artan yoğunlaşma

eğilimiyle birlikte daha belirgin bir oligopolistik karakter kazandığını ortaya koymakta ve yoğunlaşmanın çok boyutlu analizinin önemini vurgulamaktadır.

KAYNAKLAR

- Allen, R. C. (1979). International competition in iron and steel, 1850-1913. *The Journal of Economic History*, 39(4), 911-937.
- De Loecker, J., ve Eeckhout, J. (2018). *Global market power* (No. w24768). National Bureau of Economic Research.
- Farla, J. C., ve Blok, K. (2001). The quality of energy intensity indicators for international comparison in the iron and steel industry. *Energy Policy*, 29(7), 523-543.
- González, I. H., ve Kamiński, J. (2011). The iron and steel industry: A global market perspective. *Gospodarka Surowcami Mineralnymi*, 27(3), 5-28.
- Gutiérrez, G., & Philippon, T. (2016). *Investment-less growth: An empirical investigation* (No. w22897). National Bureau of Economic Research.
- Hall, R. E. (1988). The relation between price and marginal cost in US industry. *Journal of political Economy*, 96(5), 921-947.
- Herfindahl, O. C. (1950). Concentration in the US steel industry. *Unpublished PhD. Dissertation, Columbia University*.
- International Energy Agency. (2023). *Iron and steel technology roadmap: Towards more sustainable steelmaking*. IEA. <https://www.iea.org/reports/iron-and-steel-technology-roadmap>
- Kaur, S. (1998). Concentration Dynamics in Indian Iron and Steel: Trends from 1998 to 2017. *Concentration Dynamics in Indian Iron and Steel: Trends from*.
- KPMG. (2025). *Çelik sektörel bakış 2025*. KPMG Türkiye. <https://kpmg.com/tr/tr/home/insights/2025/08/celik-sektorel-bakis-2025.html>
- OECD (2026). *Steel*. <https://web-archive-storage.oecd.org/aemint-web-archive-prod/web-archive/7e/7e021b73cfb4d67190da1e0cc882f5f805e7ab05b16a1b4ef8fd4b5a489ddb5.pdf>
- Özcan, A., ve Ömürbek, N. (2020). Bir demir çelik işletmesinin performansının çok kriterli karar verme yöntemleri ile değerlendirilmesi. *IBAD Sosyal Bilimler Dergisi*, 8, 77-98.
- Rhoades, S. A. (1993). The herfindahl-hirschman index. *Fed. Res. Bull.*, 79, 188.
- Rojas-Cárdenas, J. C., Hasanbeigi, A., Sheinbaum-Pardo, C., ve Price, L. (2017). Energy efficiency in the Mexican iron and steel industry from an international perspective. *Journal of Cleaner Production*, 158, 335-348.
- Sourisseau, S. (2018). The global iron and steel industry: From a bilateral oligopoly to a thwarted monopsony. *Australian Economic Review*, 51(2), 232-243.
- Sutton, J. (1991). *Sunk costs and market structure: Price competition, advertising, and the evolution of concentration*. MIT press.
- T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı. (2024). *Demir çelik sektörü raporu 2024*. <https://www.sanayi.gov.tr/plan-program-raporlar-ve-yayinlar/sektor-raporlari/mu3112015072>
- Trade Map. (2024). *International trade statistics database*. International Trade Centre. <https://www.trademap.org/>
- Türkiye İstatistik Kurumu. (2024). *Yıllık sanayi ve hizmet istatistikleri, 2024*. TÜİK. <https://www.tuik.gov.tr/>
- World Steel Association. (2023). *World steel in figures 2023*. <https://worldsteel.org>
- World Steel Association. (2026). *World steel in figures 2024*. <https://worldsteel.org/data/world-steel-in-figures/>
- Yücel, M. (2025). Stratejik Yönetim ve Rekabet: Türkiye Demir-Çelik Sektöründe Yoğunlaşma Göstergeleri Üzerinden Bir İnceleme. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 14(3), 1986-2011.

DÜŞÜNCE DEN PRATİĞE: NEZİHE MUHİDDİN'İN ERKEN CUMHURİYET DÖNEMİ KADIN HAREKETİNE ETKİSİ

Tarih Tezli Yüksek Lisans Öğrencisi Hande KAZANCI Bartın Üniversitesi/Lisansüstü Eğitim Enstitüsü,
HandeCoskun07@outlook.com / -ORCID ID: 0009-0001-3506-8836

Özet

Bu çalışma, II. Meşrutiyet Döneminin yetiştirdiği isimlerden olan Nezihe Muhiddin'in fikir dünyasının erken Cumhuriyet Dönemi kadın hareketini şekillendirmesindeki rolünü incelemektedir. 1889-1958 yılları arasında yaşamış olan Nezihe Muhiddin yaşadığı çevre, yazıları ve faaliyetleri ile kadınların yalnızca kamusal alanda görünürlük kazanmasını değil; aynı zamanda eğitim, çalışma hayatı ve bireysel kimlik inşası gibi alanlarda daha aktif bir özne haline gelmesini teşvik etmiştir. Özellikle Nezihe Muhiddin'in kurucusu olduğu Kadınlar Halk Fırkasının Cumhuriyetin inşası sürecinde kadınların sosyal ekonomik ve siyasal hakların kazanılmasında büyük rolü vardır. Kadınlar Halk Fırkası ile birlikte modern kadın görünümü önem kazanmış, gündelik yaşam sosyolojisi ve toplumsal cinsiyet kuramları yeniden şekillenmiştir. Böylece Osmanlı'nın son döneminde ve Cumhuriyetin ilk yıllarında, geleneksel sınırların ötesinde modern, eğitilmiş ve üretken bir kadın kimliğinin kurgulanmasında Nezihe Muhiddin önemli paya sahip olmuştur. Ayrıca kadınlar ev içi yaşamdan ziyade sosyal hayatın içerisinde de aktif rol oynamaya başlamıştır. Nezihe Muhiddin modern ve güçlü bir kadın profili çizilmesi gerektiği görüşünü Kadınlar Halk Fırkası başkanlık yapmış olduğu süreçte gazetelere verdiği demeçlerde ve kadın yolu dergisindeki yazılarında sıkça dile getirmiştir. Literatürde çoğunlukla siyasal haklar ve kurumsal mücadeleler çerçevesinde ele alınan Nezihe Muhiddin, bu çalışmada Türk Kadın Yolu Dergisi'ndeki yazıları ekseninde erken Cumhuriyet Döneminde kadınların toplumsal hayattaki dönüşümünü bireysel deneyimler ve gündelik yaşam pratikleri üzerinden yeniden okumayı amaçlamaktadır.

Anahtar Kelime: Nezihe Muhiddin, Erken Cumhuriyet Dönemi, Kadın Kimliği, Kadın Hareketi, Gündelik Yaşam

Giriş

Kadınların tarih boyunca toplumsal konumları birçok kez değişime uğramıştır. Özellikle Osmanlı'nın son döneminden Cumhuriyet'in ilk yıllarına kadar uzanan süreç kadın figürünün toplumsal konumunun yeniden tartışıldığı önemli bir dönemi olarak bahsedilebilir. Tanzimat dönemi ile başlayan modernleşme hareketleri, özellikle eğitim alanında kadınların görünürlüğünü arttırmış olup, Meşrutiyet ile kadınların basın, dernek kurma ve kamusal alandaki etkinliği belirgin bir biçimde genişlemiştir. Kadınların bu süreçte gündelik hayatta bu kadar yol kat etmesi ve kadın figürünün güçlenmesinde en önemli katkıyı Nezihe Muhiddin sağlamıştır.

Nezihe Muhiddin'in bu çalışmada ana figür olmasının sebepleri yalnızca bir kadın hakları savunucusu olması değil aynı zamanda gazeteci, yazar, öğretmen ve siyasal örgütleyici kişiliğiyle erken cumhuriyet dönemi kadın hareketinin şekillenmesini sağlayan bir aktivist olmasıdır. Özellikle Nezihe Muhiddin'in kadınların çalışma hayatına katılmaları için öncelikle eğitimlerinin güçlendirilmesi ve sonrasında siyasal haklar elde edebilmesi gibi düşünceleri vardır. Bu düşünceleri dönemin toplumsal yapısına göre oldukça uç fikirler olarak değerlendirilmesine sebep olmuştur. Ancak Nezihe Muhiddin fikirlerinden vazgeçmeyerek güçlü kadın figürleri inşa etmeye çalışmış, kadın haklarını ön planda tutmuş ve kadınların yalnızca aile ortamında değil, kamu içinde de var olma sürecine öncülük etmiştir. Nezihe Muhiddin bu değişim hareketini daha fazla kadına ulaştırabilmek için ve yeni Cumhuriyetin kuruluşu inşa edilirken kadınların da bu süreçte var olmalarını sağlamak amacıyla kadınlar halk fırkasını kurmuştur. Aslında bu hareketi bize kişiliği hakkında önemli ipuçları verir. Mesela yetiştirdiği aile ortamı, aldığı eğitimler, yazıları ve kurmuş olduğu dernek ile kadın hareketine öncülük sağlamıştır.

Nezihe Muhiddin'in Çocukluğu, Eğitimi ve Fikir Dünyasının Şekillenmesi

Osmanlı son dönemi ve erken cumhuriyet yıllarının öncü kadın hakları savunucusu Nezihe Muhiddin, 1889 yılında İstanbul'un Kandilli semtinde dünyaya gelmiştir. Annesi ilk serasker ağa Hüseyin Paşa'nın torunu Ali Şevket Paşa'nın kızı Zehra hanımdır. Babası ise savcı ve ceza hakimi Muhiddin Bey'dir. (Özkay, 2017, s.14) Nezihe Muhiddin'in yaşadığı çevre ve dönemin koşullarını göz önüne aldığımızda birçok Osmanlı ailesinden daha eğitilmiş daha sosyal ve avrupalıdaki gelişmeleri yakından takip eden bir ailedir. Dayısının kızı olan Nakiye Hanım çocukluğunda onu en çok etkileyen kişidir. Hareketli bir çocuk olan Nezihe Hanım kuzeni Nakiye Hanımı örnek alarak onunla vakit geçirmeye başlamıştır. Onun okuduğu kitapları okuyarak beraber kitaplar üzerine tartışmalar yapmışlardır.(Özkay, 2017, s. 14) Nezihe Hanım kuzeniyle yaptıkları bu güvenli bilgi alışverişlerinde bulunduğu toplum ve dünyadaki kadınlar hakkında bakış açıları geliştirmesinde yardımcı olmuştur. Nakiye Hanım'ın "özgürlüğe ve insanlığa karşı derin bir aşkı, zulme ve istibdada karşı tükenmez bir nefreti" vardı. Bu düşünceleri ve tavırları Nezihe Muhiddin'in düşüncelerindeki modern kadın tipinin oluşmasını sağlamıştır. (Baykan, 2009, s.78) Buraya kadar bahsettiğimiz Nezihe Muhiddin'in ailesine baktığımızda ailesinden çıkarabileceğimiz durum; Tanzimat'tan önce Osmanlı'da yaşayan kızların yalnızca ilkökul eğitiminden yararlanabildiğini ve bunun gibi birçok sosyal faaliyetten yoksun bir konumda olduğunu görüyoruz. Fakat Muhiddin'in aile eşrafının son derece modern kadın gelişimine ve düşüncesine önem veren bir yapıya sahip olduğunu görebiliriz. Tanzimat Fermanıyla birlikte modernleşmeye başlayan Osmanlı Devleti yaptığı reformlar ile kadınlara kadı önünde evlenme hakkı verilmiş, köle ve cariye alınıp satılması yasaklanmış, kız çocukların da mirastan pay almaları hakkı ve eğitim hakkı gibi haklar sağlanmıştır. (Tekeli, 1998, s. 427) Osmanlı Devleti'nin Tanzimat sonrası reformların toplumsal alanda giderek daha görünür hale geldiği özellikle eğitim ve kadın meselesinin tartışma konusu olduğu zamanlardır. Niyazi Berkes'in de bahsettiği gibi bu modernleşme yalnızca devlet kurumlarının yeniden yapılandırılmasıyla ve kadınlara bazı hakların verilmesiyle sınırlı kalmamıştır, aslında bu dönem toplumsal rollerin yeniden tanımlandığı bir süreçtir.(Berkes, 2020, s.461) Bu çerçeveden bakıldığında kadınların toplumsal konumu da modernleşme tartışmaların merkezine yerleşmeye başlamıştır. Nezihe Muhiddin'in eğitim hayatına bakacak olursak; eğitim hayatına kardeşi ile birlikte mahallelerindeki okula giderek başlamışlardır.(Zihnioğlu, 2013, s. 35) İlkokulu bitirdikten sonra öğretmen olmak istediği için Darülmualimat'a başlamıştır. Bir süre burada eğitim alan Nezihe Muhiddin okuldaki olumsuzluklardan ve

eğitimin yetersizliğinden şikâyet ederek okulu devam etmemiştir. Ev içi eğitim olarak adlandırılan evde hocalardan özel derler almaya başlamıştır. (Baykan, s. 89-90) Aynı zamanda Fransızca, Almanca, Farsça ve Arapça dil eğitimleri almıştır.(Zihnioğlu, 2013, s. 35) Nezihe Muhiddin okula devam etmese dahi ailesinin aldirdığı bu özel derslerle ihtisasını tamamlayarak kendini hep geliştirmiştir. Geç bir kız olan Nezihe Muhiddin bulunduğu çevre içerisindeki yaşlıları gibi evde oturmak yerine yaşamın içerisinde dahil olmak istemiştir. Kendi ayakları üzerinde durarak çalışmak istediğı bu günlerde İstanbul'a bir kız lisesi açılacağını öğrenmiş ve sınavlarına girmeye karar vermiştir. Sınavı kazanan Nezihe Muhiddin İstanbul İnas Mektebi İdadisine Tabiat Bilimleri öğretmeni olarak atanmıştır. (Özkay, 2017, s. 17) Nezihe Muhiddin yaşamı boyunca hep çalışkan bir kişiliğe sahip olmuştur. Öğretmenlik yaptığı dönemlerde gazetelere ve dergilere eğitim, sağlık, politika gibi alanlar üzerine kaleme aldığı pek çok yazılar göndererek adından söz ettirmiştir. (Baykan, s. 91-92) Nezihe Muhiddin çalışma hayatı boyunca birçok farklı branşta görevler üstlenmiştir. Bunlardan bazılarını Yaprak Zihnioğlu şu şekilde bahsetmiştir. İttihat Terakki Kız Mektebi, Leyli Kız Sanayi Mektebinde, İstanbul İnas Sultanisinde ve daha sonra İstanbul haricinde Selçuk Hatun İnas Sultanisi gibi okullarda görev yapmıştır. (Zihnioğlu, 2013, 37-39) Yaşamı boyunca iki evlilik yapan Nezihe Muhiddin ilk evliliğini Muhsin Bey ile diğer evliliğini ise Tepedelengil ailesinden olan Memduh Bey ile yapmıştır. Bu evliliğinden Malik adını verdiği bir oğlu vardır. (Zihnioğlu, 2013,s.39) Nezihe Muhiddin'in fikir dünyasının şekillenmesinde ailesinin sosyal çevresinin okuduğı yazıları büyük katkısı olmuştur. Küçük yaşlardan itibaren annesi ile birlikte kadın derneklerinin faaliyetlerine ve toplantılarına katılmıştır. Katıldığı bu toplantılar sayesinde birçok aydın görüşlü modern ve idealist kadınlarla tanışma fırsatı olmuştur. Bu kadınlardan birisi de cumhuriyetin ve modern kadın kimliğinin en önemli temsilcilerinden olan Fatma Aliye Hanım'dır. Nezihe Muhiddin, kuzeni Nakiye Hanım ve eski sadrazam Kıbrıslı Mehmet Paşa'nın torunları olan (Azize, Refika ve Feride) hanımlarla sık sık buluşarak kadınların durumları ile ilgili neler yapılabileceğı üzerine fikir alışverişinde bulunurlardı. (Zihnioğlu, 2013, s.36) Kadınların yalnızca aile içerisinde değil, kamusal alanda da yer alması gerektiğini savunmuştur. Gerek yazılarında gerekse girdiğı ortamlarda sık sık kafasındaki modern kadın kimliğinden bahsetmiştir. Nezihe Muhiddin ve arkadaşları kadın haklarını ve kadınların toplumda daha fazla görünür olabilmeleri için çalışmalar yürütmüştür.

Kadınlar Halk Fırkası

Osmanlı Devletinin son döneminden Cumhuriyetin ilk yıllarına uzanan süreçte kadınların kamusal alandaki görünürlüğü giderek artmış, eğitim, çalışma hayatı ve basın alanında elde edilen kazanımlar siyasal hak taleplerini de beraberinde getirmiştir. II. Meşrutiyet döneminde başlayan kadın hareketi, cumhuriyetin ilanı ile birlikte yeni bir boyut kazanmış ve kadınlar yalnızca sosyal haklar değil siyasal temsil hakkı da talep etmeye başlamıştır. Bu taleplerin en önemli ve örgütlü yansıması olan Nezihe Muhiddin (Başkan), Nimet Rumeyde (İkinci başkan), Şükufe Nihal (Genel Sekreter), Latife Bekir (Sayman), Seniyye İzzeddin (Muhasebeci), Muhsine Salih (Sekreter), Matlube Ömer (Veznedar) idari heyetiyle Kadınlar Halk Fırkası kurulmuştur. (Zihnioğlu, 2013, s.130) Kadınlar Halk Fırkası, Türkiye tarihinde kadınlar tarafından kurulan ilk siyasal parti girişimi olarak kabul edilmektedir. Fırka Cumhuriyetin ilanından kısa bir süre önce kurulmak istenmiş ve kadınların siyasal yaşamda aktif rol oynamalarını amaçlamıştır. Nezihe Muhiddin, kadınların yalnızca seçme ve seçilme hakkını elde etmelerini değil devlet yönetiminde söz sahibi olmalarını da hedeflemiştir. Bu nedenle Kadınlar Halk Fırkası dönemin kadın hareketinin en ileri siyasal çalışmasıdır. Nezihe Muhiddin partinin kuruluş amacını şu sözlerle ifade etmiştir. "Kadınlar memleketin yarısını teşkil ederler. Memleket işlerinde söz sahibi olmak haklarıdır." (Muhiddin, 1931, s.85) Bu değerlendirme Nezihe Muhiddin'in kadın haklarını hayırseverlik ya da toplumsal yardım faaliyetlerinin ötesine taşıyarak doğrudan siyasal temsil eksenine yerleştirdiğini göstermektedir. Kadınlar Halk Fırkasının programında kadınların eğitim seviyelerinin yükseltilmesi ekonomik bağımsızlıklarının desteklenmesi ve siyasal haklarının tanınması gibi hedefler yer almaktaydı. Parti programı incelendiğinde kadınların yalnızca kadın meseleleri ile değil, ülkenin genel sorunlarıyla da ilgilenmesi gerektiğı anlayışı dikkat çekmektedir. Bu durum kadınların kamusal yaşamın her alanda var olmasını savunan modern bir yurttaşlık anlayışını ortaya koymaktadır. Kadınlar Halk Fırkası Osmanlı kadın hareketinin Cumhuriyet dönemine aktardığı siyasal birikimin en önemli

ürünlerinden biridir. (Çakır, 2024, s.331) Serpil Çakır'ın bu değerlendirmesi Kadınlar Halk Fırkası'nın aniden ortaya çıkan bir girişim olmadığını Osmanlı kadın hareketinin uzun yıllara dayanan mücadelesinin bir sonucu olduğunu göstermektedir. Ancak dönemin siyasal koşulları kadınların bu girişimini desteklemekten uzaktı. Cumhuriyet henüz ilan edilmemiş, yeni devlet yapılanması şekillenme aşamasındaydı. Erkek egemen siyasal kültür içinde kadınların bağımsız bir parti kurma girişimi devlet çevrelerinde temkinli karşılandı. Kadınların seçme ve seçilme haklarına sahip olmamaları da partinin resmi olarak kabul edilmesinin önündeki önemli engellerden biri olarak gösterildi. Niyazi Berkes erken cumhuriyet dönemindeki bu yaklaşımı değerlendirirken şunları belirtmiştir. “Kadınlara siyasal hakların verilmesi düşüncesi kabul görmekle birlikte bunun devlet eliyle ve kontrollü biçimde gerçekleştirilmesi tercih edilmiştir.” (Berkes, 2020, s.534) Berkes'in bu sözüyle kadınların siyasal taleplerinin tamamen reddedilmediğini ancak bağımsız bir kadın hareketi tarafından yürütülmesinin istenmediğini göstermektedir. Fırka'nın kuruluş başvurusu resim makamlar tarafından kabul edilmemiştir. Gerekçe olarak kadınların milletvekili seçilme ve seçme haklarına sahip olmamaları gösterilmiştir. Bu konu hakkında Yaprak Zihnioğlu şu değerlendirmeyi yapmıştır. “Kadınlar Halk Fırkası'nın reddedilmesi kadınların siyasal alanda bağımsız örgütlenmelerini izin verilmek istenilmemesinin bir sonucudur. (Zihnioğlu, 2013, s.121) Nezihe Muhiddin ve arkadaşları mücadelelerinden vazgeçmeyerek Kadınlar Halk Fırkası'na yeni bir bakış açısı kazandırarak Türk Kadınlar Birliği'ne dönüştürmüştür.

Türk Kadınlar Birliği

Kadınlar Halk Fırkası'nın kuruluşuna hükümetin izin vermemesinin ardından fırka'nın kurucuları Kadın Halk Fırkası'nı bazı maddelerinden değişiklik yaparak Kadınlar Birliği adı altında bir cemiyete dönüştürmeye karar vermiş ve böylece Türk Kadınlar Birliği kurulmuştur. (Zihnioğlu, 2013, s.150) Türk Kadınlar Birliği, kadınların yalnızca sosyal yardım faaliyetlerine katıldığı bir yapı olmaktan çıkarak eğitim, bilinçlenme ve toplumsal dönüşüm hedefleyen çok yönlü bir örgüt haline gelmiştir. Bu yapı içerisinde kadınların kamusal görünürlüğü arttırılmış aynı zamanda kadın kimliği daha kolektif bir çerçevede yeniden tanımlanmıştır. Ayrıca Türk Kadınlar Birliği'de kadınların siyasal haklarını savunmaya devam etmiş ve kadınların seçme ve seçilme hakkı mücadelesinin merkezi haline gelmiştir. Dönemin gazetelerinde ve dergilerinde Kadınlar Birliği'ne çok sayıda destek yazıları yazılmıştır. Türk Kadınlar Birliği'nin faaliyetleri arasında konferanslar eğitim çalışmaları ve kamuoyu oluşturma girişimleri yer almıştır. Bu faaliyetler kadınların yalnızca özel alanla sınırlı roller üstlenmesini sorgulamış ve alternatif bir kamusal kadın kimliği üretmiştir. Böylece kadınların toplumsal görünürlüğü artarken bu görünürlük aynı zamanda politik bir anlam da kazanmıştır. Bu konu hakkında Zafer Toprak'ın değerlendirmeleri şu şekildedir. Erken Cumhuriyet döneminde vatandaşlık kavramı yeniden inşa edilirken kadınların bu sürece katılımları hem desteklenen hem de sınırlandırılan bir alan olmuştur. (Toprak, 2014, s.480) Aslında kadın hareketleri siyasal alanda kontrol altında tutulmaya çalışılmıştır. Türk Kadınlar Birliği bu çelişkili yapının içinde kadınların eşit yurttaşlık talebini sürekli gündemde tutan bir aktör olarak ortaya çıkmıştır.

Basın ve Kamusal Söylemde Nezihe Muhiddin

Nezihe Muhiddin'in kadınların siyasal haklarını savunması ve örgütlü bir kadın hareketi oluşturma çabaları dönemin basınında geniş yankı uyandırmıştır. Kadınlar Halk Fırkası girişimi ve ardından Türk Kadınlar Birliği çatısı altında yürütülen faaliyetler dönemin gazetelerinde sık sık gündeme taşınmış ve kadınların siyasal hayata katılımı konusunda kamuoyunda önemli tartışmalar yaratmıştır. (Zihnioğlu, 2013, s.162) Bu durum Nezihe Muhiddin'in yalnızca bir kadın hakları savunucusu değil aynı zamanda kamusal alanda fikir üreten ve toplumsal dönüşümü etkileme çalışan bir aktör olarak algılandığını göstermektedir. Basında yer alan tartışmalar kadınların kamusal görünürlüğünün artmasında önemli bir rol oynamıştır. Dönemin gazetelerinde Nezihe Muhiddin'in kimi zaman Cumhuriyetin modernleşme hedefleriyle uyumlu bir kadın figürü olarak sunulurken kimi zamanda kadınların siyasal taleplerini erken bulan çevrelerin eleştirilerine maruz kalmıştır. Serpil Çakır, kadın hareketinin basındaki temsillerinin dönemin toplumsal cinsiyet anlayışından bağımsız değerlendiremeyeceğini belirtmektedir. (Çakır, 2024, s.412-418) Özellikle kadınların seçme ve seçilme hakkı taleplerinin kamuoyunda

tartışma konusu yapılması kadınların siyasi özne olarak kabul edilme sürecinin zorlu olduğunu göstermektedir. Bu noktada basın yalnızca haber aktaran bir araç olmaktan çıkmış kadın hakları konusundaki farklı görüşlerin mücadele ettiği bir kamusal alan haline gelmiştir. Nezihe Muhiddin adı etrafında yürütülen tartışmalarda bu dönüşümün somut örneklerinden biri olmuştur. Cumhuriyetin ilerleyen yıllarında Türk Kadınlar Birliği içerisinde yaşanan anlaşmazlıklar ve Nezihe Muhiddin'e yöneltilen çeşitli suçlamalar da gazetelerde geniş yer bulmuştur. Zafer Toprak bu süreçte Muhiddin'i kamuoyundaki imajının zarar gördüğünü ve kadın hareketinin öncü isimlerinden biri olmasına rağmen uzun yıllar tarih yazımında geri planda kaldığını ifade etmektedir. (Toprak, 2014, s.325-330) Bu gelişmeler basının bireylerin tarihsel hafızadaki yerini şekillendirme gücünü göstermektedir. Nezihe Muhiddin örneğinde görüldüğü gibi dönemin siyasi atmosferi ve basındaki temsil biçimleri bir kadın hareketi liderinin kamuoyu neznindeki algısını doğrudan etkileyebilmiştir.

Nezihe Muhiddin'in Kadınlar Üzerindeki Etkisi

Kadınların toplumsal ve siyasal hayata katılımını savunan Nezihe Muhiddin, fikirleri ve faaliyetleriyle sonraki kuşak kadınlara örnek olmuştur. Yaprak Zihnioğlu'na göre, "Nezihe Muhiddin, kadınların siyasal haklarını elde etmeleri konusunda dönemin en kararlı ve örgütlü mücadelesini yürüten isimlerden biridir." (Zihnioğlu, 2013, s.45) Bu değerlendirme, Muhiddin'in yalnızca bir düşünce insanı değil, aynı zamanda kadın hakları mücadelesinin aktif bir öznesi olduğunu göstermektedir. Onun yürüttüğü çalışmalar, kadınların siyasal hak taleplerinin kamuoyunda görünürlük kazanmasına katkı sağlamıştır. 1923 yılında Kadınlar Halk Fırkası'nı kurma girişimi, kadınların siyasal temsil taleplerini örgütlü bir biçimde dile getirmelerinin ilk örneklerinden biri olmuştur. Serpil Çakır, bu girişimin "kadınların siyasal yurttaşlık taleplerinin açık biçimde ifade edildiği ilk örgütlü hareket" olduğunu belirtmektedir. (Çakır, 2024, s.391) Bu tespit, Nezihe Muhiddin'in dönemin sınırlarını zorlayan bir siyasal vizyona sahip olduğunu göstermektedir. Her ne kadar parti resmî olarak kabul edilmemiş olsa da kadınların siyasal haklarının tartışılmasını sağlamış ve sonraki kazanımlara zemin hazırlamıştır. Nezihe Muhiddin'in kadınlar üzerindeki etkisi yalnızca siyasal alanla sınırlı kalmamıştır. Kadın Yolu dergisinde yayımlanan yazıları aracılığıyla kadınların eğitim görmesini, ekonomik bağımsızlık kazanmasını ve çalışma hayatına katılmasını savunmuştur. Zafer Toprak, Muhiddin'in kadınları "toplumun edilgen unsurları olmaktan çıkararak aktif yurttaşlar hâline getirmeyi hedeflediğini" ifade etmektedir. (Toprak, 2014, s.314) Bu yaklaşım, Cumhuriyet döneminde kadınların eğitim ve meslek hayatındaki ilerlemelerinin düşünsel temellerinden birini oluşturmuştur. Nezihe Muhiddin'in ortaya koyduğu fikirler, kadınların toplumsal konumlarını yeniden değerlendirmelerine ve hak arama bilinci geliştirmelerine katkı sağlamıştır. Nezihe Muhiddin, Türk kadın hareketinin öncü isimlerinden biri olarak kadınların siyasal ve toplumsal alandaki varlığını güçlendiren önemli bir figürdür. Onun mücadelesi, günümüzde kadın hakları alanında elde edilen kazanımların tarihsel kökenlerini anlamak açısından büyük önem taşımaktadır.

Nezihe Muhiddin'in Unutulma Süreci

Nezihe Muhiddin kadın hakları mücadelesinin en önemli isimlerinden biri olmasına rağmen, uzun yıllar boyunca resmî tarih anlatısında geri planda bırakılmıştır. Kadınların siyasal ve toplumsal hayata katılımı konusunda yürüttüğü faaliyetler, özellikle Kadınlar Halk Fırkası girişimi ve Türk Kadınlar Birliği çatısı altındaki çalışmalarıyla dikkat çekse de, Cumhuriyet'in ilerleyen yıllarında adı kamuoyu hafızasından büyük ölçüde silinmiştir. (Zihnioğlu, 2013, s.17-20) Nezihe Muhiddin'in unutulmasında, kadın hareketinin devlet merkezli bir modernleşme anlatısı içerisinde değerlendirilmesinin önemli bir etkisi bulunmaktadır. Serpil Çakır'a göre, Cumhuriyet döneminde kadınlara tanınan hakların yalnızca devlet eliyle gerçekleştiği yönündeki yaklaşım, bağımsız kadın hareketlerinin görünürlüğünü azaltmış ve Nezihe Muhiddin gibi öncü isimlerin katkılarının gölgede kalmasına yol açmıştır. (Çakır, 2024, s.412-415) Bu durum, kadın hakları mücadelesinin çok aktörlü yapısının uzun süre göz ardı edilmesine neden olmuştur. Nezihe Muhiddin'in 1927 yılında Türk Kadınlar Birliği başkanlığından ayrılmak zorunda kalması ve hakkında yürütülen çeşitli soruşturmalar da kamuoyundaki etkisini azaltmıştır. Yaprak Zihnioğlu, Nezihe Muhiddin'in siyasi ve toplumsal alandan dışlanmasının yalnızca kişisel bir

tasfiye değil, aynı zamanda bağımsız kadın hareketinin sınırlandırılmasının bir sonucu olduğunu belirtmektedir. (Zihnioğlu, 2013, s.285-290) Bu değerlendirme, Muhiddin'in unutulmasının bireysel değil yapısal nedenlere dayandığını göstermektedir. Ancak 1990'lı yıllardan itibaren kadın tarihi çalışmalarının gelişmesiyle birlikte Nezihe Muhiddin yeniden akademik ilginin konusu hâline gelmiştir. Özellikle feminist tarih yazımı, onun kadınların siyasal hakları için verdiği mücadeleyi görünür kılmış ve Türkiye kadın hareketi içerisindeki öncü rolünü yeniden değerlendirmiştir. Böylece Nezihe Muhiddin, uzun yıllar süren sessizliğin ardından Türk kadın hareketinin kurucu figürlerinden biri olarak hak ettiği konuma yeniden gelmiştir.

Sonuç

Nezihe Muhiddin'in yaşamı ve mücadelesi birlikte değerlendirildiğinde, onun kadın hareketi içerisindeki konumunun yalnızca bireysel bir öncülükle açıklanamayacak kadar kapsamlı olduğu görülmektedir. O, kadınların toplumsal görünürlüğünü artıran bir figür olmanın ötesinde, bu görünürlüğü siyasal bir özneleşme talebine dönüştüren erken dönem bir düşünsel hattın temsilcisidir. Bu nedenle onun mücadelesi, yalnızca bir hak arayışı değil, aynı zamanda kadınların toplumsal konumunun yeniden tanımlanmasına yönelik bir mücadele olarak değerlendirilmelidir. Kadınlar Halk Fırkası girişimi, bu mücadelenin en somut örneklerinden biri olarak değerlendirilebilir. Bu girişim, kadınların mevcut siyasal düzen içerisinde pasif bir konumda yer almasını reddeden ve doğrudan karar alma mekanizmalarına katılımını talep eden bir yaklaşımın ürünüdür. Bu yönüyle yalnızca bir örgüt kurma çabası değil, aynı zamanda dönemin siyasal sınırlarını zorlayan bir düşünsel çıkış niteliği taşır. Türk Kadınlar Birliği süreci ise kadın hareketinin geri çekilmesi değil, yeni koşullara uyum sağlayarak yeniden yapılanması olarak anlaşılmalıdır. Bu yapı, kadınların bireysel sorunlarını ortak bir zeminde birleştiren ve bu sorunları kamusal alana taşıyan bir örgütlenme modeli oluşturmuştur. Böylece kadınların toplumsal görünürlüğü artmış, aynı zamanda bu görünürlük daha kolektif ve bilinçli bir yapıya dönüşmüştür. Nezihe Muhiddin'in basın faaliyetleri ve yazılı üretimi, onun düşünsel etkisinin yayılmasında önemli bir rol oynamıştır. Kadınların toplumsal rollerine ilişkin eleştirileri, yalnızca belirli bir dönemin sorunlarını değil, daha geniş bir yapısal eşitsizlik alanını görünür kılmıştır. Bu durum, onun mücadelesinin yalnızca örgütsel değil, aynı zamanda düşünsel bir boyut taşıdığını da göstermektedir. Onun kadınlar üzerindeki etkisi en temelde bir zihniyet dönüşümünde kendini göstermektedir. Kadınların kendilerini toplumun kenarında konumlandırmaları yerine, merkezinde yer alan aktif bireyler olarak görmeleri, bu dönüşümün en önemli sonucudur. Bu değişim, kadın hareketinin bireysel farkındalıktan kolektif bilince geçişini ifade eder. Bununla birlikte Nezihe Muhiddin'in uzun süre tarihsel anlatının dışında bırakılması, kadın hareketinin gelişim sürecinin eksik anlaşılmasına neden olmuştur. Onun görünürlüğünü yitirmesi, yalnızca bireysel bir unutulma değil, aynı zamanda tarih yazımında belirli aktörlerin öne çıkarılmasıyla oluşan seçici bir anlatı yapısının sonucudur. Bu durum, kadın hareketinin sürekliliğini anlamayı zorlaştıran önemli bir boşluk yaratmıştır. Ancak günümüzde yapılan değerlendirmeler, Nezihe Muhiddin'in kadın hareketi içindeki yerini yeniden görünür kılmaktadır. Bu yeniden görünürlük, yalnızca geçmişe yönelik bir düzeltme değil, aynı zamanda kadınların siyasal ve toplumsal mücadele tarihinin daha bütünlüklü bir şekilde anlaşılmasına katkı sunmaktadır. Sonuç olarak Nezihe Muhiddin, Türkiye'de kadın hareketinin erken döneminde yalnızca bir aktör değil, aynı zamanda bu hareketin yönünü belirleyen temel düşünsel kaynaklardan biri olarak değerlendirilmelidir. Onun mücadelesi, kadınların toplumsal konumunun sabit olmadığını, aksine tarihsel süreç içinde değiştirilebilir ve yeniden kurulabilir bir alan olduğunu açık biçimde göstermektedir.

KAYNAKLAR

- Baykan, A. (2009). “Nezihe Muhiddin ve Türk Kadını (1931)”. Türk Feminizminin Düşünsel Kökenleri ve Feminist Tarih Yazıcılığından Bir Örnek. İstanbul. İletişim Yayınları. s.78-88-90-91-92.
- Berkes, N. (2020). Türkiye’de Çağdaşlaşma. İstanbul. Yapı Kredi Yayınları. s. 461-534.
- Çakır, S. (2024). Osmanlı Kadın Hareketi. İstanbul. Metis Yayınları. s.314-331-391-412-415-418.
- Muhiddin, N. (1931). Türk Kadını. İstanbul. Numene Matbası. s.85.
- Özkay, N. (2017). “Nezihe Muhiddin ve Türk Kadın Yolu Dergisi”. İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi. s. 14-17.
- Tekeli, Ş. (1998). “Birinci ve İkinci Dalga Feminist Hareketlerin Karşılaştırmalı İncelemesi Üzerine Bir Deneme”. 75 Yılda Kadınlar ve Erkekler. İstanbul. Tarih Vakfı Yayınları (E-Kitap). s.427.
- Toprak, Z. (2014). Türkiye’de Kadın Özgürlüğü Ve Feminizm (1908-1935). İstanbul. Tarih Vakfı Yurt Yayınları. s.325-330-480.
- Zihnioğlu, Y. (2013). Kadınsız İnkılap. İstanbul. Metis Yayınları. s.17-20-35-36-37-39-45-121-130-150-162-285-290.

AKILLI MAĞAZA TEKNOLOJİLERİNİN MÜŞTERİ DENEYİMİ VE SATIN ALMA DAVRANIŞINA ETKİSİ

Yüksek Lisans Öğrencisi, Onur Adıgüzel*

Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, Üretim Yönetimi ve Pazarlama Bilim Dalı adonur9@gmail.com Orcid: 0009-0003-2727-9670

Özet

Akıllı mağaza teknolojileri, perakendecilik sektöründe hizmet inovasyonunun önemli unsurlarından biri haline gelmiştir. Yapay zekâ destekli uygulamalar, kasasız ödeme sistemleri, dijital raf teknolojileri ve self servis çözümler müşteri deneyimini dönüştüren yenilikçi uygulamalar arasında yer almaktadır. Bu teknolojiler, alışveriş sürecini hızlandırması ve kullanıcıya kolaylık sağlaması nedeniyle giderek daha fazla yaygınlaşmaktadır. Bu çalışmanın amacı, akıllı mağaza teknolojilerinin müşteri deneyimi ve satın alma davranışı üzerindeki etkilerini incelemektir. Bu çalışmada nitel araştırma yöntemi benimsenmiş olup, veri kaynağı olarak sosyal medya platformlarında yer alan kullanıcı yorumları kullanılmıştır. Araştırma verileri içerik analizi yöntemi ile değerlendirilmiştir. Bu kapsamda tüketicilerin akıllı mağaza teknolojilerine yönelik görüşleri; alışveriş kolaylığı, zaman tasarrufu, teknolojiye güven, müşteri memnuniyeti, fiyat algısı, mağaza deneyimi ve satın alma davranışı temaları çerçevesinde ele alınmıştır. Ayrıca kullanıcı yorumları üzerinden hem olumlu hem de olumsuz değerlendirmeler ortaya konularak tüketici algısının çok boyutlu yapısı analiz edilmiştir. Elde edilen bulguların, akıllı mağaza teknolojilerinin tüketici algısı üzerindeki etkilerini çok boyutlu biçimde ortaya koyması beklenmektedir. Araştırmanın, dijitalleşme sürecinde gelişen hizmet inovasyonu uygulamalarının tüketici davranışları üzerindeki etkilerini anlamaya katkı sağlaması hedeflenmektedir. Bununla birlikte çalışmanın, perakendecilik sektöründe faaliyet gösteren işletmelere müşteri deneyimini geliştirmeye yönelik çıkarımlar sunacağı ve ilgili literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Akıllı Mağazalar, Müşteri Deneyimi, Satın Alma Davranışı

THE EFFECT OF SMART STORE TECHNOLOGIES ON CUSTOMER EXPERIENCE AND PURCHASING BEHAVIOR

Master's Student, Onur Adıgüzel*

Selçuk University, Institute of Social Sciences, Department of Business Administration, Division of Production Management and Marketing, adonur9@gmail.com, ORCID: 0009-0003-2727-9670

Abstract

Smart store technologies have become one of the key elements of service innovation in the retail sector. Artificial intelligence-backed applications, cashierless checkout systems, digital shelf technologies, and self-service solutions are among the innovative practices transforming the customer experience. These technologies are increasingly widespread due to their ability to speed up the shopping process and offer convenience to users. The purpose of this study is to examine the effects of smart store technologies on customer experience and purchasing behavior. A qualitative research method was adopted in this study, using user reviews on social media platforms as the data source. The research data were evaluated through content analysis. Within this scope, consumers' views on smart store technologies were addressed within the framework of the following themes: shopping convenience, time savings, trust in technology, customer satisfaction, price perception, store experience, and purchasing behavior. In addition, both positive and negative evaluations were revealed through user reviews to analyze the multidimensional structure of consumer perception. The findings obtained are expected to demonstrate the effects of smart store technologies on consumer perception in a multidimensional manner. The study aims to contribute to understanding the effects of service innovation practices, which develop during the digitalization process, on consumer behavior. Furthermore, it is anticipated that the study will provide implications for businesses operating in the retail sector to enhance customer experience and will contribute to the relevant literature.

Keywords: Smart Stores, Customer Experience, Purchasing Behavior

GİRİŞ

Perakendecilik sektörü, dijitalleşmenin etkisiyle önemli bir dönüşüm sürecinden geçmektedir (Verhoef vd., 2015). Özellikle yapay zekâ, sensör teknolojileri ve otomasyon sistemlerinin gelişmesi, geleneksel mağaza yapısını değiştirerek daha hızlı, temassız ve veri odaklı alışveriş deneyimlerinin ortaya çıkmasına neden olmuştur (Brynjolfsson vd., 2013). Bu dönüşüm, tüketicilerin mağaza içi deneyimlerini ve satın alma davranışlarını da doğrudan etkilemektedir.

Bu kapsamda akıllı mağaza teknolojileri, kasasız alışveriş sistemleri ve otomatik ürün tanıma altyapıları gibi uygulamalarla fiziksel perakendeciliğin yeniden şekillenmesini sağlamaktadır (Hagberg vd., 2016). Bu sistemler, tüketicilere hız ve kolaylık sunarken aynı zamanda teknolojiye duyulan güven ve kullanım kolaylığı gibi faktörler üzerinden farklı deneyim algıları oluşturmaktadır. Bu bağlamda, teknoloji kullanımına yönelik algıların açıklanmasında Teknoloji Kabul Modeli önemli bir teorik temel sunmaktadır (Davis, 1989).

Müşteri deneyimi, tüketicinin bir hizmet veya teknoloji ile etkileşimi sonucunda oluşan bilişsel ve duygusal değerlendirmeleri kapsamaktadır (Lemon & Verhoef, 2016). Bu nedenle akıllı mağaza teknolojilerinin, tüketicilerin algıladığı hizmet kalitesi ve memnuniyet düzeyleri üzerinde doğrudan etkili olduğu düşünülmektedir.

Akıllı mağaza teknolojilerinin yaygınlaşması, tüketici davranışlarını yalnızca operasyonel düzeyde değil, aynı zamanda psikolojik ve davranışsal düzeyde de etkilemektedir. Bu nedenle satın alma davranışının, tüketici niyeti ve davranışsal kontrol faktörleri çerçevesinde değerlendirilmesi önem taşımaktadır (Ajzen, 1991).

Bu çalışmanın amacı, akıllı mağaza teknolojilerinin müşteri deneyimi ve satın alma davranışı üzerindeki etkisini incelemektir. Bu doğrultuda veri kaynağı olarak sosyal medya platformlarında yer alan kullanıcı yorumları seçilmiş ve tematik analiz yöntemi ile değerlendirilmiştir.

1. KURAMSAL ÇERÇEVE

1.1. Akıllı Mağaza Teknolojileri

Akıllı mağaza teknolojileri, perakendecilikte dijital dönüşümün önemli bir bileşeni olarak değerlendirilmektedir. Bu teknolojiler; yapay zekâ, nesnelerin interneti (IoT), sensör sistemleri ve görüntü işleme altyapıları aracılığıyla tüketicilerin mağaza içi hareketlerini takip ederek kasasız ve temassız alışveriş deneyimleri sunmaktadır (Hagberg vd., 2016; Brynjolfsson vd., 2013).

Akıllı mağaza teknolojileri, yapay zekâ, nesnelerin interneti (IoT), sensör sistemleri, mobil uygulamalar ve otomatik ödeme altyapıları gibi dijital teknolojilerin perakende ortamına entegre edilmesiyle ortaya çıkan yenilikçi mağazacılık uygulamalarını ifade etmektedir. Bu teknolojiler, müşterilere daha hızlı ve kolay bir alışveriş deneyimi sunarken işletmelere de operasyonel süreçlerini daha verimli yönetme imkânı sağlamaktadır (Koçak & Uyar, 2022).

Bu sistemler, tüketicinin ürün seçme, ödeme yapma ve mağaza içinde gezinme süreçlerini yeniden yapılandırarak geleneksel perakende anlayışından farklı bir deneyim modeli oluşturmaktadır. Özellikle Amazon Go gibi uygulamalar, alışveriş sürecinde fiziksel kasiyer ihtiyacını ortadan kaldırarak tamamen otomatik bir satın alma süreci sunmaktadır. Bu durum, müşteri deneyiminin hız, kolaylık ve teknolojiye duyulan güven gibi unsurlar üzerinden yeniden şekillenmesine neden olmaktadır.

Literatürdeki benzer çalışmalarda; gelişmekte olan mobil teknolojilerin yönlendirdiği mobil alışveriş süreçleri (Shankar vd., 2016), akıllı mağazalar geliştirmek için etkili oyunlaştırma arayüzlerinin kullanımı (Poncin vd., 2017) ve mağaza içi robotik alışveriş asistanlarının tüketicilerin alışveriş davranışları üzerindeki etkisi (Bertacchini vd., 2017) incelenmiştir. Bunlara ek olarak, tüketicilerin perakendecilikte akıllı teknolojileri kabulü veya direnci (Roy vd., 2018) ile yapay zekâ teknolojisi uyarılarının akıllı müşteri deneyimi üzerindeki etkileri (Gao vd., 2021) araştırılmıştır. Son olarak, akıllı mağazalarda tüketiciyi satın almaya motive eden etkenler (Chang

ve Chen, 2021) ve perakendecilik sektöründeki genel akıllı uygulamalar (Karaömerlioğlu ve Özeltürkay, 2018; Koçak ve Uyar, 2022) geniş bir perspektifle ele alınmıştır.

1.2. Müşteri Deneyimi

Müşteri deneyimi, tüketicilerin bir ürün, hizmet veya marka ile etkileşimleri sonucunda oluşan bilişsel, duygusal ve davranışsal değerlendirmelerin bütünüdür (Lemon & Verhoef, 2016). Günümüzde müşteri deneyimi yalnızca satın alma anıyla sınırlı kalmamakta; ürün arama, bilgi edinme, satın alma ve satın alma sonrası süreçleri de kapsamaktadır. Bu nedenle işletmeler açısından müşteri deneyimi, rekabet avantajı sağlayan önemli unsurlardan biri olarak değerlendirilmektedir.

Dijitalleşmenin perakende sektöründe yaygınlaşmasıyla birlikte müşteri deneyimi de farklı bir boyut kazanmıştır. Akıllı mağaza uygulamaları, tüketicilere daha hızlı, kolay ve kişiselleştirilmiş bir alışveriş süreci sunmayı amaçlamaktadır. Kasasız ödeme sistemleri, mobil uygulama entegrasyonları, yapay zekâ destekli hizmetler ve otomatik ürün tanıma sistemleri müşteri deneyimini şekillendiren teknolojiler arasında yer almaktadır (Pantano & Dennis, 2019).

Literatürde akıllı teknolojilerin müşteri deneyimini olumlu yönde etkilediği belirtilmektedir. Özellikle kullanım kolaylığı, alışveriş sürecinde zaman tasarrufu sağlaması ve hizmet kalitesini artırması tüketicilerin bu teknolojilere yönelik olumlu değerlendirmelerde bulunmasına katkı sağlamaktadır (Foroudi vd., 2018). Benzer şekilde Gao ve arkadaşları (2022), yapay zekâ temelli uygulamaların akıllı müşteri deneyimini geliştirdiğini ve tüketicilerin teknolojiye yönelik tutumlarını etkilediğini ortaya koymuştur.

Bununla birlikte müşteri deneyimi yalnızca teknolojik faydalarla şekillenmemektedir. Tüketicilerin teknolojiye duyduğu güven, sistemlerin doğruluğuna ilişkin algıları ve kullanım sürecinde karşılaşılabilecekleri risklere yönelik değerlendirmeleri de deneyimin önemli belirleyicileri arasında yer almaktadır (Roy vd., 2018). Bu nedenle akıllı mağaza teknolojilerinin müşteri deneyimi üzerindeki etkisinin, hem sağladığı kolaylıklar hem de tüketicilerde oluşturduğu güven algısı çerçevesinde değerlendirilmesi gerekmektedir.

1.3. Satın Alma Davranışı

Satın alma davranışı, tüketicilerin ihtiyaç ve isteklerini karşılamak amacıyla ürün veya hizmetleri araştırma, değerlendirme, satın alma ve satın alma sonrası değerlendirme süreçlerinde sergiledikleri davranışların bütünüdür (Koç, 2020). Tüketicilerin satın alma kararları yalnızca ekonomik faktörlerden değil; algılar, tutumlar, deneyimler, sosyal çevre ve teknolojik gelişmeler gibi birçok unsurdan etkilenmektedir. Bu nedenle günümüzde dijital teknolojilerin alışveriş süreçlerine entegrasyonu, tüketicilerin satın alma davranışlarında önemli değişimlere yol açmaktadır.

Akıllı mağaza teknolojileri, alışveriş sürecini daha hızlı, kolay ve etkileşimli hale getirerek müşteri deneyimini dönüştürmektedir. Tüketicilerin bu teknolojileri faydalı, güvenilir ve kullanımı kolay olarak algılamaları, satın alma niyetlerini olumlu yönde etkileyebilmektedir. Diğer taraftan sistemlere yönelik güven eksikliği veya teknolojik risk algısı ise satın alma davranışını olumsuz etkileyebilmektedir. (Roy vd., 2018). Tüketici davranışlarının anlaşılmasında bireyin yaşadığı deneyimler önemli bir yere sahiptir. Bu bağlamda akıllı mağazalarda yaşanan olumlu müşteri deneyimlerinin tüketicilerin satın alma eğilimlerini artırabileceği, olumsuz deneyimlerin ise satın alma kararlarını erteleyebileceği veya satın almaktan vazgeçmeye neden olabileceği söylenebilir. Dolayısıyla müşteri deneyimi ile satın alma davranışı arasında doğrudan bir ilişki bulunmakta olup, akıllı mağaza teknolojileri bu ilişkinin şekillenmesinde önemli bir rol oynamaktadır.(Odabaşı, 2017)

2. YÖNTEM

2.1 Araştırmanın Amacı ve Önemi

Bu çalışmanın amacı, akıllı mağaza teknolojilerinin müşteri deneyimi ve satın alma davranışı üzerindeki etkilerini sosyal medya platformlarında yer alan kullanıcı yorumları üzerinden incelemektir. Bu doğrultuda sosyal medya platformlarında akıllı mağaza uygulamalarına ilişkin paylaşılan kullanıcı yorumları tematik analiz yöntemi ile değerlendirilerek tüketicilerin söz konusu teknolojilere yönelik algıları, deneyimleri ve satın alma eğilimleri ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Araştırma, akıllı mağaza teknolojilerine ilişkin tüketici değerlendirmelerini doğrudan kullanıcı yorumları üzerinden ele alması bakımından önem taşımaktadır. Literatürde akıllı perakendecilik uygulamalarına yönelik çalışmalar bulunmakla birlikte, tüketicilerin sosyal medya ortamlarında kendiliğinden oluşturdukları görüşleri inceleyen çalışmaların sınırlı olduğu görülmektedir. Bu yönüyle çalışma, akıllı mağaza teknolojilerinin müşteri deneyimi ve satın alma davranışı üzerindeki etkilerinin anlaşılmasına katkı sağlamayı ve gelecekte yapılacak araştırmalara kaynak oluşturmayı amaçlamaktadır.

2.2 Araştırmanın Yöntemi

Bu araştırmada akıllı mağaza teknolojilerinin müşteri deneyimi ve satın alma davranışı üzerindeki etkileri nitel araştırma yaklaşımı çerçevesinde ele alınmıştır. Çalışmada veri toplama yöntemi olarak sosyal medya platformlarında yer alan kullanıcı yorumları kullanılmıştır. Bu kapsamda akıllı mağaza uygulamalarına ilişkin paylaşımların altında yer alan yorumlar araştırma verisini oluşturmaktadır.

Araştırmada amaçlı örnekleme yaklaşımı benimsenmiş ve akıllı mağaza teknolojilerine doğrudan atıf yapan kullanıcı yorumları analize dahil edilmiştir. Tek kelimelik, konu ile ilgisiz veya anlam bütünlüğü taşımayan yorumlar veri seti dışında bırakılmıştır. Bu şekilde araştırma, doğrudan deneyim ve algı içeren kullanıcı ifadeleri üzerinden yürütülmüştür.

2.3 Veri Toplama Süreci

Bu araştırmada veri toplama süreci, sosyal medya platformlarında akıllı mağaza teknolojilerine ilişkin kamuya açık kullanıcı yorumlarının derlenmesi ile gerçekleştirilmiştir. Araştırma kapsamında toplam 360 yorum incelenmiş, bu yorumlar herhangi bir kullanıcı bilgisi (isim, kullanıcı adı, konum vb.) dikkate alınmadan analiz edilmiştir. Çalışmada yalnızca açık erişime sahip veriler kullanılmış olup, marka isimleri doğrudan belirtilmeden “Marka 1, Marka 2” gibi anonimleştirilmiş şekilde değerlendirilmiştir. Bu yaklaşım, sosyal medya verilerinin araştırmalarda etik ve anonim kullanımına ilişkin literatürde önerilen çerçeve ile uyumludur (Kaplan & Haenlein, 2010; Kozinets, 2015).

Veri seti oluşturulurken akıllı mağaza teknolojilerine doğrudan veya dolaylı şekilde atıf yapan yorumlar dahil edilmiş, konu dışı, tek kelimelik veya anlam bütünlüğü taşımayan ifadeler analiz dışında bırakılmıştır. Bu süreç sonucunda 360 yorum içerisinde 177 yorumun araştırma konusu ile doğrudan ilişkili olduğu belirlenmiştir. Geriye kalan yorumlar ise içerik olarak akıllı mağaza deneyimi veya satın alma davranışı ile doğrudan bağlantı kurmayan ifadelerden oluşmuştur.

Ayrıca, akıllı mağaza teknolojilerinin pilot uygulamalarının son yıllarda özellikle son 4 yıl içerisinde yoğunlaştığı ve bu nedenle kullanıcı içeriklerinin büyük ölçüde bu zaman aralığında üretildiği görülmüştür. Yapılan tarama sürecinde daha eski dönemlere ait anlamlı ve doğrudan konuya ilişkin kullanıcı yorumlarına rastlanmamış, bu durum veri setinin zaman aralığının doğal olarak son 4 yıl ile sınırlanmasına neden olmuştur. Bu bulgu, ilgili teknolojinin henüz gelişim aşamasında olduğunu ve kullanıcı deneyimlerinin yeni oluşmaya başladığını göstermektedir.

Ayrıca, ilgili alanın henüz gelişmekte olan bir teknoloji alanı olması nedeniyle kullanıcı yorumlarının belirli konular etrafında yoğunlaştığı ve tekrar eden ifadelerin arttığı gözlemlenmiştir. Bu durum, özellikle mevcut akıllı mağaza uygulamalarına yönelik yorumlarda veri doygunluğuna ulaşıldığını göstermektedir. Nitel araştırmalarda veri doygunluğu, yeni verilerin analize anlamlı bir katkı sağlamadığı noktada araştırmanın yeterli derinliğe ulaştığını ifade etmektedir (Guest vd., 2006). Bu bağlamda, elde edilen veri setinin tematik analiz için yeterli bir temsil gücüne sahip olduğu değerlendirilmiştir.

2.4 Güvenilirlik ve Geçerlilik

Bu araştırmada güvenilirlik ve geçerliliğin sağlanması amacıyla nitel araştırma yöntemlerine uygun bir yaklaşım benimsenmiştir. Veri analizi sürecinde sistematik bir kodlama süreci izlenmiş, yorumlar öncelikle açık kodlara ayrılmış, ardından benzer kodlar bir araya getirilerek temalar oluşturulmuştur. Bu süreçte tutarlılığın sağlanması için kodlar ve temalar araştırma amacı doğrultusunda tekrar tekrar gözden geçirilmiştir.

Güvenirliği artırmak amacıyla veri analizi süreci şeffaf bir şekilde yürütülmüş, kodlama ve tema oluşturma adımları belirli bir sistematik çerçevede gerçekleştirilmiştir. Ayrıca veriler yalnızca kamuya açık kullanıcı yorumlarından elde edildiği için araştırmacı müdahalesi bulunmamakta, bu durum verinin doğal ve değiştirilemez yapısını koruyarak güvenilirliği desteklemektedir (Kozinets, 2015).

Geçerlilik açısından ise çalışmada veri çeşitliliği sağlanarak farklı kullanıcı deneyimlerine yer verilmiştir. Sosyal medya platformlarında yer alan yorumların gerçek kullanıcı deneyimlerini yansıtmaları, araştırmanın doğal ortama dayalı dış geçerliliğini güçlendirmektedir. Bununla birlikte veri doygunluğuna ulaşıldığı tespit edilmiş, bu durum temaların yeterli düzeyde tekrar ettiğini ve analiz sonuçlarının tutarlı bir yapıya sahip olduğunu göstermiştir (Guest vd., 2006). Bu nedenle araştırmanın bulgularının akıllı mağaza teknolojileri bağlamında müşteri deneyimi ve satın alma davranışını açıklamada yeterli olduğu değerlendirilmiştir.

3. BULGULAR

3.1 Müşteri Deneyimine İlişkin Bulgular

Araştırma kapsamında incelenen kullanıcı yorumlarının tematik analizi sonucunda müşteri deneyimine ilişkin altı ana tema belirlenmiştir. Bu temalar; alışveriş kolaylığı, zaman tasarrufu, teknolojiye güven, müşteri memnuniyeti, fiyat algısı ve mağaza deneyimi ve tasarım olarak sınıflandırılmıştır. Alışveriş kolaylığı teması altında hızlı alışveriş, sistem kullanım kolaylığı, giriş-çıkış kolaylığı ve ürün bulma kolaylığı kodları; zaman tasarrufu teması altında kasasız alışveriş, bekleme süresinin azalması ve hızlı işlem kodları yer almaktadır. Teknolojiye güven teması kapsamında sistem doğruluğu, yoğunlukta sistem performansı, çoklu kullanıcı yönetimi, teknik hata endişesi, güvenlik ve hırsızlık algısı, teknoloji karşılaştırması ve teknoloji yeterliliği kodları belirlenmiştir.

Ayrıca müşteri memnuniyeti teması olumlu değerlendirme, olumsuz değerlendirme, beklenti karşılanması, konsept değerlendirmesi ve tavsiye etme kodlarından oluşmaktadır. Bunun yanında kullanıcı yorumlarında fiyat algısına ilişkin yüksek fiyat algısı, ekonomik karşılaştırma ve maliyet eleştirisi kodları tespit edilmiştir. Son olarak mağaza deneyimi ve tasarım teması altında fiziksel alan eleştirisi, yoğunluk sorunu, lokasyon uygunluğu ve tasarım değerlendirmesi kodları ortaya çıkmıştır. Elde edilen bulgular, akıllı mağaza teknolojilerinin müşteri deneyimini işlevsel, teknolojik, ekonomik ve fiziksel boyutlarıyla şekillendiren çok yönlü bir yapı oluşturduğunu göstermektedir.

Öncelikle, kullanıcı yorumları akıllı mağaza sistemlerinin alışveriş sürecini hızlandırdığı ve işlemleri önemli ölçüde kolaylaştırdığı yönünde yoğunlaşmaktadır. Kasasız alışveriş yapısının özellikle zaman kazandırdığı ve geleneksel ödeme süreçlerini ortadan kaldırdığı görülmektedir:

“Kasa sırası bekleme derdinin bitmesi çok konforlu olmuş, umarım bu tarz otonom yerler daha da yaygınlaşır.” (Y72)

“Teknoloji gerçekten harika, zaman kaybetmeden hızlıca alışveriş yapıp çıkabilmek büyük bir lüks.” (Y70)

“Ödeme sistemi çok pratik; uygulamasını indirip kaydolduktan sonra kapıdaki QR kodu okutarak her şeyi hallediyorsunuz.” (Y78)

“Uygulamadan ödeme kısmı muhteşem.” (Y140)

Buna ek olarak sistemin kullanım kolaylığı ve pratikliği de müşteri deneyimini olumlu yönde etkileyen önemli bir unsur olarak öne çıkmaktadır:

“Güzel bir market, girip deneyimledik... kullanılan yapay zeka teknolojisi bizi çok etkiledi.” (Y119)

Alışveriş kolaylığı kapsamında mağaza içi düzen ve ürün çeşitliliği de kullanıcılar tarafından olumlu değerlendirilmiştir:

“Mağazada geniş bir gurme ürün çeşitliliği var ve raflar çok düzenli.” (Y77)

Bununla birlikte teknolojiye güven ve sistemin doğruluğuna ilişkin önemli düzeyde belirsizlik ve eleştiri bulunmaktadır. Özellikle çoklu kullanıcı durumlarında sistemin nasıl çalıştığına dair soru işaretleri dikkat çekmektedir:

“Aynı anda birkaç kişi aynı üründen alırsa onu algılayıp kime yazacak?” (Y8)

“Şimdi tek kişi ile gayet güzel çalışmasında bir problem yok ancak mağaza yoğunluğu sırasında ağırlık sensörleri neye göre algılayacak?” (Y11)

Ayrıca sistemin güvenlik ve doğruluk kapasitesine yönelik şüpheler de bulunmaktadır:

“Birazcık fazla kamera var sanki.” (Y100)

Buna karşın bazı kullanıcılar sistemi yenilikçi ve desteklenmesi gereken bir girişim olarak değerlendirmektedir:

“Türkiye’de ilk olması açısından desteklenmesi gereken bir girişim.” (Y81)

“Sistem çok güzel. Umarım ileride yerlilik oranı artar.” (Y25)

Mağaza deneyimi ve fiziksel alan tasarımı da müşteri deneyimini etkileyen bir diğer boyut olarak öne çıkmaktadır. Özellikle alan kullanımı ve yoğunluk algısı bazı kullanıcılar tarafından eleştirilmiştir:

“20 tane ürün var, vending machine gibi ama 4 katı yer kaplıyor.” (Y99)

Genel olarak bulgular, akıllı mağaza teknolojilerinin müşteri deneyimini hız, kolaylık ve dijitalleşme üzerinden olumlu yönde dönüştürdüğünü göstermektedir. Bununla birlikte sistem güvenilirliği, çoklu kullanıcı senaryoları, fiyat algısı ve fiziksel mağaza tasarımı gibi unsurların deneyimi sınırlayan önemli faktörler olduğu görülmektedir.

3.2 Satın Alma Davranışına İlişkin Bulgular

Araştırma kapsamında incelenen kullanıcı yorumlarının analizi sonucunda satın alma davranışına ilişkin üç ana tema belirlenmiştir. Bu temalar; satın alma eğilimi, satın alma modeli algısı ve gelecek ve sosyal etki algısı olarak sınıflandırılmıştır. Satın alma eğilimi teması altında satın alma isteği, satın almama isteği ve mağaza tercihi kodları; satın alma modeli algısı teması altında alışveriş modeli sorgulama, e-ticaret karşılaştırması ve teslimat sistemi eleştirisi kodları; gelecek ve sosyal etki algısı teması altında ise işsizlik kaygısı, teknoloji yayılım süresi ve toplumsal etki kodları yer almaktadır. Kullanıcı yorumları, akıllı mağaza teknolojilerinin satın alma davranışını hem olumlu hem de olumsuz yönde etkileyen çok boyutlu bir yapı oluşturduğunu göstermektedir. Bulgular aşağıda ilgili temalar çerçevesinde ele alınmıştır.

Öncelikle, bazı kullanıcılar akıllı mağaza deneyimini olumlu bulmakta ve sistemi gelecekte yaygınlaşabilecek bir yenilik olarak değerlendirmektedir. Bu durum, teknolojiye yönelik olumlu tutumların ve yeniliklere açıklığın

satın alma niyetinin oluşmasında etkili olabileceğini göstermektedir. Kullanıcıların teknolojiyi yalnızca mevcut işlevleriyle değil, aynı zamanda gelecekteki potansiyeli üzerinden değerlendirmeleri dikkat çekmektedir. Bu durum, algılanan yenilikçilik ve teknolojik ilerleme beklentisinin tüketici davranışları üzerinde etkili olduğunu ortaya koymaktadır:

“10-15 sene sonra bu teknoloji ülkemizde yaygınlaşır diye düşünüyorum.” (Y21)

“Türkiye’de ilk olması açısından desteklenmesi gereken bir girişim.” (Y81)

“Sistem çok güzel. Umarım ileride yerlilik oranı artar.” (Y25)

Bu ifadeler, kullanıcıların teknolojiyi yalnızca bireysel fayda açısından değil, aynı zamanda ülkenin teknolojik gelişimi ve yenilikçilik kapasitesi bağlamında da değerlendirdiklerini göstermektedir. Özellikle yerli teknoloji vurgusu, satın alma davranışının ekonomik ve toplumsal değerlerle de ilişkilendirilebildiğine işaret etmektedir.

Buna karşılık bazı kullanıcılar sistemin gerekliliğini sorgulamakta ve geleneksel alışveriş ile kıyaslandığında önemli bir farklılık olmadığını ifade etmektedir. Kullanıcıların bir kısmı, mevcut alışveriş alternatiflerinin sağladığı kolaylıklar karşısında akıllı mağazaların yeterli düzeyde ek fayda sunmadığını düşünmektedir. Bu durum satın alma eğilimini olumsuz yönde etkileyen bir unsur olarak ortaya çıkmaktadır:

“E ticaret uygulamalarının bu kadar gelişmesinin sebebi evinden çıkmadan birkaç tıklamayla istediğin şeyi evine getirebilmektir... klasik mağazacılıktan çok bir farkı kalmaz.” (Y36)

Bu görüş, tüketicilerin yeni teknolojileri değerlendirirken yalnızca yenilik unsuruna değil, aynı zamanda sağladığı görece avantajlara da önem verdiğini göstermektedir. Kullanıcılar açısından teknoloji, mevcut alışveriş yöntemlerinden daha fazla kolaylık, hız veya fayda sağlamadığı sürece tercih edilmeyebilmektedir. Bu durum aynı zamanda tüketicilerin mağaza tercihlerinde teknolojik yeniliklerin tek başına yeterli olmadığını ve alışkanlıkların da önemli rol oynadığını göstermektedir.

Satın alma davranışını etkileyen önemli bir diğer unsur fiyat algısıdır. Kullanıcıların bir kısmı ürün fiyatlarını yüksek bulmakta ve bu durumun satın alma isteğini azaltabileceğini belirtmektedir. Tüketiciler, teknolojik altyapıya sahip mağazaları ilgi çekici bulsalar da fiyatların yüksek olması durumunda satın alma kararlarını yeniden değerlendirmektedir. Bu bulgu, tüketici davranışlarında algılanan değer kavramının önemini ortaya koymaktadır. Teknolojik yeniliklerin sunduğu faydalar ile katlanılması gereken maliyet arasında kurulan denge, satın alma kararında belirleyici olmaktadır.

Bununla birlikte, bazı kullanıcılar sistemin işleyişine yönelik belirsizlikler nedeniyle satın alma kararında tereddüt yaşamaktadır. Özellikle ödeme doğruluğu, çoklu kullanıcı senaryoları ve sistemin hatasız çalışıp çalışmadığına ilişkin endişeler dikkat çekmektedir:

“Şimdi tek kişi ile gayet güzel çalışmasında bir problem yok ancak mağaza yoğunluğu sırasında ağırlık sensörleri neye göre algılayacak?” (Y11)

Bu yorumlar, tüketicilerin yeni teknolojilere yönelik güven geliştirmeden önce sistemin teknik yeterliliğini sorguladığını göstermektedir. Özellikle satın alma sürecinin tamamen teknoloji tarafından yönetildiği ortamlarda tüketiciler, sistem performansına ilişkin kanıt görmek istemektedir. Ayrıca bazı kullanıcılar, e-ticaretin sunduğu teslimat kolaylığı ile karşılaştırıldığında akıllı mağaza modelinin yeterli avantaj sağlayıp sağlamadığını sorgulamaktadır. Bu durum, alışveriş modeline yönelik eleştirilerin yalnızca mağaza içi deneyimle sınırlı olmadığını göstermektedir.

Ayrıca hırsızlık, sistem hatası ve yanlış ücretlendirme gibi risk algıları da satın alma davranışını olumsuz etkileyen faktörler arasında yer almaktadır. Kullanıcıların bir kısmı, sistemde oluşabilecek teknik hataların maddi kayıplara neden olabileceğini düşünmektedir. Bu durum, teknolojik yeniliklerin kabulünde algılanan risk unsurunun hâlen

önemli bir engel olduğunu göstermektedir. Özellikle finansal risk ve güvenlik riskleri, tüketicilerin teknolojiyi kullanma isteğini azaltabilmektedir.

Buna karşılık bazı kullanıcılar teknolojiyi destekleyerek satın alma davranışını olumlu yönde geliştirmekte ve sistemi denemeye yönelik bir eğilim göstermektedir. Bu kullanıcılar için yenilikçi deneyim yaşama isteği, zamandan tasarruf sağlama beklentisi ve teknolojik gelişmelere uyum sağlama arzusu satın alma davranışını teşvik eden unsurlar olarak öne çıkmaktadır. Dolayısıyla akıllı mağaza teknolojileri, belirli tüketici grupları açısından yalnızca bir alışveriş aracı değil, aynı zamanda yenilikçi bir deneyim sunan hizmet modeli olarak değerlendirilmektedir.

Geleceğe yönelik değerlendirmelerde bazı kullanıcılar teknolojinin yaygınlaşmasının zaman alacağını düşünürken, bazı kullanıcılar ise bu dönüşümün istihdam üzerinde olumsuz etkiler yaratabileceğine dikkat çekmektedir. Özellikle mağaza çalışanlarına duyulan ihtiyacın azalabileceği yönündeki değerlendirmeler, teknolojik dönüşümün toplumsal sonuçlarına ilişkin kaygıları ortaya koymaktadır.

Genel olarak bulgular, akıllı mağaza teknolojilerinin satın alma davranışını doğrudan etkileyen bir yenilik olarak algılandığını göstermektedir. Teknolojiye duyulan ilgi, yenilik algısı ve gelecekte yaygınlaşacağına yönelik beklentiler satın alma niyetini artırırken; fiyat algısı, güvenlik endişeleri, algılanan riskler ve sistemin çalışma mantığına ilişkin belirsizlikler satın alma davranışını sınırlayan temel faktörler olarak öne çıkmaktadır. Bu sonuçlar, akıllı mağaza teknolojilerinin tüketiciler tarafından yalnızca işlevsel özellikleri üzerinden değil, aynı zamanda güven, risk, değer ve yenilik algıları çerçevesinde değerlendirildiğini ortaya koymaktadır.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu araştırmada akıllı mağaza teknolojilerinin müşteri deneyimi ve satın alma davranışı üzerindeki etkisi, sosyal medya kullanıcı yorumları üzerinden incelenmiştir. Elde edilen bulgular, akıllı mağaza uygulamalarının özellikle hız, kullanım kolaylığı ve kasasız alışveriş gibi unsurlar üzerinden müşteri deneyimini olumlu yönde dönüştürdüğünü göstermektedir. Buna karşılık fiyat algısı, sistemin işleyişine yönelik belirsizlikler ve çoklu kullanıcı durumlarında ortaya çıkabilecek teknik riskler, hem müşteri deneyimini hem de satın alma davranışını sınırlayan temel faktörler olarak öne çıkmaktadır.

Elde edilen sonuçlar literatürdeki çalışmalarla büyük ölçüde örtüşmektedir. Verhoef vd. (2015) ve Lemon & Verhoef (2016) tarafından vurgulanan müşteri deneyiminin çok boyutlu yapısı, bu çalışmada da özellikle hız, kolaylık, güven ve memnuniyet temaları üzerinden doğrulanmıştır. Benzer şekilde Brynjolfsson vd. (2013) ve Hagberg vd. (2016), dijitalleşmenin perakende sektöründe işlem hızını artırdığı ve alışveriş sürecini daha verimli hale getirdiğini belirtmektedir. Bu çalışmada da kullanıcı yorumlarında “hızlı alışveriş”, “bekleme süresinin azalması” ve “kasasız sistem” gibi ifadelerin yoğunluğu bu bulguyu desteklemektedir.

Öte yandan Roy vd. (2018) ve Gao vd. (2022) tarafından vurgulanan teknoloji kabulü ve risk algısı boyutları, bu araştırmada özellikle “sistem hata yaparsa ne olur”, “yanlış ürün atama olur mu” ve “güvenlik/hırsızlık” gibi endişeler üzerinden kendini göstermiştir. Bu durum, akıllı mağaza teknolojilerinin yalnızca fayda algısı üzerinden değil, aynı zamanda güven ve risk algısı üzerinden de değerlendirildiğini ortaya koymaktadır. Chang ve Chen (2021) tarafından belirtilen teknolojiye yönelik motivasyonel unsurların satın alma davranışını artırdığı yönündeki bulgu kısmen desteklenirken, fiyat algısının yüksekliği ve sistemin belirsizliği bu olumlu etkinin önünde bir engel olarak ortaya çıkmaktadır.

Satın alma davranışı açısından bakıldığında, Ajzen’in Planlı Davranış Teorisi çerçevesinde değerlendirilebilecek şekilde niyetin yalnızca bireysel tutumlardan değil, aynı zamanda algılanan kontrol ve sosyal çevre etkilerinden de etkilendiği görülmektedir. Kullanıcı yorumlarında yer alan “işsizlik kaygısı”, “bu sistem Türkiye’de tutmaz” veya “henüz erken bir teknoloji” gibi ifadeler, satın alma niyetini doğrudan etkileyen sosyal ve algısal faktörlerin varlığını göstermektedir. Koç ve Odabaşı’nın tüketici davranışına ilişkin çalışmalarında da belirtildiği üzere, satın alma davranışı yalnızca rasyonel ekonomik değerlendirmelere değil, aynı zamanda algı, deneyim ve duygusal

tepkilere dayanmaktadır. Bu çalışmada da fiyat algısı, güven ve deneyim kalitesi bu davranışın belirleyicileri olarak öne çıkmıştır.

Sonuç olarak akıllı mağaza teknolojileri, müşteri deneyimini özellikle operasyonel hız ve kolaylık açısından geliştiren yenilikçi bir yapı sunmaktadır. Ancak bu teknolojilerin satın alma davranışına dönüşebilmesi için kullanıcıların sistem güvenilirliğine olan inancının artması, fiyat algısının daha kabul edilebilir hale gelmesi ve çoklu kullanıcı senaryolarının daha net ve şeffaf şekilde yönetilmesi gerekmektedir. Literatürle uyumlu biçimde, bu teknolojilerin başarısının yalnızca teknik altyapıya değil, aynı zamanda tüketici algısının yönetilmesine bağlı olduğu söylenebilir.

KAYNAKLAR

- 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](https://doi.org/10.1016/0749-5978(91)90020-T)
- Brynjolfsson, E., Hu, Y. J., & Rahman, M. S. (2013). Competing in the age of omnichannel retailing. *MIT Sloan Management Review*, 54(4), 23–29.
- Chang, W.-Y., & Chen, J. (2021). What motivates customers to shop in smart shops? The impacts of smart technology and technology readiness. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 58, 2–11.
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319–340. <https://doi.org/10.2307/249008>
- Foroudi, P., Gupta, S., Sivarajah, U., & Broderick, A. (2018). Investigating the Effects of Smart Technology on Customer Dynamics and Customer Experience 80, 271–282. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.11.014>
- Gao, J., Ren, L., Yang, Y., Zhang, D., & Li, L. (2022). The impact of artificial intelligence technology stimuli on smart customer experience and the moderating effect of technology readiness. *International Journal of Emerging Markets*, 17(4), 1123–1142.
- Guest, G., Bunce, A., & Johnson, L. (2006). Kaç görüşme yeterlidir? Veri doygunluğu ve değişkenliği ile ilgili bir deney. *Field* (1), 5 <https://doi.org/>
- Hagberg, J., Sundström, M., & Egels-Zandén, N. (2016). The digitalization of retailing: An exploratory framework. *International Journal of Retail & Distribution Management*, 44(7), 694–712. <https://doi.org/10.1108/IJRDM-09-2015-0140>
- Kaplan, A.M. ve Haenlein, M. (2010). Dünyanın kullanıcıları, birleşin! Zorluklar ve...*İş Ufukları*, 53 (1), 59–68. <https://doi.org/10>
- Karaömerlioğlu, D., & Özeltürkay, E. (2018). Teknoloji çocuklarının akıllı perakendecilik uygulamalarına ilişkin deneyim ve beklentilerini belirlemeye yönelik keşifsel bir çalışma. *Gençlik Araştırmaları Dergisi*, 6(15), 135–158.
- Koç, E. (2020). *Tüketici davranışı ve pazarlama stratejileri: Global ve yerel yaklaşım* (8. baskı). Seçkin Yayıncılık.
- Koçak, Z. K., & Uyar, K. (2022). Perakendecilikte akıllı uygulamalar: Sistemik literatür taraması. *Business & Management Studies: An International Journal*, 10(4), 1565–1582. <https://doi.org/10.15295/bmij.v10i4.2114>
- Kozinets, RV (2015). *Netnography: Redefined*. Sage Publications. DOI: 10.1002/9781118767771.wbiedcs067
- Lemon, K. N., & Verhoef, P. C. (2016). Understanding customer experience throughout the customer journey. *Journal of Marketing*, 80(6), 69–96. <https://doi.org/10.1509/jm.15.0420>
- Odabaşı, Y. (2017). *Tüketici davranışı* (17. baskı). MediaCat Kitapları.

- Pantano, E., & Dennis, C. (2019). *Smart Retailing: Technologies and Strategies* Palgrave Macmillan.
- Poncin, I., Garnier, M., Mimoun, M. S. B., & Leclercq, T. (2017). Smart technologies and shopping experience: Are gamification interfaces effective? The case of the Smartstore. *Technological Forecasting and Social Change*, 124, 320–331.
- Roy, S. K., Balaji, M., Quazi, A., & Quaddus, M. (2018). Predictors of customer acceptance of and resistance to smart technologies in the retail sector. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 42, 147–160.
- Roy, S. K., Balaji, M. S., & Nguyen, B. (2020). Consumer–computer interaction and in-store smart technology (IST) in the retail industry: The role of motivation, opportunity, and ability. *Journal of Marketing Management*, 36(3–4), 299–333.
- Shankar, V., Kleijnen, M., Ramanathan, S., Rizley, R., Holland, S., & Morrissey, S. (2016). Mobile shopper marketing: Key issues, current insights, and future research avenues. *Journal of Interactive Marketing*, 34, 37–48.
- Verhoef, P. C., Broekhuizen, T., Bart, Y., Bhattacharya, A., Qi Dong, J., Fabian, N., & Haenlein, M. (2015). Digital transformation: A multidisciplinary reflection and research agenda. *Journal of Business Research*, 122, 889–901. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.09.022>

HAVACILIK SEKTÖRÜNDE TOPLUMSAL CİNSİYET EŞİTSİZLİĞİNE GENEL BİR BAKIŞ: HAVALİMANI KADIN ÇALIŞANLARI ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Sıla ULAŞ1/ Dr. Öğr. Üyesi, Ahmet ERTEK2/ Yasin GÜRİSOY3

1 Kastamonu Üniversitesi, Sivil Havacılık Yüksekokulu, Havacılık Yönetimi Bölümü, Kastamonu, Türkiye. E-mail: silau1384@gmail.com, ORCID ID: 0009-0008-2356-3208.

2 KTO Karatay Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu, Pilotaj Bölümü, Konya, Türkiye. E-mail: ahmet.ertek@kastamonu.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-8156-5075.

3 Kastamonu Üniversitesi, Sivil Havacılık Yüksekokulu, Havacılık Yönetimi Bölümü, Kastamonu, Türkiye. E-mail: yasingrsy321@gmail.com, ORCID ID: 0009-0004-5740-5137.

Özet

Bu araştırmada havacılık sektöründe çalışan kadınların toplumsal cinsiyet eşitsizliğine ilişkin deneyimlerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Araştırma nitel araştırma yöntemi kapsamında gerçekleştirilmiş olup veri toplama aracı olarak yarı yapılandırılmış görüşme tekniği kullanılmıştır. Araştırmanın çalışma grubunu havacılık sektörünün farklı birimlerinde görev yapan 10 kadın çalışan oluşturmaktadır. Elde edilen veriler tematik analiz yöntemi ile analiz edilmiştir. Analiz sonucunda “operasyonel cinsiyet ayrışması”, “kariyer ilerlemesinde cam tavan”, “vardiyalı çalışma sistemi ve görünmez kadın emeği”, “psikolojik yıpranma ve duygusal emek” ile “pozitif ayrımcılık ve korumacı yaklaşım” olmak üzere beş ana tema ortaya çıkarılmıştır. Araştırma bulguları, havacılık sektöründe kadın çalışan sayısının artmasına rağmen toplumsal cinsiyet temelli eşitsizliklerin farklı biçimlerde devam ettiğini göstermektedir. Özellikle operasyonel görev dağılımlarında erkek çalışanların öncelikli tercih edildiği, kadın çalışanların ise daha çok hizmet odaklı alanlarda yoğunlaştığı görülmüştür. Bunun yanında vardiyalı çalışma sistemi, düzensiz çalışma saatleri, yolcu baskısı ve iş–yaşam dengesi kadın çalışanlar üzerinde önemli fiziksel ve psikolojik etkiler oluşturmaktadır. Araştırma sonucunda havacılık sektöründe toplumsal cinsiyet eşitliğinin güçlendirilmesine yönelik kurumsal uygulamaların ve farkındalık çalışmalarının artırılması gerektiği değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Havacılık sektörü, Toplumsal cinsiyet eşitsizliği, Kadın çalışanlar, Havalimanı çalışanları, Cam tavan sendromu

A GENERAL OVERVIEW OF GENDER INEQUALITY IN THE AVIATION INDUSTRY: A STUDY ON FEMALE AIRPORT EMPLOYEES

Sıla ULAŞ1 / Assist. Prof. Dr. Ahmet ERTEK2 / Yasin GÜRSOY3

1 Kastamonu University, School of Civil Aviation, Department of Aviation Management, Kastamonu, Türkiye. E-mail: silau1384@gmail.com, ORCID ID: 0009-0008-2356-3208.

2 KTO Karatay University, School of Applied Sciences, Department of Pilot Training, Konya, Türkiye. E-mail: ahmet.ertek@kastamonu.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-8156-5075.

3 Kastamonu University, School of Civil Aviation, Department of Aviation Management, Kastamonu, Türkiye. E-mail: yasingrsy321@gmail.com, ORCID ID: 0009-0004-5740-5137.

Abstract

This study aims to examine the experiences of women working in the aviation sector regarding gender inequality. The research was conducted within the scope of the qualitative research method, and semi-structured interview technique was used as the data collection tool. The study group consists of 10 female employees working in different units of the aviation sector. The obtained data were analyzed using thematic analysis. As a result of the analysis, five main themes were identified: “operational gender segregation,” “glass ceiling in career advancement,” “shift work system and invisible female labor,” “psychological exhaustion and emotional labor,” and “positive discrimination and protective approach.” The findings of the study indicate that although the number of female employees in the aviation sector has increased, gender-based inequalities continue in different forms. In particular, it was observed that male employees are primarily preferred in operational task distribution, while female employees are concentrated more in service-oriented areas. In addition, the shift work system, irregular working hours, passenger pressure, and work–life balance create significant physical and psychological effects on female employees. As a result of the study, it was concluded that institutional practices and awareness activities aimed at strengthening gender equality in the aviation sector should be increased.

Keywords: Aviation sector, Gender inequality, Female employees, Airport employees, Glass ceiling

SAHİPLİK ETKİSİ VE FİNANSAL KARAR ALMA: DAVRANIŞSAL FİNANS PERSPEKTİFİNDEN BİR DEĞERLENDİRME

Doç. Dr. Ahmet KASAP¹ / Buse İTİK²

¹Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Turhal Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Elektronik Ticaret ve Yönetim Bölümü, ahmet.kasap@gop.edu.tr, ORCID: 0000-0001-7231-2693

²Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı

Özet

Bu çalışma, davranışsal finans literatüründe sahiplik etkisi (endowment effect) olarak adlandırılan bilişsel önyargıyı finansal karar alma süreçleri ekseninde ele almaktadır. Standart finans teorisinin rasyonel yatırımcı varsayımının gerçek piyasa davranışlarıyla örtüşmediği, Kahneman ve Tversky'nin beklenti teorisinden bu yana kapsamlı biçimde belgelenmiştir. Sahiplik etkisi bu boşluğun merkezinde yer almakta; yatırımcıların ellerindeki varlıklara piyasa değerinin üzerinde değer biçmesine, zarar eden pozisyonları gereğinden uzun süre elde tutmasına ve portföy kararlarında sistematik sapmalar yaşamasına yol açmaktadır. Çalışmada beklenti teorisinin temelleri ortaya konulmakta, ilgili kavramlar ve alt mekanizmalar açıklanmakta, hisse senedi ve gayrimenkul piyasalarındaki ampirik tezahürler incelenmekte ve piyasa etkinliği ile Türkiye bağlamındaki yansımalar değerlendirilmektedir. Tüm atıflar doğrulanmış kaynaklara dayandırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Sahiplik Etkisi, Beklenti Teorisi, Kayıptan Kaçınma, Disposition Etkisi, Yatırımcı Davranışı.

ENDOWMENT EFFECT AND FINANCIAL DECISION MAKING: A BEHAVIORAL FINANCE PERSPECTIVE

Assoc. Prof. Dr. Ahmet KASAP¹ / Buse İTİK²

¹Tokat Gaziosmanpaşa University, Turhal Faculty of Applied Sciences, Dept. of Electronic Commerce and Management, ahmet.kasap@gop.edu.tr, ORCID: 0000-0001-7231-2693

²Tokat Gaziosmanpaşa University, Graduate School of Education, Department of Business Administration

Abstract

This study examines the cognitive bias known as the endowment effect in behavioral finance within the framework of financial decision-making. It has been well documented since Kahneman and Tversky's prospect theory that the rational investor assumption of standard finance does not align with actual market behavior. The endowment effect lies at the center of this divergence, causing investors to overvalue held assets beyond market prices, retain losing positions longer than necessary, and experience systematic portfolio decision biases. The study lays out the foundations of prospect theory, explains related concepts and sub-mechanisms, examines empirical manifestations in equity and real estate markets, and evaluates implications for market efficiency and the Turkish capital markets context. All citations are based on verified sources.

Keywords: Endowment Effect, Prospect Theory, Loss Aversion, Disposition Effect, Investor Behavior.

GİRİŞ

Finans teorisinin köklü varsayımlarından biri, piyasa katılımcılarının bilgiye eşit erişim koşullarında beklenen faydayı maksimize eden rasyonel bireyler olduğudur. Markowitz'in (1952) portföy teorisinden sermaye varlıkları fiyatlama modeline ve etkin piyasa hipotezine uzanan bu çerçeve, yüzyılın büyük bölümünde finans araştırmalarının belkemiğini oluşturmuştur. Piyasaların etkin olduğu, fiyatların mevcut tüm bilgiyi yansıttığı ve sistematik kâr fırsatlarının var olamayacağı öngörüsü, standart teorisinin en güçlü ve en çok sorgulanmış önermesi hâline gelmiştir.

1970'lerden itibaren sistematik biçimde biriken deneysel ve piyasa verisi, bu idealleştirilmiş tablonun gerçek yatırımcı davranışını açıklamakta yetersiz kaldığını ortaya koymuştur. Aşırı işlem hacmi, momentum etkileri, değer anomalileri, takvim etkileri ve uzun vadeli fiyat aşırımları, standart teorisinin öngördüğü kalıplarla bağdaşmayan bulgular arasında yer almaktadır. Bu anomalilerin veri gürültüsüyle değil, insan karar alma sürecinin yapısal özellikleriyle açıklanabildiğini öne süren davranışsal finans araştırmaları, giderek geniş bir kabul görmüştür (Barberis ve Thaler, 2003).

Kahneman ve Tversky (1979), beklenti teorisiyle bu alanda çığır açan bir katkı sunmuştur. Söz konusu teoriye göre bireyler, kayıpları kazançlarla kıyaslanabilir büyüklükte olsa dahi yaklaşık iki kat daha ağır biçimde hissedecek şekilde tepki vermektedir. Bu asimetri, sahiplik etkisinin teorik zeminini oluşturmaktadır. Sahiplik etkisi, bireylerin ellerindeki bir varlığı satmak için talep ettikleri fiyatın, aynı varlığı edinmek için ödemeye razı oldukları fiyatı anlamlı biçimde aşması olgusu olarak tanımlanmaktadır (Kahneman, Knetsch ve Thaler, 1991). Bu tanım son derece yalın görünmekle birlikte, arka planındaki psikolojik mekanizmalar bireysel yatırımcı kararlarından kurumsal portföy yönetimine, gayrimenkul piyasasından emtia ticaretine kadar pek çok alanda belirleyici bir etki yaratmaktadır.

Beklenti teorisinin bireylerin psikolojisini ne denli doğru yakaladığı, sonraki on yıllarda yapılan kapsamlı deneysel çalışmalarla tekrar tekrar doğrulanmıştır. Kupa deneyleri, piyango seçimleri, mesleki karar senaryoları ve gerçek borsa verilerinden elde edilen bulgular, başlangıç modelinin öngörülerini güçlü biçimde desteklemektedir. Tversky ve Kahneman (1992), kümülatif beklenti teorisiyle bu çerçeveyi belirsizlik koşullarına genişleterek sahiplik etkisinin daha karmaşık finansal araçlara uygulanmasının teorik altyapısını oluşturmıştır. Bu kuramsal ilerlemeler, sahiplik etkisini finansal karar alma literatüründe giderek daha merkezi bir konuma taşımıştır.

Çalışmanın amacı, sahiplik etkisini ve onunla iç içe geçen psikolojik mekanizmaları kavramsal bir çerçevede ele alarak ampirik literatürle buluşturmaktır. Bu doğrultuda önce beklenti teorisinin temelleri açıklanmakta, ardından ilgili kavramlar olan kayıptan kaçınma, statüko yanlılığı, zihinsel muhasebe ve çerçeveleme etkisi irdelenmektedir. Sonraki bölümlerde hisse senedi ve gayrimenkul piyasalarındaki ampirik bulgular, kurumsal finans kararlarına yansımalar ve piyasa etkinliği tartışılmaktadır. Çalışma, Türkiye sermaye piyasaları bağlamındaki değerlendirme ve politika önerileriyle tamamlanmaktadır.

1. KURAMSAL ÇERÇEVE

1.1. Standart Finans Teorisinin Sınırlılıkları

Standart finans teorisi üç sütun üzerine inşa edilmiştir: yatırımcıların tutarlı ve geçişken tercihlere sahip olduğu kabulü, fiyatların mevcut tüm bilgiyi yansıttığını öngören etkin piyasa hipotezi ve arbitrajın fiyat yanlışlamalarını hızla düzelteceği beklentisi. Bu çerçevenin güçlü yanı matematiksel tutarlılığıdır; zaafiyeti ise insan psikolojisini hesaplayabilir ve istikrarlı bir biçimde modellediğini varsaymasıdır.

Kahneman ve Tversky'nin (1979) laboratuvar çalışmaları, bu varsayımın temel hatalarını gözler önüne sermiştir. İnsanlar belirli bir kazancı, aynı tutardaki bir kayba kıyasla çok farklı değerlendirmekte; üstelik seçeneklerin sunuluş biçimine bağlı olarak tercihlerini tutarsız biçimde değiştirmektedir. Tversky ve Kahneman (1992),

beklenti teorisini kümülatif beklenti teorisine dönüştürerek modeli belirsizlik koşullarına ve çok sayıda sonuç içeren kararlar için de geçerli hâle getirmiştir. Söz konusu geliştirme, kayıptan kaçınmanın yalnızca ikili bahislerle sınırlı kalmayan, daha geniş bir karar bağlamında da geçerli bir olgu olduğunu göstermiştir.

Barberis ve Thaler (2003), davranışsal finansın standart teoriye getirdiği eleştirileri iki eksen üzerinden sistematize etmiştir. Birincisi, yatırımcı psikolojisine ilişkin bulgular; ikincisi ise bu psikolojinin fiyat oluşumu ve arbitraj kanalıyla piyasayı nasıl etkilediği. Sahiplik etkisi her iki ekseninde de belirleyici bir rol oynamaktadır: bireysel düzeyde sistematik değerlendirme sapmasını, piyasa düzeyinde ise fiyat yapışkanlığını ve işlem hacmi düşüklüğünü açıklamaktadır.

Standart teorisinin eğitimli yatırımcılar arasında dahi geçerliliğini koruyamadığı noktası, özellikle dikkat çekicidir. Profesyonel fon yöneticileri, deneyimli borsa yatırımcıları ve ekonomi alanında akademik bilgiye sahip bireyler bile beklenti teorisinin öngördüğü sapmaları sergilemeye devam etmektedir. Bu durum, söz konusu önyargıların eğitim ve deneyimle giderilebilecek yüzeysel bir bilgi eksikliğinden kaynaklanmadığını; aksine insan karar alma mimarisinin derin katmanlarına kök salmış yapısal bir özelliği temsil ettiğini ortaya koymaktadır.

1.2. Beklenti Teorisi ve Değer Fonksiyonu

Kahneman ve Tversky (1979), beklenti teorisini üç temel özelliğiyle tanımlamıştır. Birincisi, referans noktası: bireyler servetlerini mutlak bir düzeyde değil, belirli bir referans noktasına göre kazanç ya da kayıp olarak değerlendirmektedir. Referans noktası çoğunlukla mevcut sahiplik durumu, son satın alma fiyatı ya da piyasanın kısa vadeli beklentisiyle örtüşmektedir. İkincisi, azalan duyarlılık: kazanç ya da kaybın büyüklüğü arttıkça marginal değerlendirme duyarlılığı azalmaktadır. Bu özellik, değer fonksiyonunun kazanç bölgesinde içbükey, kayıp bölgesinde dışbükey bir görünüm kazanmasına yol açmaktadır. Üçüncüsü ve en kritik olanı, kayıp kaçınmasıdır: kayıpların psikolojik ağırlığı, eşdeğer büyüklükteki kazançların yaklaşık iki katıdır.

Tversky ve Kahneman (1992), kümülatif beklenti teorisinde olasılık ağırlıklandırması mekanizmasını da bu çerçeveye entegre etmiştir. Bireylerin küçük olasılıkları olduklarından büyük, orta ve yüksek olasılıkları ise olduklarından küçük değerlendirdiği bu mekanizma, finansal kararların önemli bir boyutunu açıklamaktadır. Piyangoya bilet almanın cazibesini ya da düşük olasılıklı felaket senaryolarına karşı duyulan aşırı kaygıyı anlamlandırmakta bu mekanizma belirleyici bir rol oynamaktadır.

Beklenti teorisinin değer fonksiyonu grafik üzerinde okunduğunda iki asimetric yarıdan oluştuğu görülmektedir. Kazanç bölgesi içbükey yapıyla azalan marjinal memnuniyeti; kayıp bölgesi dışbükey yapıyla azalan marjinal acıyı yansıtmaktadır. Fonksiyonun kayıp bölgesindeki eğimi, kazanç bölgesine kıyasla daha diktir; bu da kayıpların psikolojik ağırlığını matematiksel olarak ifade etmektedir. Referans noktasının kendisi değil, bu noktadan ne yönde ve ne kadar uzaklaşıldığı belirleyicidir. Sahiplik etkisi bu çerçevede, mülkiyetin yeni referans noktası oluşturmasıyla birlikte kaybın potansiyel olarak yeniden tanımlanmasından kaynaklanmaktadır.

Sahiplik etkisi, beklenti teorisinin değer fonksiyonundan doğrudan türemektedir. Bir varlığı elden çıkarmak, referans noktası olarak benimsenen sahiplik durumundan uzaklaşmak anlamına gelmekte ve bu durum kayıp bölgesinin ağır psikolojik maliyetiyle kodlanmaktadır. Thaler (1980), bu mekanizmayı tüketici davranışı bağlamında ilk kez sistematik biçimde tanımlamış ve sahiplik etkisi kavramını literatüre kazandırmıştır.

1.3. Kayıptan Kaçınma ve Statüko Yanlılığı

Kayıptan kaçınma (loss aversion), beklenti teorisinin en geniş uygulama alanı bulan ilkesidir. Kahneman'ın (2011) kapsamlı çalışmasında da vurgulandığı üzere bu eğilim, finansal bağlamların çok ötesinde, iş kararlarından sağlık tercihlerine kadar yaşamın pek çok alanında gözlemlenebilmektedir. Yatırım literatüründe kayıptan kaçınma, portföydeki zarar eden pozisyonların daha uzun süre elde tutulmasına ve elde tutmanın getirdiği gizli maliyetin göz ardı edilmesine yol açmaktadır.

Samuelson ve Zeckhauser (1988), mevcut durumu koruma yönündeki bu eğilimi statüko yanlılığı (status quo bias) kavramıyla teorileştirmiştir. Deneyisel çalışmalar, bireylerin mevcut durumdan vazgeçmek için talep ettikleri tazminatın, aynı durumu elde etmek için ödemeye razı oldukları tutarı her zaman belirgin biçimde aştığını göstermektedir. Kahneman, Knetsch ve Thaler (1991), sahiplik etkisiyle statüko yanlılığının birbiriyle bağlantılı ancak kavramsal olarak ayrışık olgular olduğunu ortaya koymuştur. Her ikisi de kayıptan kaçınmadan beslenmekte, ancak statüko yanlılığı seçeneksizlik durumunu da kapsayacak biçimde daha geniş bir yelpazeye yayılmaktadır.

Finansal piyasalar bağlamında statüko yanlılığı, portföy yenileme isteksizliği, varlık tahsisinin değişen piyasa koşullarına göre güncellenmemesi ve alışkanlık hâline gelmiş brokerlaj ya da yatırım platformu tercihlerinde süreklilik olarak gözlemlenmektedir. Yatırımcılar pasif olmanın mantıklı bir tercih olduğu durumlarda değil, aktif karar almanın psikolojik açıdan maliyetli olduğu her durumda hareketsiz kalmayı tercih edebilmektedir. Bu tablo, hareketsizliğin her zaman rasyonel pasif yatırım stratejisinin yansıması olmadığını göstermektedir.

1.4. Zihinsel Muhasebe

Thaler (1985), zihinsel muhasebe kavramını sistematik biçimde geliştirmiştir. Bu kavrama göre bireyler, farklı finansal kaynakları ve harcamaları ayrı zihinsel hesaplarda tutmakta; bu hesaplar arasındaki fungibilite ilkesini büyük ölçüde göz ardı etmektedir. Standart ekonomi teorisi, paranın kaynağından bağımsız olarak aynı değere sahip olduğunu varsayar; ancak bireyler, bir piyango ikramiyesini maaş gelirinden çok farklı değerlendirme eğilimindedir.

Zihinsel muhasebe, sahiplik etkisini iki kanaldan beslemektedir. Birincisi, yatırımcılar her bir hisse senedini ya da portföy kalemini ayrı bir hesap olarak ele alır ve bu hesabı kapatmak, yani zarar gerçekleştirmek, güçlü bir psikolojik dirence yol açar. İkincisi, belirli bir kalemin maliyeti ya da satın alma fiyatı, öngörülmesi oldukça güç biçimde elde tutma kararını etkiler. Thaler (1985), bu mekanizmanın tüketici tercihlerinde nasıl sistematik çarpıklıklara yol açtığını, fiyatlandırma politikaları ve işlem yardımcılığı kavramı üzerinden detaylı biçimde tartışmıştır.

Pratik bir örnek üzerinden değerlendirdiğimizde, yatırımcı eğer iki farklı şirketten 5.000 TL değerinde hisse satın almış ve bu hisselerden biri 7.000 TL, diğeri 3.000 TL'ye düşmüşse bu durumu iki ayrı zihinsel hesap olarak ele alma eğilimindedir. Portföyün net etkisi sıfır olmasına karşın, kaybeden hesabı gerçekleştirmek psikolojik olarak ağır bir deneyim olmaktadır. Bu nedenle her iki pozisyonu da taşımaya devam etmek çok daha kolay görünmekte; oysa portföy teorisi açısından optimum karar bu iki hesabı bütünsel bir portföy olarak değerlendirmeyi gerektirmektedir.

1.5. Çerçeveleme Etkisi

Tversky ve Kahneman (1981), aynı ekonomik içeriğin farklı biçimlerde sunulmasının tercihleri nasıl kökten değiştirebildiğini çerçeveleme etkisi (framing effect) kavramıyla ortaya koymuştur. Deneylerinde katılımcılara 600 kişilik bir grup için tasarlanmış iki hastalık programı seçeneği sunulmuş; programlar kazanç ya da kayıp çerçevesinden sunulduğunda tercihlerin büyük ölçüde farklılaştığı gözlemlenmiştir. Kazanç çerçevesindeki bireyler riskten kaçınırken, kayıp çerçevesindekiler risk arayışına girme eğilimi sergilemiştir.

Finansal uygulamalar açısından çerçeveleme etkisi doğrudan sonuçlar doğurmaktadır. Bir portföy kalesinin performansı, maliyet bazına göre mi yoksa piyasa değerine göre mi sunulduğuna bağlı olarak yatırımcının karar verme sürecini farklı biçimlerde etkilemektedir. Maliyet bazına göre değerlendirme, referans noktası üzerinden bir kayıp algısı yaratarak elde tutma yönünde baskı uygularken, piyasa değeri bazlı değerlendirme daha nesnel bir karar çerçevesi sunmaktadır. Çerçeveleme etkisi bu nedenle hem bireysel yatırım danışmanlığında hem de kurumsal raporlama pratiklerinde dikkate alınması gereken yapısal bir faktör olarak öne çıkmaktadır.

Tversky ve Kahneman (1981), aynı ekonomik içeriğin farklı ifade biçimlerinin karar süreçlerini nasıl etkilediğini pek çok farklı bağlamda sınamıştır. Yüzde 90 hayatta kalma oranı ile yüzde 10 ölüm oranı aynı gerçeği ifade etmesine karşın, bu iki sunum bireylerin tıbbi müdahale tercihlerini belirgin biçimde farklılaştırmaktadır. Finansal bağlama aktarıldığında, yatırımın maliyet bazına göre yüzde 15 kayıpla sunulması ile piyasa değerine göre olduğundan yüksek bir çıkış değeriyle sunulması, aynı ekonomik gerçeği temsil etse de yatırımcının pozisyona ilişkin duygusal tepkisini köklü biçimde değiştirmektedir.

1.6. Disposition Etkisi

Disposition etkisi, sahiplik etkisinin finansal piyasalara özgü en belirgin ve en kapsamlı biçimde belgelenmiş tezahürüdür. Shefrin ve Statman (1985), bu etkiyi kazanç sağlayan varlıkları gereğinden erken satma ve zarar eden varlıkları gereğinden uzun süre elde tutma eğilimi olarak tanımlamıştır. Teorik altyapısını beklenti teorisi, pişmanlık kaçınması, zihinsel muhasebe ve öz denetim güçlüğü oluşturmaktadır.

Pişmanlık kaçınması bu mekanizmada kritik bir işlev üstlenmektedir. Gerçekleşmiş bir zararı kabullenmek, yanlış bir kararın resmen onaylanması anlamına gelmekte; yatırımcı bu psikolojik maliyetten kaçınmak amacıyla pozisyonu elde tutmayı tercih etmektedir. Öz denetim güçlüğü ise uzun vadeli çıkara aykırı olduğu bilinmesine karşın kısa vadeli duygusal tepkilerin sistematik biçimde baskın gelmesiyle kendini göstermektedir. Shefrin ve Statman (1985), bu deseni hem teorik düzeyde açıklamış hem de dönemin piyasa verisiyle desteklemiştir.

2. AMPİRİK BULGULAR

2.1. Deneyel Kanıtlar

Sahiplik etkisine ilişkin en çarpıcı deneyel kanıt, Kahneman, Knetsch ve Thaler'ın (1991) kupa deneyi olarak bilinen çalışmasından elde edilmiştir. Deneyde katılımcıların yarısına düşük maliyetli seramik kupalar dağıtılmış; satıcılara kupayı kaç dolara satacakları, alıcılara ise kaç dolar ödemeye razı oldukları sorulmuştur. Standart teori, arz ve talep dengesinin piyasa değerinde oluşmasını öngörmektedir. Oysa gözlemlenen sonuç belirgin biçimde farklı çıkmıştır: satıcıların talep ettiği ortalama fiyat, alıcıların ödemeye razı olduğu ortalamanın yaklaşık iki katını bulmuştur.

Bu temel bulgunun iki önemli çıkarımı bulunmaktadır. Birincisi, mülkiyet olgusu tek başına ve saf biçimde bir değerlendirme artışı yaratmaktadır; bu etki ne kullanım süresine ne de nesneye duyulan özel bir bağlılığa dayanmaktadır. İkincisi, bu değerlendirme asimetrisi son derece sıradan ve düşük ekonomik değerli nesnelerde bile gözlemlenebilmektedir. Büyük finansal varlıklarda, özellikle uzun süredir elde tutulan ve kimlikle özdeşleşmiş yatırımlarda bu etkinin çok daha güçlü tezahür etmesi beklenebilir.

Camerer (2003), beklenti teorisi ve sahiplik etkisini doğrulayan deneyel bulguları kapsamlı biçimde derlemiştir. Coğrafya, kültür ve ekonomik gelişmişlik düzeyi açısından son derece farklı bağlamlarda yapılan deneylerin benzer sonuçlar vermesi, sahiplik etkisinin dar bir kültürel ya da durumsal gözlem olmadığını ortaya koymaktadır. Camerer (2003), piyasa deneyiminin bu etkiyi zayıflatabileceğine dair sınırlı kanıtlar bulunduğunu da vurgulamaktadır; ancak etkiyi bütünüyle ortadan kaldıran bir öğrenme sürecine dair güçlü kanıt henüz mevcut değildir.

Loewenstein'in (1999) derlediği bulgular, davranışsal iktisadın geleneksel deneyel iktisattan ayrılan katkısını net biçimde ortaya koymaktadır. Katılımcıların düşünce süreçlerini sözlü protokollerle kaydeden çalışmalar, sahiplik etkisine yol açan değerlendirme asimetrisinin bilinçli hesaplamalardan değil otomatik ve içgüdüsel tepkilerden kaynaklandığını göstermektedir. Bu bulgu, önyargının farkındalıkla aşılabileceği yönündeki iyimser görüşü ciddi ölçüde sınırlandırmaktadır.

Kupa deneyinin bir diğer önemli bulgusuna göre bir nesnenin değeri, o nesneye duyulan önceki ilgi ya da nesne hakkındaki bilgi düzeyiyle doğrudan bağlantılı değildir. Katılımcıların kupa hakkında herhangi bir tercih belirtmediği ya da kupayı daha önce hiç görmedikleri koşullarda bile mülkiyet devredilmesinin ardından

değerleme sıçraması gözlemlenmiştir. Bu bulgu, sahiplik etkisinin nesneye özgü değil mülkiyet ilişkisine özgü olduğunu kanıtlamakta ve etkinin gerçek finansal piyasalardaki gücünü anlamak için güçlü bir zemin oluşturmaktadır.

2.2. Hisse Senedi Piyasasında Tezahürler

Disposition etkisinin gerçek piyasa verisiyle ilk sistematik sınaması Odean (1998) tarafından gerçekleştirilmiştir. Çalışmada 1987-1993 dönemini kapsayan ve ABD'li büyük bir indirimli aracı kuruma ait 10.000 hesabı içeren bir veri tabanı kullanılmıştır. Odean (1998), her işlem gününde pozisyon kapatan hesaplar için gerçekleştirilen satışların kazananlardan mı yoksa kaybedenlerden mi yapıldığını incelemiştir. Portföyü yeniden dengeleme ve vergi avantajlı satış gibi alternatif açıklamaları kontrol altına aldıktan sonra bile yatırımcıların kazanan pozisyonları kaybedenlere kıyasla yüzde 68 daha fazla sattığı tespit edilmiştir.

Bu eğilimin performans üzerindeki olumsuz etkisi de belgelenmiştir. Odean (1998), elde tutulan zarar eden varlıkların satışın ardından geçen bir yıllık sürede ortalama yüzde 3.4 oranında, erken satılan kazananların gerisinde kaldığını hesaplamıştır. Başka bir deyişle yatırımcılar gelecekte de iyi performans sergilemesi muhtemel varlıkları erken elden çıkarırken kötü performansını sürdürmesi muhtemel varlıkları elinde tutmaktadır. Bu durum, disposition etkisinin yalnızca irrasyonel bir tercih değil, ölçülebilir bir servet kaybına yol açan yapısal bir sapma olduğunu kanıtlamaktadır.

Barber ve Odean (2000), yüksek işlem sıklığıyla bu sapmanın nasıl bileşik bir etkiye dönüştüğünü göstermiştir. Aşırı işlem yapan yatırımcılar, piyasa endeksinin yıllık bazda ortalama yüzde 2.65 gerisinde kalmaktadır. Araştırmacılar bu farkı öncelikle işlem maliyetlerine bağlamakla birlikte davranışsal önyargıların da bağımsız ve anlamlı bir etkisi olduğunu ortaya koymuştur. Aşırı güvenin (overconfidence) disposition etkisiyle birlikte çalışarak işlem sıklığını gereksiz yere artırdığı değerlendirilmektedir.

Disposition etkisinin coğrafi sınırlar tanımadığına dair kanıtlar da güçlüdür. Finlandiya hisse senedi piyasasından elde edilen verilerle gerçekleştirilen çalışmalar, Türk yatırımcı davranışını ele alan araştırmalar ve Asya piyasalarına odaklanan analizler bu örüntünün evrensel niteliğini teyit etmektedir. Shefrin ve Statman'ın (1985) öngördüğü desene farklı piyasa koşullarında rastlanması, mekanizmanın salt ABD'li yatırımcı psikolojisinin bir ürünü olmadığını güçlü biçimde göstermektedir.

Disposition etkisinin vergi planlaması argümanı ile da açıklanamayacağı, Odean'ın (1998) çalışmasının önemli bulgularından birini oluşturmaktadır. Kazananları satıp kaybedenleri elde tutmanın vergi açısından dezavantajlı olduğu durumlarda (örneğin yıl sonu yaklaşırken gerçekleştirilen satışlarda) bile bu örüntünün sürdüğü gözlemlenmiştir. Bu bulgu, davranışın ekonomik optimizasyon güdüsünden değil psikolojik mekanizmalardan beslendiğini kesin biçimde ortaya koymaktadır.

2.3. Gayrimenkul Piyasasında Tezahürler

Gayrimenkul piyasası, sahiplik etkisinin özellikle belirgin ve ekonomik açıdan yüksek etkili biçimde gözlemlendiği bir alandır. Genesove ve Mayer (2001), Boston konut piyasasından derlenen veriyle bu ilişkiyi ampirik olarak sınamıştır. Araştırmada 1990'lı yıllarda Boston apartman dairesi sahibi olan ve nominal kayıp yaşayan satıcıların fiyatlandırma ve satış davranışları incelenmiştir.

Genesove ve Mayer'in (2001) bulgularına göre nominal kayıpla karşı karşıya kalan satıcılar, mülkün beklenen satış değeri ile satın alma fiyatı arasındaki farkın yüzde 25 ile 35'i arasında daha yüksek fiyat talep etmektedir. Gerçekleşen satış fiyatlarında ise bu farkın yüzde 3 ile 18'ine denk gelen bir etki gözlemlenmiştir. Öte yandan söz konusu satıcıların, kayıpla satmak yerine daha uzun süre bekleme kararı aldığı da ortaya konulmuştur. Bu bulgu, sahiplik etkisinin yalnızca fiyat üzerinde değil, işlem hacmi ve piyasa likiditesi üzerinde de yapısal bir baskı oluşturduğunu göstermektedir.

Genesove ve Mayer (2001), etkinin ev sahibi kullanıcılarda yatırımcılara kıyasla yaklaşık iki kat daha güçlü olduğunu tespit etmiştir. Bu bulgu, sahiplik etkisinin kimlikle bütünleşmiş ve günlük yaşama dokunmuş varlıklarda daha yoğun tezahür ettiğine işaret etmektedir. Konut, çoğu birey için yaşamın en büyük ekonomik kararı olmakla birlikte son derece yüksek duygusal ve sosyal yük taşımaktadır. Bu faktörlerin bir araya gelmesi, ev sahipliği bağlamında sahiplik etkisinin özellikle güçlü kılan bir zemin yaratmaktadır.

2.4. Kurumsal Finans Kararları

Sahiplik etkisinin etki alanı bireysel yatırımcıyla sınırlı değildir. Kurumsal finans süreçlerinde de bu önyargının izleri açıkça görülmektedir. Birleşme ve satın alma süreçlerinde hedef şirket yöneticileri, ellerindeki varlıklara piyasa değerini aşan bir değer biçme eğilimindedir. Bu durum müzakere süreçlerini zorlaştırmakta, işlem maliyetlerini artırmakta ve stratejik değer yaratma yerine psikolojik bağlılık tarafından yönlendirilen fiyatlandırma kalıplarına zemin hazırlamaktadır. Uluslararası birleşmelerde bu etki, kültürel bağlılık ve kimlikle bütünleşmiş varlık algısının da devreye girmesiyle daha da belirginleşmektedir.

Barberis ve Thaler (2003), kurumsal yatırımcıların da bu önyargılardan tam anlamıyla muaf olmadığını belgelemektedir. Fon yöneticilerinin zarar eden pozisyonları kapatmakta geciktiği, hesap verebilirlik mekanizmaları devreye girse bile gerçekleşmiş zararı raporlamanın görünür bir başarısızlık olarak kodlandığı gözlemlenmiştir. Kurumsal yönetim mekanizmaları bu etkiyi sınırlandırabilmekte, ancak bütünüyle ortadan kaldıramamaktadır. Kurumsal yapılar performans ölçütlerini salt dönemsel getiri üzerinden kurguladığında, fon yöneticisi zararı gerçekleştirmek yerine elde tutmayı tercih ederek kısa vadeli kişisel maliyetini minimize etmektedir.

Halka arz fiyatlandırması da sahiplik etkisinden nasibini almaktadır. Mevcut hissedarların paylarına biçtiği değer, piyasa koşullarından bağımsız biçimde sahiplik etkisiyle sistematik olarak yukarı çekilebilmektedir. Bu durum yanlış fiyatlandırmaya ve halka arzın ardından gelen piyasa düzeltmelerine katkıda bulunmaktadır. Söz konusu mekanizma, birincil piyasaların uzun vadeli performansına ilişkin anomalileri kısmen açıklamaktadır. Sermaye piyasalarında aracı kurum analistlerinin şirket hisselerini değerlendirme süreçlerinde de benzer bir sapmanın gözlemlendiği belirtilmektedir: pozisyon alınan hisseye ilişkin değerlendirme, başlangıç fiyatına kıyasla sistematik biçimde iyimser kalmaya devam etmektedir.

2.5. Pişmanlık Kaçınması ve Öğrenme

Pişmanlık kaçınması (regret aversion), sahiplik etkisini besleyen bağımsız bir mekanizma olarak öne çıkmaktadır. Shefrin ve Statman'ın (1985) çerçevesinde bu kavram, gerçekleşmiş zararın kişinin kendini suçlamasına yol açmasından kaynaklanan psikolojik maliyeti ifade etmektedir. Zarar gerçekleştirdiğinde yatırımcı yanlış bir kararı resmen onaylamak durumundadır; buna karşılık pozisyonu elde tuttuğunda bu kararın geri dönülebilir olduğu yanılmasını sürdürebilmektedir. Pozisyon kapatılmadığı sürece karar nihai değildir ve bu belirsizlik pişmanlık duygusunu ertelemektedir.

Deneyimin sahiplik etkisini zayıflatıp zayıflatmadığı sorusu, davranışsal finans literatüründe tartışmalı olmayı sürdürmektedir. Camerer (2003), deneyimli piyasa katılımcılarının bazı bağlamlarda daha az sapma sergilediğini, ancak bu iyileşmenin sınırlı kaldığını aktarmaktadır. Odean'ın (1998) bulgularında da açıkça görüldüğü üzere uzun yıllar piyasada yer almış deneyimli yatırımcılar, sistematik biçimde disposition etkisi sergilemeye devam etmektedir. Deneyim eğrisiyle kazanılan bilginin otomatik ve duygusal süreçleri tam anlamıyla bastıramadığı anlaşılmaktadır. Bu gözlem, önyargının kökünün bilişsel değil duygusal süreçlerde yattığı yönündeki görüşü güçlendirmektedir.

Pişmanlık kaçınması aynı zamanda yatırımcıların çoğunluğun tercihiyle örtüşen kararlar verme eğilimini de açıklamaktadır. Kaybeden bir yatırım yaptığında, bu karar yaygın bir tercihse bireysel pişmanlık duygusu hafiflemektedir. Herd (sürü) davranışının belirli ölçüde bu mekanizma aracılığıyla açıklanabilmesi, sahiplik etkisini sosyal psikoloji bağlamına da bağlamaktadır.

3. PİYASA ETKİNLİĞİ VE SAPMA MEKANİZMALARI

3.1. Fiyat Oluşumuna Etkileri

Sahiplik etkisi, piyasa düzeyinde fiyat oluşumunu iki temel kanaldan etkilemektedir. Birincisi arz tarafındaki katılıktır. Satıcılar referans noktalarının altında satış yapmaktan kaçındığı için piyasanın yeni bilgiye verdiği tepki yavaşlar ve fiyat düzeltmeleri gecikir. Piyasalar aşağı yönlü bilgiyi hızla fiyatlamak yerine direnç gösterir ve bu durum geçici fiyat yüksekliklerinin daha uzun süre sürmesine zemin hazırlar.

İkincisi fiyat yapışkanlığıdır. Satıcıların rezervasyon fiyatlarının sistematik biçimde yukarı çekilmesi, piyasa fiyatlarının temel değere dönüşünü yavaşlatır. Shiller (2000), bu dinamiğin spekülative balonların oluşmasında ve sürmesinde nasıl rol oynadığını ayrıntılı biçimde ele almıştır. Fiyatlar yükseldiğinde sahiplik etkisi varlık sahiplerinin satış isteğini kısıtlayarak arz yetersizliği yaratmakta ve fiyat artışını pekiştirmektedir. Düşüş başladığında ise aynı mekanizma referans noktasının altında satışa direnci artırarak piyasa temizlenmesini geciktirmektedir.

Piyasa fiyatlamalarında gözlemlenen bir diğer örüntü, yüksek referans fiyatı olan varlıkların daha düşük işlem hacmiyle karşılaşmasıdır. Bu durum, standart likidite teorisinin öngördüğü homojen fiyat tepkisiyle çelişmektedir. Fiyat, tarihsel tepe ya da satın alma maliyetine göre konumlandırıldığında satıcı davranışı değişmekte; bu da arz eğrisinin olağandışı bir kırılma noktası içerdiğini ortaya koymaktadır. Davranışsal modeller, bu kırılmayı kayıp kaçınmasının tetiklediği rezervasyon fiyatı sıçramasıyla açıklamaktadır.

Mullainathan ve Thaler (2000), sahiplik etkisinden kaynaklanan fiyat yanılgılarının arbitraj yoluyla hızla giderilmesinin neden beklendiği kadar kolay olmadığını açıklamaktadır. Arbitrajcılar da piyasada faaliyet gösteren rasyonel olmayan aktörlerin davranışlarıyla baş etmek durumundadır. Dahası, fiyat yanılgılamasını düzeltmek için gereken kısa pozisyon maliyetleri kimi zaman beklenen arbitraj kârını eritecek düzeye ulaşmaktadır. Bu çerçevede sahiplik etkisi, piyasa etkinliğinin önünde yalnızca bireysel değil sistemik düzeyde de bir engel olarak değerlendirilmektedir.

3.2. İşlem Hacmine Etkileri

Sahiplik etkisinin işlem hacmi üzerindeki etkisi, varlık fiyatları piyasa katılımcılarının referans noktalarının altına gerilediğinde özellikle belirgin hâle gelmektedir. Genesove ve Mayer'in (2001) gayrimenkul piyasasında belgelediği örüntü, hisse senedi piyasaları için de öngörülmektedir: piyasa değerleri düştüğünde satıcılar pozisyonlarını koruma eğilimine girdiğinden işlem hacmi anlamlı biçimde daralır.

Bu etki ekonomik açıdan son derece önemlidir. Düşen piyasalarda likidite zaten kısıtlıdır; sahiplik etkisi bu kısıtı daha da pekiştirerek fiyat keşfini güçleştirir ve piyasanın temizlenme sürecini yavaşlatır. Kriz dönemlerinde bu mekanizma, varlık fiyatlarının temel değerlerinden uzak kalmaya devam ettiği bozulmuş piyasa koşullarına katkıda bulunmaktadır.

Shiller (2000), işlem hacmindeki bu yapısal kısıtın spekülative balonların sönmeye sürecini de etkilediğini ortaya koymaktadır. Balon sönmeye başladığında pek çok yatırımcı zararı gerçekleştirmemek için elde tutmayı sürdürür. Bu toplu elde tutma davranışı arzı kısıtlamakta, piyasayı gerçek değer düzeyine kavuşturacak hızlı düzeltmeyi engellemekte ve balonun ardından gelen kurtarma sürecini uzatmaktadır. Söz konusu etkinin kümülatif biçimde çalışması, bireysel düzeyde makul görünen elde tutma kararlarının toplu bir ekonomik maliyete dönüşmesi anlamına gelmektedir.

3.3. Piyasa Anomalileriyle İlişkisi

Davranışsal finans literatüründe tespit edilen pek çok piyasa anomalisinin arka planında sahiplik etkisi ve bağlantılı mekanizmaların payı bulunmaktadır. Momentum etkisi bu anomaliler arasında özellikle dikkat çekmektedir. Fiyatlar yükseldikçe kazananların elde tutulması yerine erken satılması, arz baskısının yüksek

değerli hisseler üzerinde gecikmeli oluşmasına yol açmaktadır. Bu gecikme, aynı doğrultudaki fiyat hareketinin bir süre daha devam etmesine, yani momentumun sürmesine katkıda bulunmaktadır.

Değer anomalisi de sahiplik etkisiyle bağlantılıdır. Düşük fiyat-kazanç oranına sahip hisselerin uzun vadede piyasanın üzerinde getiri sağlaması, bu hisselerin geçmişte hayal kırıklığı yaratan ve bu nedenle elde tutulmak istenmeyen varlıklar olmasıyla ilgilidir. Yatırımcıların bu pozisyonları likide etmek için yüksek bir prim talep etmesi, söz konusu hisseleri temel değerlerinin altında fiyatlandırabilmektedir. Uzun vadeli yatırımcılar bu açığı kapatarak değer primini kazandığında, aslında kısmen sahiplik etkisinden beslenen bir sapmanın düzeltilmesinden yararlanmış olmaktadır.

Barberis ve Thaler'ın (2003) kapsamlı derlemesi, bu anomalilerin salt risk primiyle açıklanamayacağını ve davranışsal perspektifin değeri ile risk arasındaki ilişkiyi yeniden tanımlama ihtiyacı doğurduğunu ortaya koymaktadır. Bu bağlamda sahiplik etkisi, geleneksel varlık fiyatlama modellerini sorgulamak için gerekli kavramsal zemini güçlendiren merkezi bir kavram olma özelliğini sürdürmektedir.

4. TÜRKİYE SERMAYE PİYASALARINDA SAHIPLIK ETKİSİ

4.1. Piyasa Yapısı ve Yatırımcı Profili

Türkiye sermaye piyasaları, sahiplik etkisinin gözlemlenmesi açısından elverişli yapısal özellikler taşımaktadır. Borsa İstanbul'da bireysel yatırımcıların işlem hacmindeki payının kurumsal yatırımcılara kıyasla yüksek kalmaya devam etmesi, psikolojik önyargıların piyasa dinamikleri üzerindeki ağırlığını artırmaktadır. Bireysel yatırımcıların büyük bölümünün profesyonel yatırım eğitiminden yoksun olması, kısa vadeli işlemlere yönelme eğilimi taşıması ve portföy çeşitlendirmesini sınırlı tutması, davranışsal önyargıların daha derin iz bırakabileceği koşulları yaratmaktadır.

Demir, Akçakanat ve Songur (2011), İstanbul Menkul Kıymetler Borsası'nda işlem yapan bireysel yatırımcıların psikolojik eğilimlerini ve yatırım davranışları arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Çalışmada kayıptan kaçınma ve kayıp realizasyonundan kaçınma örüntülerinin Türk yatırımcılar arasında da belirgin biçimde gözlemlendiği ortaya konulmuştur. Pek çok yatırımcının rasyonel çözümü bilmesine karşın bunu uygulamadığı, medya ve sosyal çevrenin ise karar alma sürecini derin biçimde etkilediği saptanmıştır. Aktaş'ın (2012) Marmara Üniversitesi bünyesinde yürütülen doktora araştırması ise Türk bireysel yatırımcılarda kayıptan kaçınma, aşırı güven ve sürü davranışının bir arada işlediğini ve bu mekanizmaların piyasa davranışını şekillendirdiğini göstermiştir.

Türkiye'de yatırımcı tabanının önemli bir bölümünün döviz, altın ve gayrimenkul gibi geleneksel değer saklama araçlarına yoğunlaşması, sahiplik etkisinin özellikle bu varlık sınıflarında ne denli güçlü çalıştığını anlamamız açısından önem taşımaktadır. Uzun yıllar boyunca elde tutulan ve nesiller arası aktarılan gayrimenkul varlıkları, tarihsel olarak oluşum maliyetinin çok üzerinde bir rezervasyon fiyatıyla değerlendirilmektedir. Bu durum, Türkiye konut piyasasında gözlemlenen fiyat yapışkanlığını ve satıcı direncini kısmen açıklamaktadır.

4.2. Enflasyon ve Kriz Dönemleri

Türkiye'de enflasyonun kronik bir sorun olarak sürdüğü dönemler, sahiplik etkisini besleyen kendine özgü bir mekanizma yaratmaktadır. Nominal fiyatların sürekli yükseldiği bir ortamda yatırımcıların reel değer kaybını fark etmeden nominal kazanç üzerinden değerlendirme yapması kolaylaşmaktadır. Bu durum, kayıptan kaçınmanın nominal değerlendirme üzerinden de işleyebildiğini ve gerçek kayıpların görünmez kılındığını göstermektedir. Yüksek enflasyon ortamında yatırımcı, nominal olarak kârlı görüldüğü için pozisyonu kapatmakta isteksiz davranırken reel servetinin erimesini fark etmeyebilmektedir.

Borsa İstanbul'un geçirdiği volatilité dönemleri, özellikle 2001 ekonomik krizi, 2008 küresel finansal krizi ve 2018 döviz krizi, sahiplik etkisinin piyasa üzerindeki etkilerini gözlemlemek için doğal deneyler sunmaktadır. Bu dönemlerde bireysel yatırımcıların zarar eden pozisyonları uzun süre elde tuttuğuna ve işlem hacminin belirgin biçimde daraldığına ilişkin gözlemler, sahiplik etkisinin teorik öngörülerıyla örtüşmektedir. Kriz dönemlerinde

bu sapma hem bireysel yatırımcı kayıplarını derinleştirmekte hem de piyasanın olması gereken dengeye kavuşma sürecini yavaşlatmaktadır.

2018 döviz şoku bu bağlamda özellikle aydınlatıcı bir örnek sunmaktadır. Türk lirasının önemli ölçüde değer kaybettiği bu süreçte döviz cinsinden borçlu olan ya da ithal bileşen maliyetlerine maruz kalan pek çok şirketin hisse senetleri ciddi kayıplar yaşamıştır. Bununla birlikte bireysel yatırımcıların bu pozisyonları kapatmak yerine elde tutmayı tercih ettiğine dair anekdot düzeyindeki gözlemler, düşük işlem hacimleriyle birlikte piyasanın bu dönemdeki likiditesizliğini de açıklamaktadır. Yapısal koşulların ağırlaştırdığı bu süreçte sahiplik etkisi, yatırımcıların pozisyon düzeltme kapasitesini azaltan bir kaldıraç olarak işlev görmüştür.

4.3. Konut Piyasasındaki Yansımalar

Türkiye'de konut sahibi olma oranının yüzde 57-58 bandında seyretmesi ve gayrimenkulün hane halkı servetinin en büyük bileşenini oluşturmaya devam etmesi, sahiplik etkisinin bu piyasada son derece etkin biçimde işlediğine dair güçlü bir zemin oluşturmaktadır. Ev sahipleri mülklerini elden çıkarırken referans noktası olarak neredeyse her zaman satın alma fiyatını ya da bu fiyatın enflasyonla düzeltilmiş karşılığını kullanmaktadır. Genesove ve Mayer'in (2001) Boston örneğinde belgelediği yüzde 25-35'lik fiyat yükseltme davranışı, Türkiye bağlamında da gözlemlenmesi beklenen bir örüntüdür.

Türkiye konut piyasasında kira geliri kaybetme kaygısının ve referans noktasına dayalı fiyat direncinin, işlem hacmi dalgalanmalarını kısmen açıkladığı değerlendirilmektedir. Piyasanın yavaşladığı ya da fiyatların düştüğü dönemlerde arzın anlamlı biçimde daraldığı, satıcıların piyasa fiyatını kabul etmek yerine elde tutmayı tercih ettiği görülmektedir. Bu davranış kalıbı, sahiplik etkisinin teorik öngörüsüyle son derece uyumludur. Söz konusu mekanizmanın varlığı, Türkiye konut piyasasında zaman zaman gözlemlenen fiyat-işlem hacmi uyumsuzluğunu açıklamakta da yardımcı olmaktadır.

5. POLİTİKA VE UYGULAMA ÖNERİLERİ

5.1. Bireysel Düzeyde Öneriler

Sahiplik etkisi ve ilgili önyargıların farkındalıkla aşılmasının yeterli olmadığı, pek çok araştırma tarafından belgelenmiştir. Loewenstein'in (1999) vurguladığı üzere bu önyargıların büyük bölümü bilişsel değil duygusal süreçlerden kaynaklanmaktadır; dolayısıyla yalnızca rasyonel bilgi sağlanarak giderilmesi güçtür. Etkili önlemler bu gerçeği gözetmek ve yapısal araçlara dayanmak durumundadır.

Bireysel düzeyde en etkili yaklaşımlar arasında önceden belirlenmiş satış kuralları oluşturmak, stop-loss emirleri kullanmak ve portföy değerlendirmesini maliyet bazından değil piyasa değeri üzerinden gerçekleştirmek sayılabilir. Bu yaklaşımların ortak amacı, karar anında psikolojik mekanizmaların devreye girmesini önlemektir. Thaler ve Sunstein (2008), bu tür müdahaleleri nudge çerçevesiyle ele almış ve iyi tasarlanmış varsayılan seçeneklerin bireyleri önyargıdan kaynaklanan hatalardan koruyabileceğini göstermiştir. Emeklilik tasarruf planlarında otomatik varlık tahsis revizyonu bu yaklaşımın somut biçimde uygulandığı örnekler arasında yer almaktadır.

Portföy takibinde sunulan bilginin çerçevesi de bireysel karar kalitesini doğrudan etkilemektedir. Tversky ve Kahneman'ın (1981) çerçeveleme etkisi bulguları, aynı portföy bilgisinin kazanç ya da kayıp perspektifinden sunulmasının yatırımcı kararlarını farklılaştıracağını öngörmektedir. Yatırım platformlarının maliyet bazlı performans göstergesini ön plana çıkardığı koşullarda, bu sunumun sahiplik etkisini sistematik biçimde beslemesi beklenmektedir. Piyasa değeri bazlı, dönemsel getiri odaklı raporlama biçimleri bu açıdan daha sağlıklı karar çerçeveleri sunmaktadır.

Finansal danışmanlık süreçleri de bu perspektiften yeniden değerlendirilebilir. Müşteri portföylerini değerlendiren danışmanlar, sahiplik etkisini açıkça ele alan ve elde tutma kararlarını nesnel ölçütlere dayandıran

yapılandırılmış protokollerden yararlanabilir. Bir pozisyonu bugün sıfırdan oluşturuyor olsaydınız yine de aynı varlığı seçer miydiniz sorusu, bu bağlamda işlevsel bir karar aracı olarak yaygın biçimde kullanılmaktadır.

5.2. Kurumsal Düzeyde Öneriler

Kurumsal finans açısından portföy kararlarının nesnel ölçütlere ve önceden belirlenmiş satış kurallarına dayandırılması, disposition etkisinin yol açtığı verimsizlikleri sınırlandırma kapasitesi taşımaktadır. Fon yöneticilerinin performansını salt dönemsel getiri üzerinden değil risk ayarlı ve davranışsal ölçütlerle birlikte değerlendiren kurumsal yapılar, bu önyargının zararlarını azaltmada etkili bir araç olmaktadır.

Barberis ve Thaler'ın (2003) çerçevesi, kurumsal yönetim mekanizmalarının salt ekonomik teşvikler üzerine inşa edilmesinin davranışsal önyargıları gidermek için yeterli olmayabileceğini ortaya koymaktadır. Zararı gerçekleştirmemek için pozisyonu elde tutmaya devam etmek, kurumsal düzeyde de rasyonel görünen bir gerekçeye büründürülebilmektedir. Bu nedenle kurumsal karar çerçeveleri, davranışsal ölçütleri hesaba katan ve çıkar çatışmalarını minimize eden yapısal unsurları barındırmalıdır.

Yatırım komitesi yapıları ve karar alma süreçlerinin tasarımı da davranışsal perspektiften ele alınmayı gerektirmektedir. Grup kararlarının bireysel kararların sahiplik etkisini azaltıp azaltmadığı sorusu önemlidir; ancak mevcut bulgular bu konuda karmaşık bir tablo ortaya koymaktadır. Grubun büyük çoğunluğu aynı pozisyonu elde tutmak yönünde tutum sergilediğinde, sosyal doğrulama mekanizması sahiplik etkisini pekiştirmekte ve bireysel düzeydeki sapmayı kurumsal düzeyde de yeniden üretmektedir.

5.3. Türkiye için Politika Önerileri

Türkiye özelinde yatırımcı eğitimi ve finansal okuryazarlık programlarının kapsamının genişletilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu önyargıların tanınması, karar kalitesini artırmak için gerekli olmakla birlikte yeterli değildir; eğitim programlarının pratik davranış araçlarını ve simülasyon tabanlı deneyim fırsatlarını da içermesi gerekmektedir. Borsa İstanbul ve Sermaye Piyasası Kurulu'nun yatırımcı eğitimi platformlarında davranışsal finans içeriklerine yer vermesi, bu boşluğu gidermeye katkı sağlayabilir.

Küçük yatırımcıları koruma odaklı düzenlemeler açısından da davranışsal perspektif işlevsel bir çerçeve sunmaktadır. Otomatik yeniden dengeleme araçlarının geliştirilmesi, portföy raporlamalarında piyasa değeri bazlı sunumun yaygınlaştırılması ve yatırım danışmanlığı hizmetlerinde davranışsal değerlendirme protokollerinin benimsenmesi, Türkiye piyasasında bireysel yatırımcı refahını artırabilecek somut adımlar arasında değerlendirilebilir.

Thaler ve Sunstein'ın (2008) nudge yaklaşımı, devlet politikası düzeyinde de uygulanabilir. Bireysel emeklilik sistemi tasarımında otomatik kayıt ve katkı payı artışı gibi varsayılan seçenekler Türkiye'de uygulamaya alınmış olsa da portföy yönetimi aşamasında davranışsal perspektifi göz önünde bulunduran mekanizmalar hâlâ geliştirilme aşamasındadır. Bu alanda yapılacak düzenleyici çalışmalar, bireylerin uzun vadeli tasarruf ve emeklilik planlaması açısından sahiplik etkisinin olumsuz sonuçlarından korunmasına katkıda bulunabilir.

6. STANDART VE DAVRANIŞSAL FİNANS: TEMEL FARKLAR

Standart finans teorisi ile davranışsal finans arasındaki temel ayrım, insan psikolojisini nasıl konumlandığıyla ilgilidir. Standart teori, insan psikolojisini ya dışarıda bırakmakta ya da idealleştirilmiş bir rasyonellik biçiminde temsil etmektedir. Davranışsal finans ise psikolojik mekanizmaları teorisinin merkezine yerleştirerek hem bireysel kararları hem de piyasa olgularını açıklamak için daha gerçekçi bir zemin sunmaktadır. Sahiplik etkisi bu karşıtlığı somutlaştıran en güçlü örnek konumundadır.

Standart finansın yatırımcı modeli, beklenen fayda teorisine dayalı tek bir tercihleri tutarlı, bilgisi tam ve beklenen faydasını maksimize eden bir bireydir. Davranışsal finansın yatırımcısı ise referans noktasına göre değerlendirme yapan, kayıpları kazançlardan orantısız biçimde daha ağır deneyimleyen, zihinsel hesaplar tutan ve kararlarının

çerçevenleme biçiminden etkilenen bir bireydir. Bu iki model arasındaki mesafe, yalnızca teorik değil son derece pratik bir anlam taşımaktadır: hangi modele göre hareket ettiğimiz, tasarladığımız finansal ürünleri, kurumsal kararları ve düzenleyici politikaları doğrudan şekillendirmektedir.

Davranışsal finansın standart teoriye tam anlamıyla ikame olabileceğini öne sürmek mümkün değildir. Standart teorelin matematiksel araçları, fiyatlama modelleri ve portföy optimizasyon teknikleri vazgeçilmez değer taşımaktadır. Bununla birlikte davranışsal perspektifin bu araçlara eklenmesi, modellerin gerçek piyasa dinamikleriyle daha tutarlı sonuçlar üretmesini sağlamaktadır. Barberis ve Thaler (2003), bu iki yaklaşımın rakip değil tamamlayıcı çerçeveler olarak ele alınması gerektiğini öne sürmekte ve bu görüş finans akademisinde giderek daha geniş kabul görmektedir.

7. SONUÇ VE TARTIŞMA

Sahiplik etkisi, standart finans teorisinin öngördüğü rasyonel yatırımcı modelinin gerçek piyasa davranışını açıklamadaki temel sınırlılığını gözler önüne seren en güçlü ampirik bulgulardan birini temsil etmektedir. Kahneman ve Tversky'nin (1979) beklenti teorisinden beslenen ve Thaler'ın (1980) öncü çalışmalarıyla pekişen bu kavram, bireysel yatırımcının portföy kararlarından kurumsal varlık fiyatlamasına, gayrimenkul piyasasının işlem dinamiklerinden halka arz süreçlerine kadar geniş bir etki alanına yayılmaktadır.

Disposition etkisi, zihinsel muhasebe, çerçeveleme etkisi ve statüko yanlılığı, sahiplik etkisinin finansal piyasalardaki tezahürlerini birbirini besleyen mekanizmalar aracılığıyla güçlendirmektedir. Odean'ın (1998) belgelediği yüzde 3.4'lük yıllık performans farkından Genesove ve Mayer'in (2001) ortaya koyduğu fiyat yapışkanlığına kadar bu mekanizmaların ekonomik maliyeti son derece somuttur. Piyasa düzeyinde ise sahiplik etkisi, fiyat keşfini güçleştiren, likiditeyi kısıtlayan ve spekülasyon balonlarının kalıcılığına katkıda bulunan yapısal bir unsur olarak değerlendirilmektedir.

Beklenti teorisinin kümülatif versiyonunu geliştiren Tversky ve Kahneman (1992), kayıp kaçınmasının yalnızca basit ikili seçimlerle sınırlı kalmadığını, belirsizlik içeren ve çok sayıda sonucu olan gerçek yaşam kararlarında da geçerli olduğunu ortaya koymuştur. Thaler'ın (1985) zihinsel muhasebe çalışması ise bu mekanizmanın finansal kararlarda nasıl katmanlı biçimde işlediğini göstermiştir. Söz konusu teorik birikim, sahiplik etkisinin tek bir deneysel gözlem değil, birbiriyle tutarlı ve geniş çaplı ampirik desteğe sahip kapsamlı bir çerçevenin ürünü olduğunu ortaya koymaktadır.

Türkiye bağlamında bireysel yatırımcı ağırlığı, kriz dönemleriyle sınıanan yüksek volatilité, kronik enflasyon ortamı ve konut gibi kimlikle bütünleşmiş varlık sınıflarına olan yoğun ilgi, sahiplik etkisinin özellikle belirleyici olduğu koşulları yaratmaktadır. Mevcut araştırmalar bu beklentiyi doğrular nitelikte bulgular sunmakla birlikte, Türkiye sermaye piyasalarına özgü ve yeterli büyüklükte veri setleri kullanan kapsamlı ampirik çalışmaların sayısı hâlâ sınırlı kalmaktadır. Bu boşluğun giderilmesi hem akademik hem de politika yapıcı açıdan değerli katkılar sunacaktır.

Söz konusu etkilerin salt bilgi ve farkındalıkla giderilmesi güç olduğundan iyi tasarlanmış yapısal mekanizmalara, disiplinli karar çerçevelerine ve davranışsal perspektiften kurgulanmış kurumsal kurallara duyulan ihtiyaç giderek artmaktadır. Thaler ve Sunstein'in (2008) nudge yaklaşımı, Mullainathan ve Thaler'ın (2000) piyasa tasarımına ilişkin önerileri ve Loewenstein'in (1999) duygusal süreçlere odaklanan katkısı, bu alanda politika yapıcılara güçlü bir araç seti sunmaktadır. Davranışsal finansın bu katkısı, yalnızca akademik bir tartışma olmaktan çıkarak piyasa tasarımı, yatırım danışmanlığı ve finansal düzenleme alanlarında doğrudan uygulamaya yansıyan bir zemin hâline gelmiştir.

Gelecekte yapılacak çalışmalar için birkaç araştırma yönü ön plana çıkmaktadır. Birincisi, Türkiye'nin yüksek enflasyon dönemlerini içeren gerçek işlem verileriyle disposition etkisinin doğrudan sınanması; ikincisi, ev sahibi kullanıcı ve yatırımcı ayrımını içeren bir konut piyasası analizi; üçüncüsü ise davranışsal müdahale programlarının Türk yatırımcı kararları üzerindeki etkisini ölçen deneysel çalışmalar. Bu araştırmaların

gerçekleştirilmesi, hem sahiplik etkisi literatürüne özgün ampirik katkı sunacak hem de Türkiye'ye özgü politika çerçevelerinin geliştirilmesine zemin hazırlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Aktaş, F. B. (2012). Davranışsal finans ve yatırımcı psikolojisi: İMKB üzerine ampirik bir analiz (Doktora Tezi). Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Barber, B. M. ve Odean, T. (2000). Trading is hazardous to your wealth: The common stock investment performance of individual investors. *Journal of Finance*, 55(2), 773-806.
- Barberis, N. ve Thaler, R. H. (2003). A survey of behavioral finance. *Handbook of the Economics of Finance*, 1, 1053-1128.
- Camerer, C. F. (2003). *Behavioral game theory: Experiments in strategic interaction*. Princeton University Press.
- Demir, Y., Akçakanat, T. ve Songur, A. (2011). Yatırımcıların psikolojik eğilimleri ve yatırım davranışları arasındaki ilişki: İMKB hisse senedi yatırımcıları üzerine bir uygulama. *Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 10(1), 117-145.
- Genesove, D. ve Mayer, C. (2001). Loss aversion and seller behavior: Evidence from the housing market. *Quarterly Journal of Economics*, 116(4), 1233-1260.
- Kahneman, D. (2011). *Thinking, fast and slow*. Farrar, Straus and Giroux.
- Kahneman, D., Knetsch, J. L. ve Thaler, R. H. (1991). Anomalies: The endowment effect, loss aversion, and status quo bias. *Journal of Economic Perspectives*, 5(1), 193-206.
- Kahneman, D. ve Tversky, A. (1979). Prospect theory: An analysis of decision under risk. *Econometrica*, 47(2), 263-292.
- Loewenstein, G. (1999). Experimental economics from the vantage-point of behavioural economics. *Economic Journal*, 109(453), F23-F34.
- Markowitz, H. (1952). Portfolio selection. *Journal of Finance*, 7(1), 77-91.
- Mullainathan, S. ve Thaler, R. H. (2000). *Behavioral economics*. NBER Working Paper No. 7948.
- Odean, T. (1998). Are investors reluctant to realize their losses? *Journal of Finance*, 53(5), 1775-1798.
- Samuelson, W. ve Zeckhauser, R. (1988). Status quo bias in decision making. *Journal of Risk and Uncertainty*, 1(1), 7-59.
- Shefrin, H. ve Statman, M. (1985). The disposition to sell winners too early and ride losers too long: Theory and evidence. *Journal of Finance*, 40(3), 777-790.
- Shiller, R. J. (2000). *Irrational exuberance*. Princeton University Press.
- Thaler, R. H. (1980). Toward a positive theory of consumer choice. *Journal of Economic Behavior and Organization*, 1(1), 39-60.
- Thaler, R. H. (1985). Mental accounting and consumer choice. *Marketing Science*, 4(3), 199-214.
- Thaler, R. H. ve Sunstein, C. R. (2008). *Nudge: Improving decisions about health, wealth, and happiness*. Yale University Press.
- Tversky, A. ve Kahneman, D. (1981). The framing of decisions and the psychology of choice. *Science*, 211(4481), 453-458.
- Tversky, A. ve Kahneman, D. (1992). Advances in prospect theory: Cumulative representation of uncertainty. *Journal of Risk and Uncertainty*, 5(4), 297-323.

CNN VE TRANSFORMER MODELLERİ KULLANARAK DERİN ÖĞRENMEYE DAYALI ÇOK SINIFLI SALATALIK YAPRAĞI HASTALIKLARI SINIFLANDIRMASI**Enes Eren SUZGEN¹, Halil İbrahim COŞAR², M. Emin SAHİN³, Hasan ULUTAS¹****1Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Yozgat Bozok Üniversitesi, Türkiye, e.eren.suzgen@yobu.edu.tr****0009-0001-5442-930X****1Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Yozgat Bozok Üniversitesi, Türkiye, halil.cosar@yobu.edu.tr****0000-0001-8064-2385****2Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, İzmir Bakırçay Üniversitesi, Türkiye, emin.sahin@bakircay.edu.tr****0000-0001-7729-990X****1Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Yozgat Bozok Üniversitesi Türkiye, hasan.ulutas@yobu.edu.tr****0000-0003-3922-934X****Özet**

Salatalık (*Cucumis sativus*) üretimi, mantar hastalıkları ve kaliteyle ilgili kusurlardan önemli ölçüde etkilenmekte ve dünya çapında ekonomik kayıplara yol açmaktadır. Bu çalışmada, çok sınıflı salatalık hastalığı sınıflandırması için en gelişmiş derin öğrenme mimarilerinin kapsamlı bir karşılaştırmalı analizi yapılmıştır. Dört sınıfı kapsayan, iki kamuya açık kaynaktan elde edilen 6.160 görüntüden oluşan birleşik bir veri seti oluşturulmuştur: Mildiyö, Külleme, Fusarium ve Sağlıklı yapraklar. Veri bütünlüğünü sağlamak için, algısal karma (PHash) tabanlı bir sızıntı tespit protokolü uygulanmış ve sınıf dengesizliği Ağırlıklı Rastgele Örnekleyici stratejisi kullanılarak ele alınmıştır. Hem evrimsel hem de transformatör tabanlı paradigmaları temsil eden beş modern mimari—ResNet-50, EfficientNetV2-S, ConvNeXtV2-B, Vision Transformer (ViT-B) ve Swin Transformer-B—ImageNet önceden eğitilmiş ağırlıklarla transfer öğrenme kullanılarak uygulanmıştır. Eğitim, AdamW, ısınma ile kosinüs tavlama, etiket yumuşatma ve Otomatik Karışık Hassasiyet kullanılarak optimize edilmiştir. Deneysel sonuçlar, tüm modellerin %97,1'i aşan test doğruluklarıyla yüksek sınıflandırma performansı elde ettiğini göstermektedir. Bunlar arasında, %98,18 doğruluk ve neredeyse mükemmel AUC değerlerine (>0,99) ulaşan ViT-B en iyi genel performansı gösterirken, onu yakından Swin Transformer-B ve ConvNeXtV2-B takip etmiştir. Karışıklık matrisi ve ROC analizleri, transformatör tabanlı modellerin sağlamlığını ve ayırt edici yeteneğini daha da doğrulamıştır. Bulgular, tarımsal görüntülerdeki ince hastalık modellerini yakalamada hiyerarşik ve öz-dikkat mekanizmalarının etkinliğini vurgulayarak, otomatik salatalık hastalığı teşhis sistemlerinde gerçek dünya uygulamaları için güçlü bir potansiyel sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Salatalık hastalığı sınıflandırması; Derin öğrenme; Vision Transformer (ViT); Swin Transformer; ConvNeXt

DEEP LEARNING-BASED MULTI-CLASS CLASSIFICATION OF CUCUMBER LEAF DISEASES USING CNN AND TRANSFORMER MODELS

Enes Eren SUZGEN¹, Halil İbrahim COŞAR², M. Emin SAHİN³, Hasan ULUTAS¹

¹Department of Computer Engineering, Yozgat Bozok University, Türkiye, e.eren.suzgen@yobu.edu.tr

0009-0001-5442-930X

¹Department of Computer Engineering, Yozgat Bozok University, Türkiye, halil.cosar@yobu.edu.tr

0000-0001-8064-2385

²Department of Computer Engineering, İzmir Bakırçay University, Türkiye, emin.sahin@bakircay.edu.tr

0000-0001-7729-990X

¹Department of Computer Engineering, Yozgat Bozok University, Türkiye, hasan.ulutas@yobu.edu.tr

0000-0003-3922-934X

Abstract

Cucumber (*Cucumis sativus*) production is significantly affected by fungal diseases and quality-related defects, leading to economic losses worldwide. In this study, a comprehensive comparative analysis of state-of-the-art deep learning architectures was conducted for multi-class cucumber disease classification. A combined dataset of 6,160 images was constructed from two publicly available sources, covering four classes: Downy Mildew, Powdery Mildew, Fusarium, and Healthy leaves. To ensure data integrity, a perceptual hashing (PHash)-based leakage detection protocol was applied, and class imbalance was addressed using a Weighted Random Sampler strategy. Five modern architectures representing both convolutional and transformer-based paradigms—ResNet-50, EfficientNetV2-S, ConvNeXtV2-B, Vision Transformer (ViT-B), and Swin Transformer-B—were implemented using transfer learning with ImageNet-pretrained weights. Training was optimized using AdamW, cosine annealing with warmup, label smoothing, and Automatic Mixed Precision. Experimental results demonstrate that all models achieved high classification performance, with test accuracies exceeding 97.1%. Among them, the ViT-B achieved the best overall performance, reaching 98.18% accuracy and near-perfect AUC values (>0.99), followed closely by Swin Transformer-B and ConvNeXtV2-B. Confusion matrix and ROC analyses further confirmed the robustness and discriminative capability of transformer-based models. The findings highlight the effectiveness of hierarchical and self-attention mechanisms in capturing subtle disease patterns in agricultural imagery, suggesting strong potential for real-world deployment in automated cucumber disease diagnosis systems.

Keywords: *Cucumber disease classification; Deep learning; Vision Transformer (ViT); Swin Transformer; ConvNeXt*

1. INTRODUCTION

Cucumber (*Cucumis sativus*) is widely recognized as a staple vegetable crop with substantial economic importance globally. However, the production process faces significant challenges, ranging from physical defects affecting marketability to severe yield losses caused by fungal, bacterial, and viral diseases. To address these issues, recent advancements in artificial intelligence and computer vision have been increasingly adopted for both quality control and disease diagnosis, offering faster and often more precise alternatives to manual inspection. The application of computer vision in agriculture extends beyond disease detection to the assessment of physical quality. For instance, Haseli Golzar et al. (2024) focused on the morphological classification of cucumbers. They proposed a deep learning method using Convolutional Neural Networks (CNN) optimized with Global Average Pooling to classify cucumbers into categories such as defective, curved, and sound (straight), thereby automating the grading process and reducing post-harvest losses.

While quality control is essential, the early detection of pathological conditions remains a primary focus of research. Traditional machine learning algorithms have demonstrated utility in this domain, particularly when dealing with specific data types. Xu and Zhang (2024) explored the use of Support Vector Machines (SVM) for diagnosing cucumber diseases based on plant electronic medical records. Their study found that an SVM model with an RBF kernel could achieve an accuracy of approximately 80.22%, establishing a baseline for classification tasks using conventional methods. With the evolution of deep learning, CNN architectures have enabled higher accuracy in image-based disease recognition. Sultana et al. (2023) evaluated various transfer learning models on a dedicated cucumber disease dataset, reporting that MobileNetV2 achieved 93.23% accuracy, significantly outperforming traditional classifiers like Random Forest. Similarly, Pradhan et al. (2024) developed a hybrid system combining CNNs for feature extraction with an SVM classifier. This approach aimed to leverage the strengths of both methodologies, reportedly attaining a general accuracy of 93.83%. Research has also addressed the complexity of disease severity estimation and segmentation in natural environments. Yao et al. (2024) introduced the "TUNet" model, a fusion of TRNet and U-Net, to segment disease spots against complex backgrounds. Their work demonstrated high efficacy, with average accuracies of 94.49% for downy mildew and 94.43% for anthracnose severity grading. More recent studies have pushed the boundaries of classification performance through ensemble learning strategies. Building on this foundation of ensemble architectures, Sahin et al. (2025) further expanded the methodology by incorporating Spiking Neural Networks (SNNs) into a 5-model ensemble (CucuNet). Their approach reportedly achieved a remarkably high accuracy of 98.91%, highlighting the potential of combining diverse and biologically inspired neural architectures. Building upon these diverse methodologies, this study focuses on the comparative analysis of classification models for cucumber diseases. Ulutas and Sahin (2023) contributed to this field by compiling a unique dataset from the Carsamba and Silifke districts of Turkey. By employing a grid search method to identify optimal combinations of base models and designing innovative triple ensemble models, they achieved a classification accuracy of 93.79%.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1. Dataset

The dataset combines two different publicly available datasets. The dataset from Ulutas and Sahin (2023) contains 2 classes: Powdery Mildew (1,271) and Fusarium (1,186). The Kaggle dataset contains 3 classes: Downy Mildew (1,284), Healthy Leaves (1,229), and Powdery Mildew (1,190) (Gihan, 2023). By combining the Powdery Mildew class from the Kaggle dataset with that from the Ulutas and Sahin dataset, a total of 2,461 Powdery Mildew images were obtained. When these two datasets were merged, the final dataset consisted of 4 classes and 6,160 images in total. Samples from the dataset are presented in Figure 1.



Figure 1. Samples from dataset

2.2. Deep Learning Architectures

In this study, the performance of modern architectures based on both Convolutional Neural Networks (CNN) and Vision Transformers (ViT) was comparatively analyzed for the classification of cucumber diseases. To leverage the advantages of different feature extraction mechanisms, five state-of-the-art models were incorporated: ResNet50 (He et al., 2016), ConvNeXtV2-B (Woo et al., 2023), EfficientNetV2-S (Tan & Le, 2021), Swin Transformer-B (Liu et al., 2021) and ViT-B (Dosovitskiy et al., 2020). The selection includes ResNet-50 as a robust baseline due to its residual learning framework that utilises skip connections to mitigate the vanishing gradient problem. For computational efficiency, EfficientNetV2 was employed, optimizing training speed and parameter usage through Fused-MBConv layers. Representing the evolution of pure CNNs, ConvNeXtV2 was included for its integration of Transformer-inspired architectural choices, such as larger kernel sizes and layer normalization, within a convolutional framework. On the Transformer side, the Vision Transformer (ViT) was utilized to capture long-range global dependencies by applying self-attention mechanisms to sequences of image patches. Additionally, the Swin Transformer was selected to address the computational complexity of standard ViTs through its hierarchical structure and shifted window-based self-attention, which effectively models both local and global context. All models were integrated using a transfer learning strategy, utilizing weights pretrained on the ImageNet-22k/1k datasets. To adapt these architectures to the specific task, the final fully connected layers were restructured to match the number of classes in the cucumber disease dataset and subsequently subjected to a supervised fine-tuning process. The training process was structured using modern deep learning techniques, specifically the AdamW optimization algorithm and the Weight Decay method (Loshchilov & Hutter, 2017). To stabilize the learning rate, an initial warmup phase followed by a Cosine Annealing scheduler was employed. To prevent overfitting during training and to enhance the model's generalization capacity, the Label Smoothing technique (with a coefficient of 0.1) was applied (Szegedy et al., 2016). Furthermore, to increase computational efficiency, memory management was optimized using Automatic Mixed Precision (AMP).

2.3. Evaluation Metrics

To objectively assess and compare the performance of the classification models, this study utilizes standard statistical metrics commonly employed in agricultural image processing tasks. Consistent with methodologies found in recent literature, such as Sahin et al. (2025) and Ulutas and Sahin (2023), the primary metrics selected for evaluation are accuracy, precision, recall, and F1-score. These metrics are defined as follows:

Accuracy is defined as the ratio of correctly predicted observations to the total number of observations.

$$\text{Accuracy} = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \quad (1)$$

Precision measures the correctness of positive predictions. It is calculated as the ratio of correctly predicted positive samples to the total number of samples predicted as positive. A high precision value indicates a low false positive rate.

$$\text{Precision} = \frac{TP}{TP + FP} \quad (2)$$

Recall (sensitivity) evaluates the model's ability to identify all actual positive instances. In plant disease detection systems, high recall is particularly important to ensure that infected plants are not missed, which could otherwise lead to the spread of pathogens (Shafay et al., 2023).

$$\text{Recall} = \frac{TP}{TP + FN} \quad (3)$$

F1-score is the harmonic mean of Precision and Recall, providing a balanced evaluation of the two metrics (Terven et al., 2025).

$$\text{F1-Score} = 2 \times \frac{\text{Precision} \times \text{Recall}}{\text{Precision} + \text{Recall}} \quad (4)$$

where TP denotes True Positives, TN True Negatives, FP False Positives, and FN False Negatives (Rocetti et al., 2021).

The Matthews Correlation Coefficient (MCC) provides a balanced evaluation that accounts for all four confusion matrix categories, making it particularly informative for imbalanced datasets. MCC was originally defined for binary classification as (Chicco & Jurman, 2020):

$$\text{MCC} = \frac{TP \times TN - FP \times FN}{\sqrt{(TP + FP)(TP + FN)(TN + FP)(TN + FN)}} \quad (5)$$

and extended to multi-class problems via the macro-averaged formulation (Zhang et al., 2024).

Balanced Accuracy computes the average of per-class recall values, providing a more reliable performance estimate when class distributions are unequal (Brodersen et al., 2010).

$$\text{Balanced Accuracy} = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K \frac{TP_k}{TP_k + FN_k} \quad (6)$$

where K denotes the number of classes.

3. RESULTS

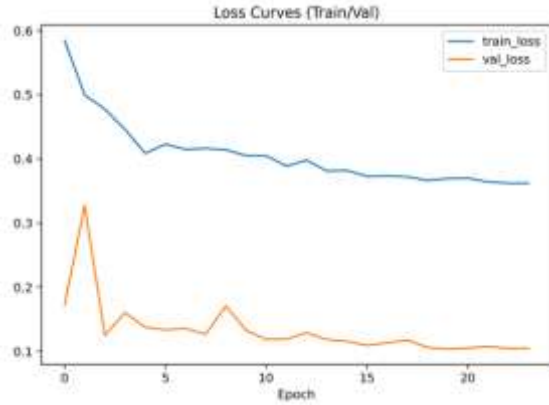
All experiments were conducted on a high-performance workstation equipped with an Intel Core i9-12900 processor and 128 GB of DDR4 RAM in this study. To accelerating the deep learning training and inference processes, an NVIDIA GeForce RTX 4090 GPU was utilized. The software environment was built on Ubuntu , using the PyTorch framework with CUDA acceleration.

Table 1. Performance comparison of deep learning models

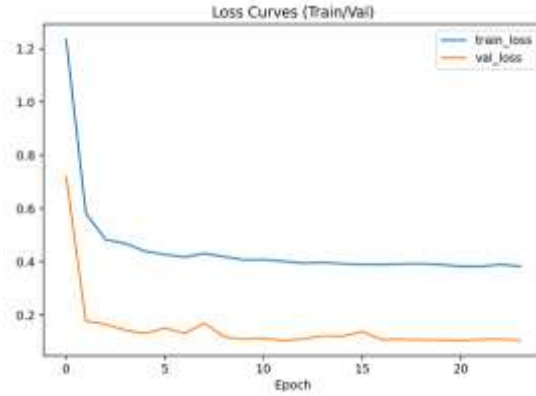
Model	Test Accuracy	Balanced Accuracy	F1-Macro	MCC
ViT Base	0.9818	0.9855	0.9829	0.9748
Swin Transformer	0.9801	0.9822	0.9812	0.9724
ConvNeXt V2	0.9785	0.9802	0.9792	0.9701
ResNet-50	0.9735	0.9793	0.9752	0.9635
EfficientNetV2	0.9719	0.9761	0.9735	0.9610

Among the evaluated architectures in Table 1, the ViT Base achieved the highest overall performance with a Test Accuracy of 98.18% and an MCC of 0.9748. This indicates that the self-attention mechanism, which captures long-range global dependencies across image patches, is highly effective in identifying the distinctive patterns of cucumber leaf diseases. The Swin Transformer Base and ConvNeXt V2 models also showed competitive results, with accuracies of 98.01% and 97.85%, respectively, proving the efficacy of both transformer-based and modernized CNN architectures in agricultural image processing. Although EfficientNetV2 Small had the lowest relative metrics (97.19%), it still maintained a very high standard of classification, suggesting it remains a viable option for scenarios requiring high computational efficiency and rapid deployment.

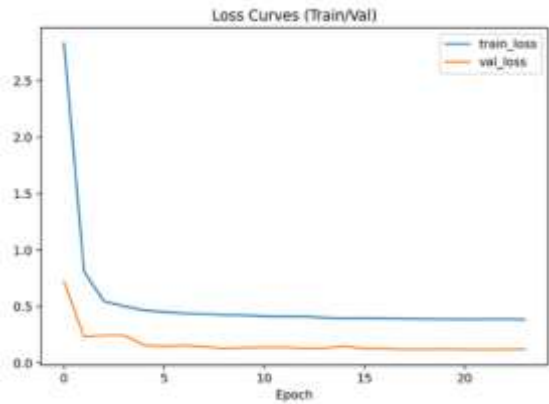
In this study, five distinct deep learning architectures were employed to evaluate a diverse range of feature extraction mechanisms for cucumber disease classification. As a robust convolutional baseline, ResNet-50 was selected for its proven residual learning capability via skip connections, which effectively addresses the vanishing gradient problem. EfficientNetV2 Small was included to assess performance under computational constraints typical of agricultural deployment due to its optimized parameter efficiency and Fused-MBConv layers. Representing the modern evolution of CNNs, ConvNeXt V2 Base was utilized for its Transformer-inspired design—such as larger kernel sizes and layer normalization—bridging the gap between convolutional and attention-based networks. To explore the efficacy of pure self-attention, the Vision Transformer (ViT) Base was employed to capture global context, complemented by the Swin Transformer Base, which utilizes a hierarchical shifted-window approach to effectively balance local feature extraction with global context for dense prediction tasks. Figure 2 shows that all models exhibit a rapid decrease in training and validation loss during the initial epochs, indicating effective learning in the early stages. EfficientNetV2-Small demonstrates the fastest convergence and maintains low, stable validation loss, suggesting good generalization. ResNet-50 and ConvNeXt V2 Base show steady and consistent learning behavior with moderate train-validation gaps. In contrast, transformer-based models such as ViT Base and Swin Transformer Base display slightly higher training loss and more fluctuation in validation curves, but still achieve stable convergence without severe overfitting.



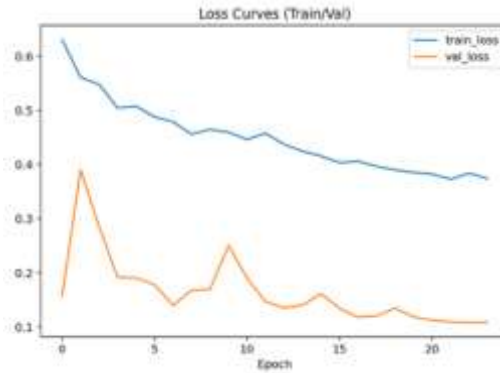
ConvNeXt V2 Base



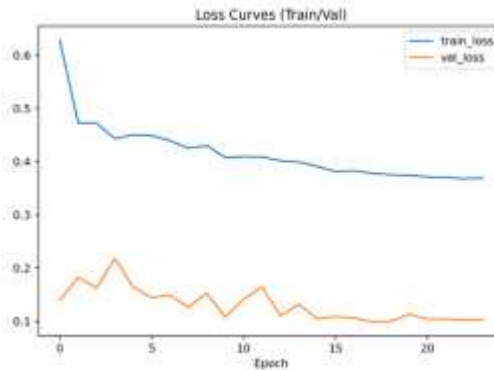
ResNet-50



EfficientNetV2 Small



ViT Base (Patch16)

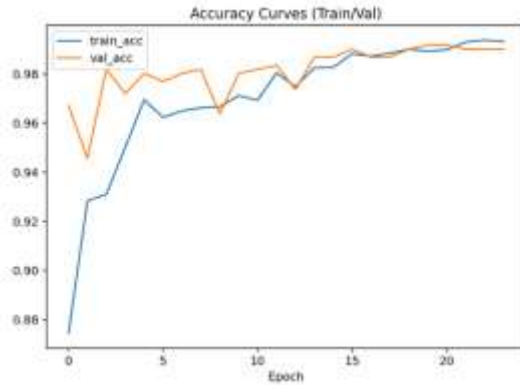


Swin Transformer Base

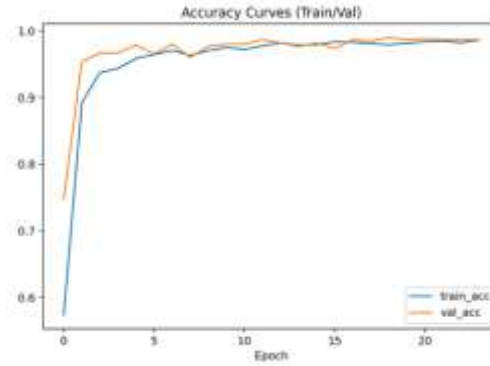
Figure 2. Loss graph of all models

Figure 3 illustrates the comparative accuracy of the five implemented deep learning models. While all architectures demonstrated high performance exceeding 97.1%, the ViT Base achieved the highest accuracy at 98.18%, followed closely by the Swin Transformer (98.01%) and ConvNeXt V2 (97.85%). This visual

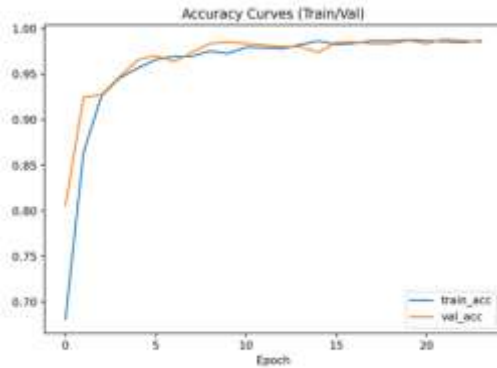
comparison highlights the superior feature extraction capabilities of transformer-based and modernized CNN architectures over baseline models in this specific domain.



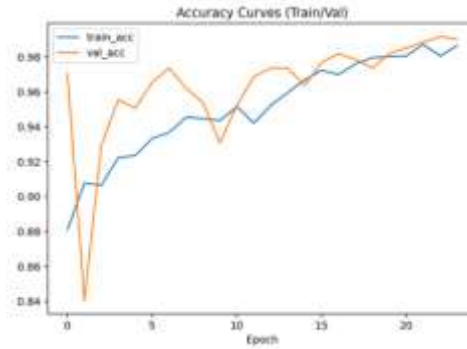
ConvNeXt V2 Base



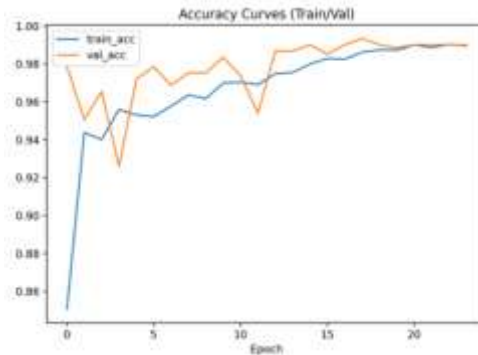
ResNet-50



EfficientNetV2 Small



ViT Base (Patch16)

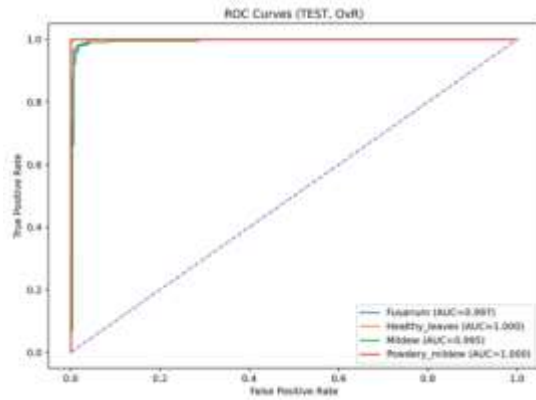


Swin Transformer Base

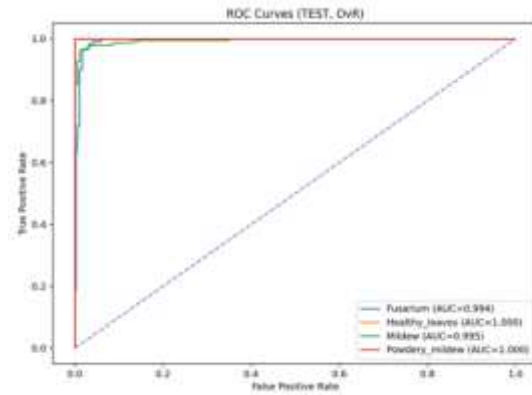
Figure 3. Accuracy graph of all models

To further validate the robustness of the proposed models, the Receiver Operating Characteristic (ROC) curves were generated, as illustrated in Figure 4. As evidenced by the results, all five models exhibit ROC curves that closely hug the top-left corner of the plot, indicating near-perfect classification capabilities. The Area Under the Curve (AUC) values for all architectures exceeded 0.99, with the ViT Base and Swin Transformer achieving

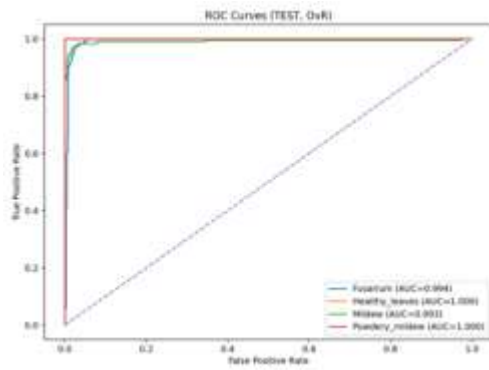
near-ideal AUC scores. These results confirm that the models can effectively distinguish between healthy and diseased cucumber leaves with a minimal rate of false alarms, even when addressing class imbalances.



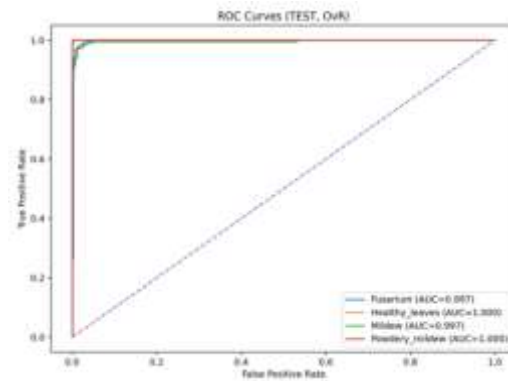
ConvNeXt V2 Base



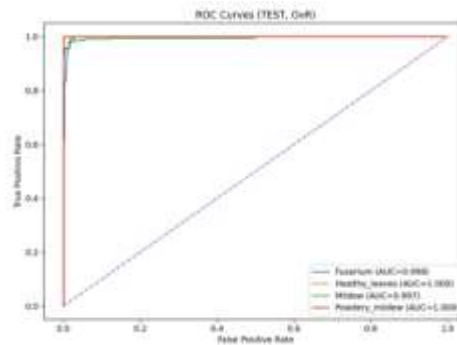
ResNet-50



EfficientNetV2 Small



ViT Base (Patch16)

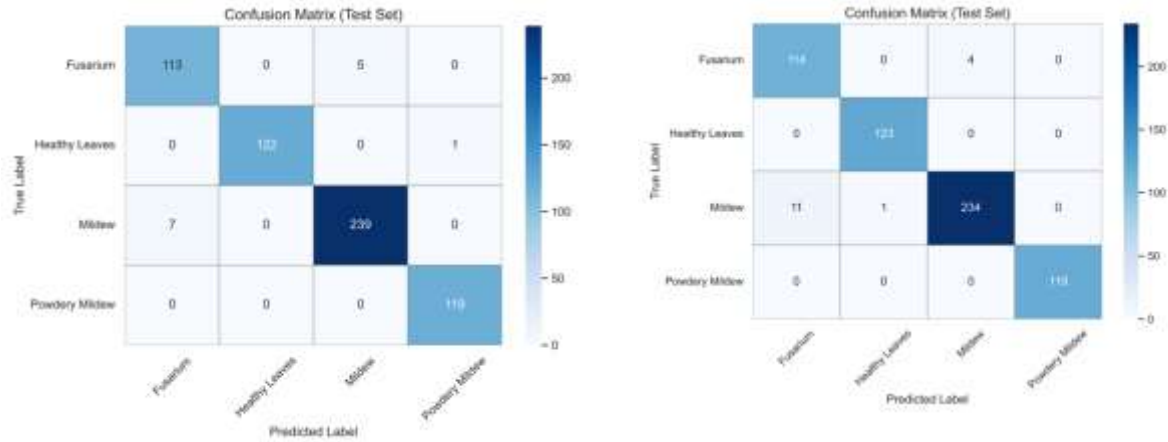


Swin Transformer Base

Figure 4. ROC curve of all models

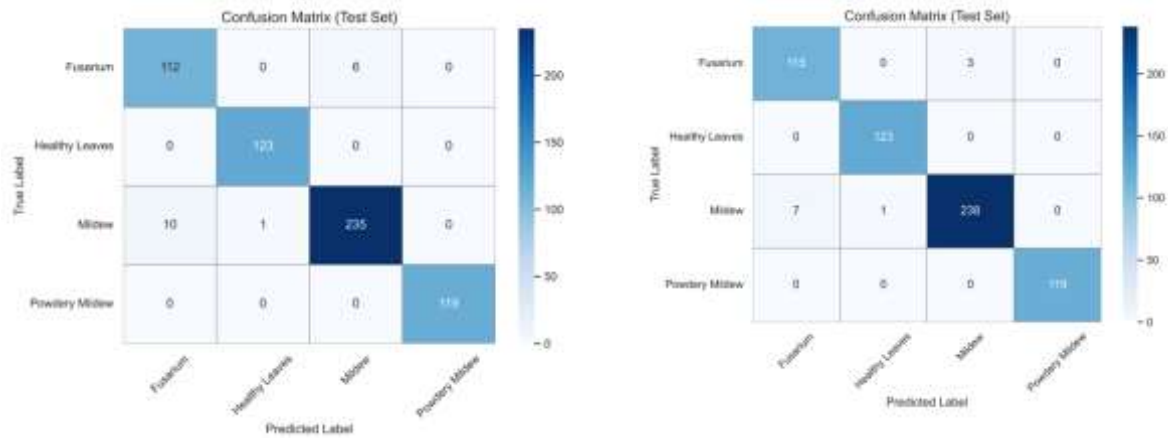
Figure 5 presents the confusion matrix for all five evaluated models. The visualization demonstrates a strong diagonal dominance, indicating that the vast majority of samples were correctly classified across all disease categories. The off-diagonal elements, which represent misclassifications, are negligible. This confirms that the

model successfully learned distinctive features for each disease class and did not suffer from significant confusion even between visually similar pathologies (e.g., early-stage Downy Mildew vs. Powdery Mildew).



ConvNeXt V2 Base

ResNet-50



EfficientNetV2 Small

ViT Base (Patch16)



Swin Transformer Base

Figure 5. Confusion matrix of all models

4. CONCLUSION, DISCUSSION AND RECOMMENDATIONS

This study provided a comparative evaluation of five deep learning architectures for the classification of cucumber leaf diseases. The experimental results demonstrate that all evaluated models achieved high performance, with accuracy values exceeding 97.1%. These findings confirm the significant effectiveness of deep learning-based approaches in the domain of agricultural disease detection. Among the architectures, ViT Base and Swin Transformer Base delivered the best overall performance; specifically, ViT Base reached the highest accuracy of 98.18%, while the Swin Transformer demonstrated robust classification metrics across all categories. The superior performance of these transformer-based models is primarily attributed to their self-attention mechanisms and hierarchical structures, which effectively capture both global context and fine-grained disease patterns (Gou & Ren, 2024; Yang et al., 2024).

Furthermore, ConvNeXt V2 produced highly competitive results, indicating that modernized CNN architectures remain well-suited for plant disease recognition tasks. While EfficientNetV2 Small and ResNet-50 showed slightly lower performance, their results remain highly satisfactory. Given its lower computational complexity, these models are particularly suitable for resource-constrained agricultural applications (Careem et al., 2024; Sethanan et al., 2023). The ROC curves and detailed confusion matrix analyses further confirm that the models learned highly discriminative features, ensuring precise classification even within complex agricultural datasets.

In conclusion, this work highlights the potential of transformer-based architectures as reliable tools for early disease detection in smart agriculture systems, especially when supported by rigorous data leakage protocols and modern optimization techniques. To build upon these findings, future work will focus on validating the models using larger, more diverse real-world datasets. Additionally, we aim to deploy the system on mobile or embedded platforms to facilitate practical field applications and enable real-time agricultural monitoring.

REFERENCES

- Brodersen, K. H., Ong, C. S., Stephan, K. E., & Buhmann, J. M. (2010). The balanced accuracy and its posterior distribution. In *Proceedings of the 20th International Conference on Pattern Recognition (ICPR)* (pp. 3121–3124). IEEE.
- Careem, R., Johar, M. G. M., & Khatibi, A. (2024). Deep neural networks optimization for resource-constrained environments: techniques and models. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 33(3), 1843–1843. <https://doi.org/10.11591/ijeecs.v33.i3.pp1843-1854>
- Chicco, D., & Jurman, G. (2020). The advantages of the Matthews correlation coefficient (MCC) over F1 score and accuracy in binary classification evaluation. *BMC Genomics*, 21, 1–13. <https://doi.org/10.1186/s12864-020-06983-y>
- Dosovitskiy, A., Beyer, L., Kolesnikov, A., Weissenborn, D., Zhai, X., Unterthiner, T., Dehghani, M., Minderer, M., Heigold, G., Gelly, S., Uszkoreit, J., & Houlsby, N. (2020). An image is worth 16x16 words: Transformers for image recognition at scale. *International Conference on Learning Representations (ICLR)*.
- Giham, K. (2023). *Cucumber leaf disease dataset*. Kaggle. <https://www.kaggle.com/datasets/kaushighanml/cucumber-leaf-disease>
- Gou, Q., & Ren, Y. (2024). Research on Multi-Scale CNN and Transformer-Based Multi-Level Multi-Classification Method for Images. *IEEE Access*, 12, 103049–103059. <https://doi.org/10.1109/access.2024.3433374>
- Haseli Golzar, S., Bagherpour, H., & Amiri Parian, J. (2024). A new method to optimize deep CNN model for classification of regular cucumber based on global average pooling. *Journal of Food Processing and Preservation*, 2024, Article 5818803. <https://doi.org/10.1155/2024/5818803>
- He, K., Zhang, X., Ren, S., & Sun, J. (2016). Deep residual learning for image recognition. In *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition* (pp. 770–778). IEEE.
- Liu, Z., Lin, Y., Cao, Y., Hu, H., Wei, Y., Zhang, Z., Lin, S., & Guo, B. (2021). Swin Transformer: Hierarchical vision transformer using shifted windows. In *Proceedings of the IEEE/CVF International Conference on Computer Vision (ICCV)* (pp. 10012–10022). IEEE.
- Loshchilov, I., & Hutter, F. (2017). *Decoupled weight decay regularization*. arXiv. <https://arxiv.org/abs/1711.05101>
- Pradhan, G., Kukreja, V., & Sharma, R. T. (2024). Deep learning for cucumber agriculture: A hybrid CNN-SVM system for disease identification. In *2024 International Conference on Automation and Computation (AUTOCOM)*. IEEE.
- Rocchetti, M., Delnevo, G., Casini, L., & Mirri, S. (2021). An alternative approach to dimension reduction for pareto distributed data: a case study. *Journal Of Big Data*, 8(1). <https://doi.org/10.1186/s40537-021-00428-8>
- Sahin, M. E., Ozkaya, U., Arisoy, C., Cosar, H. I., & Ulutas, H. (2025). CucuNetCNNs: Application of novel ensemble deep neural networks for classification of cucumber leaf disease. *Ain Shams Engineering Journal*, 16, Article 103380.
- Sethanan, K., Pitakaso, R., Srichok, T., Khonjun, S., Weerayuth, N., Prasitpuriprecha, C., Preeprem, T., Jantama, S. S., Gonwirat, S., Enkvetchakul, P., Kaewta, C., & Nanthasamroeng, N. (2023). Computer-aided diagnosis using embedded ensemble deep learning for multiclass drug-resistant tuberculosis classification. *Frontiers in Medicine*, 10. <https://doi.org/10.3389/fmed.2023.1122222>

- Shafay, M., Hassan, T., Owais, M., Hussain, I., Khawaja, S. G., Seneviratne, L., & Werghi, N. (2025). Recent advances in plant disease detection: challenges and opportunities. *Plant Methods*, 21(1). <https://doi.org/10.1186/s13007-025-01450-0>
- Sultana, N., Shorif, S. B., Akter, M., & Uddin, M. S. (2023). A dataset for successful recognition of cucumber diseases. *Data in Brief*, 49, Article 109320. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2023.109320>
- Szegedy, C., Vanhoucke, V., Ioffe, S., Shlens, J., & Wojna, Z. (2016). Rethinking the inception architecture for computer vision. In *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)* (pp. 2818–2826). IEEE.
- Tan, M., & Le, Q. (2021). EfficientNetV2: Smaller models and faster training. In *International Conference on Machine Learning (ICML)* (pp. 10096–10106). PMLR.
- Terven, J., Córdova-Esparza, D., Romero-González, J.-A., Ramírez-Pedraza, A., & Chávez-Urbiola, E. A. (2025). A comprehensive survey of loss functions and metrics in deep learning. *Artificial Intelligence Review*, 58(7). <https://doi.org/10.1007/s10462-025-11198-7>
- Ulutas, H., & Sahin, M. E. (2023). Classification of cucumber leaf diseases on images using innovative ensembles of deep neural networks. *Journal of Electronic Imaging*, 32(5), 053040. <https://doi.org/10.1117/1.JEI.32.5.053040>
- Woo, S., Debnath, S., Hu, R., Chen, X., Liu, Z., Kweon, I. S., & Xie, S. (2023). ConvNeXt V2: Co-designing and scaling ConvNets with masked autoencoders. In *Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)* (pp. 16133–16144). IEEE.
- Xu, C., & Zhang, L. (2024). Cucumber diseases diagnosis based on multi-class SVM and electronic medical record. *Neural Computing and Applications*, 36, 4959–4978. <https://doi.org/10.1007/s00521-023-09315-w>
- Yang, C., Chen, Z., Espinosa, M., Ericsson, L., Wang, Z., Liu, J., & Crowley, E. J. (2024). PlainMamba: Improving Non-Hierarchical Mamba in Visual Recognition. *arXiv (Cornell University)*. <https://doi.org/10.48550/arxiv.2403.17695>
- Yao, H., Wang, C., Zhang, L., Li, J., Liu, B., & Liang, F. (2024). A cucumber leaf disease severity grading method in natural environment based on the fusion of TRNet and U-Net. *Agronomy*, 14(1), 72. <https://doi.org/10.3390/agronomy14010072>
- Zhang, W., Wang, S., & Zhang, X. (2024). Scale-Translation Equivariant Network for Oceanic Internal Solitary Wave Localization. *arXiv (Cornell University)*. <https://doi.org/10.48550/arxiv.2406.13060>

OPG-DETBENCH: YOLOv8 KULLANILARAK PANORAMİK RADYOGRAFİLERDE DİŞ RESTORASYONU TESPİTİ İÇİN ULUSLARARASI BİR REFERANS ÖLÇÜTÜ**Enes Eren SUZGEN¹, Hasan ULUTAS², M. Emin SAHİN²****1Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Yozgat Bozok Üniversitesi, Türkiye, e.eren.suzgen@yobu.edu.tr****0009-0001-5442-930X****1Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Yozgat Bozok Üniversitesi Türkiye, hasan.ulutas@yobu.edu.tr****0000-0003-3922-934X****2Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, İzmir Bakırçay Üniversitesi, Türkiye, emin.sahin@bakircay.edu.tr****000-0001-7729-990X****Özet**

OPG görüntülerinde diş restorasyonlarının otomatik olarak tespiti, klinik uygulamada henüz tam anlamıyla keşfedilmemiş bir alandır. Bu makalede, başlangıçta görüntü düzeyinde sınıflandırma için oluşturulan OralHybridNet veri setini bir nesne tespit çerçevesine yeniden yorumlayan OPG-DetBench'i tanıtımı sunulmaktadır. OPG-DetBench, altı farklı ulustan (ABD, Paraguay, İran, Tunus, Çin, İsviçre) 2.000 OPG görüntüsü ve yedi farklı diş restorasyonu türü için 8.412 sınırlayıcı kutu açıklaması içermektedir. YOLOv8s ve YOLOv8m dahil olmak üzere OPG-DetBench modelleri, katmanlı ülke ayrımı ayarı altında eğitilmiş ve Tek Ülkeyi Dışarıda Bırakma (LOCO) değerlendirmesine tabi tutulmuştur. Daha küçük boyutlu YOLOv8s, daha büyük muadili YOLOv8m'yi hem hız hem de performans açısından geride bırakarak, CPU'da 697 ms çıkarım süresiyle 0,577'lik bir mAP@50 puanı elde etmiştir (YOLOv8m 1.775 ms ile 0,572). Sınıf bazlı sonuçlar, implant (0,845) ve köprü (0,804) restorasyonları için güçlü AP puanları gösterirken, dental post hala 0,080'lik AP ile zorluklar sınırlı başarı sergilemektedir. LOCO deneyleri, ortalama 0,063 mAP@50'lik bir alan kayması farkı ortaya koymuştur. Ayrıca, güvene dayalı aktivasyon haritaları ve sınıf bazlı Gauss ısı haritaları, anatomik olarak tutarlı odak bölgeleri göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: panoramik radyografi, OPG, nesne tespiti, YOLOv8, açıklanabilir yapay zeka

**OPG-DETBENCH: A CROSS-NATIONAL BENCHMARK FOR DENTAL RESTORATION
DETECTION ON PANORAMIC RADIOGRAPHS USING YOLOv8****Enes Eren SUZGEN¹, Hasan ULUTAS², M. Emin SAHIN²****¹Department of Computer Engineering, Yozgat Bozok University, Turkey, e.eren.suzgen@yobu.edu.tr****0009-0001-5442-930X****¹Department of Computer Engineering, Yozgat Bozok University, Turkey, hasan.ulutas@yobu.edu.tr****0000-0003-3922-934X****²Department of Computer Engineering, İzmir Bakırçay University, Turkey, emin.sahin@bakircay.edu.tr****0000-0001-7729-990X****Abstract**

Automated detection of dental restorations in OPG images constitutes an underexplored domain in clinical practice. In this paper, we introduce OPG-DetBench, which reinterprets the OralHybridNet dataset initially created for image-level classification into an object detection framework. OPG-DetBench contains 2,000 Orthopantomogram (OPG) images from six distinct nations (US, Paraguay, Iran, Tunisia, China, Switzerland) with 8,412 bounding box annotations for seven types of dental restorations. The OPG-DetBench models, including YOLOv8s and YOLOv8m, were trained under the stratified country split setting and underwent Leave-One-Country-Out (LOCO) evaluation. The smaller-sized YOLOv8s appeared to surpass its larger counterpart, YOLOv8m, in both operational speed and predictive performance by attaining a mAP@50 score of 0.577 with 697 ms inference time on CPU, compared to YOLOv8m (0.572 with 1,775 ms). Class-wise results indicate strong AP scores for implant (0.845) and bridge (0.804) restorations, while dental post still exhibits challenges with AP at 0.080. The LOCO experiments yielded a domain shift difference of 0.063 mAP@50 on average. Furthermore, confidence-based activation maps and class-wise Gaussian heatmaps demonstrated anatomically consistent focus regions.

Keywords: panoramic radiograph, OPG, object detection, YOLOv8, explainable AI

1. INTRODUCTION

Orthopantomogram (OPG) or panoramic dental radiography is one of the most widely used diagnostic imaging modalities in clinical dentistry, offering a comprehensive single-film projection of the entire dentition and supporting jaw structures. It is well known for its diagnostic efficacy and broad anatomic coverage, which makes it the gold standard for treatment planning, follow-up, and post-treatment assessment (Husain, Schmidt, et al., 2023; Husain, Stadlinger, et al., 2023). Automated analysis of OPG images can yield numerous advantages to clinical decision-making, quality assurance, and workflow optimization in dentistry (Milani et al., 2024; Raj et al., 2024), yet while the application of AI in radiology has garnered considerable scholarly inquiry recently comprehensive exploration in tooth-level localization using bounding boxes, particularly for dental restorations, persists as an active domain of scholarly investigation (Khubrani et al., 2024).

AI-based dental imaging applications have shown remarkable growth in recent times, covering a wide range of activities, from carious lesions to tooth segmentation, tooth restoration categorization, and periodontal analysis (Katsumata, 2023; Şahin et al., 2024; Kong et al., 2025; Kurtulus et al., 2024). In their 2020 study, Abdalla-Aslan et al. (2020) presented an AI-based method that enables automatic detection and classification of dental restorations using panoramic radiographs, with 738 restorations in 83 anonymized panoramic radiographs being assessed and classified according to their shape and grey-level characteristics in eleven different classes. While such a study provided a foundation for future research in the field, it relied on manually engineered feature extraction which made it hard to scale. More recent work has moved toward end-to-end deep learning models. Gardiyanoglu et al.'s 2023 study sought to solve the problem of segmentation on a larger scale by introducing 8,138 OPGs and semantic segmentation of teeth, crown-bridge restoration, dental implants, composite-amalgam restoration, caries, residual root, and root canal filling, scoring 0.93 Dice Similarity Coefficient for crown-bridge restorations and 0.94 for implants. Despite such an unprecedented sample size, this study was restricted to one institution and country. Parallel efforts have focused on convolutional neural network-based approaches for specific pathology classes. Tuzoff et al. (2019) applied Faster R-CNN to tooth detection and numbering in panoramic radiographs, establishing anchor-based two-stage detectors as a viable framework for dental object detection. Ekert et al. (2019) demonstrated the feasibility of deep learning for apical lesion detection at the periapical level. More broadly, deep learning models have been applied to OPG classification tasks, including the detection of caries, root canals, crowns, and broken-down root canals, underscoring the growing appetite for automated radiographic diagnosis. The YOLO family Redmon J. et al (2016) of single-stage detectors has emerged as a compelling alternative to two-stage architectures for dental imaging applications, offering a favourable balance between inference speed and detection accuracy. A recent study employing YOLOv8 for mixed-dentition panoramic radiographs reported an overall F1 score of 0.89 across six restoration types, with dental fillings achieving the highest class-level F1 score of 0.97, demonstrating the architecture's suitability for multi-class restoration detection. Yilmaz et al. (2024) further compared YOLO-V4 and Faster R-CNN for tooth classification on panoramic images, with YOLO-V4 achieving precision, recall, and F1 scores exceeding 99%, while also detecting impacted third molars that the two-stage model missed. Regarding caries detection, Esmacilyfard et al. (2024) designed a multiple inputs-based Convolutional Neural Network utilizing CBCT images to detect caries according to its location and depth (D1-D3). The proposed technique exhibited a very high accuracy rate of 95.3%, with a sensitivity rate of 92.1% and specificity rate of 96.3%. The study emphasized that CBCT was a superior diagnosis modality compared to conventional two-dimensional radiography for detecting caries. Ahmed et al. (2025) continued with the research by using U-Net segmentation for classifying caries based on KAU-ICDAS criteria in bitewing images, with the results showing high intersection over union values for deep dentine caries. As for classifying teeth in CBCT, Gao et al. (2022) introduced a Grouped Bottleneck Transformer incorporating CNN and Transformer submodels, obtaining an accuracy rate of 91.3% based on a small-sized dataset of just 450 images, while surpassing 3D ResNet significantly. A critical and underexplored dimension of dental AI research is cross-national generalisation. Multinational studies on automated OPG

analysis have consistently highlighted the challenge of deploying models across clinical settings with differing patient demographics, equipment manufacturers, and radiographic conventions. To date, no study has employed the OralHybridNet database Khurshid et al. (2026) a unique multi-national resource of 2,000 OPG images from six countries with bounding-box annotations for seven restoration types — as an object detection benchmark. Despite its rich spatial annotations, all prior use of this dataset has been confined to image-level classification tasks, leaving its detection potential entirely untapped. In this paper we propose OPG-DetBench, which addresses this gap by contributing: (1) the first bounding-box detection benchmark built on the OralHybridNet dataset with country-stratified train/val/test splits; (2) a systematic comparison of YOLOv8s and YOLOv8m under identical training conditions; (3) a Leave-One-Country-Out (LOCO) generalisation evaluation protocol to quantify cross-national domain shift; and (4) confidence-weighted Gaussian activation maps that provide spatially interpretable detection heatmaps without relying on gradient-based Class Activation Maps.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1. Dataset

This data set consists of 2,000 OPGs collected from patients in six countries, which include US (1,000 images), Paraguay (598 images), Iran (116 images), Tunisia (107 images), China (100 images), and Switzerland (79 images). The annotations are done using bounding-box annotation with annotations saved in XML format in the CVAT format. Total annotations: 8,412, with a mean of 6.59 boxes per annotated image. As detailed in Table 1, dental fillings constitute the most frequent class ($n=4,091$; 48.6%), followed by root canal treated teeth ($n=1,570$; 18.7%) and crowns ($n=1,046$; 12.4%), while bridges represent the least frequent class ($n=313$; 3.7%). Figure 1 illustrates both the overall class frequency distribution and the class distribution per country, revealing notable inter-country variation: Iran exhibits a high prevalence of dental fillings, whereas Tunisia shows a proportionally greater representation of crowns. Per-country dataset statistics are summarized in Table 2 and visualized in Figure 2. Annotation rates vary considerably across countries, ranging from 47.7% in Tunisia to 82.3% in Switzerland. Iran demonstrates the highest annotation density with an average of 6.66 bounding boxes per annotated image, while Tunisia records the lowest at 1.79 boxes per image. The United States contributes the largest number of images ($n=1,000$), with an annotation rate of 56.2% and a maximum of 34 bounding boxes in a single image.

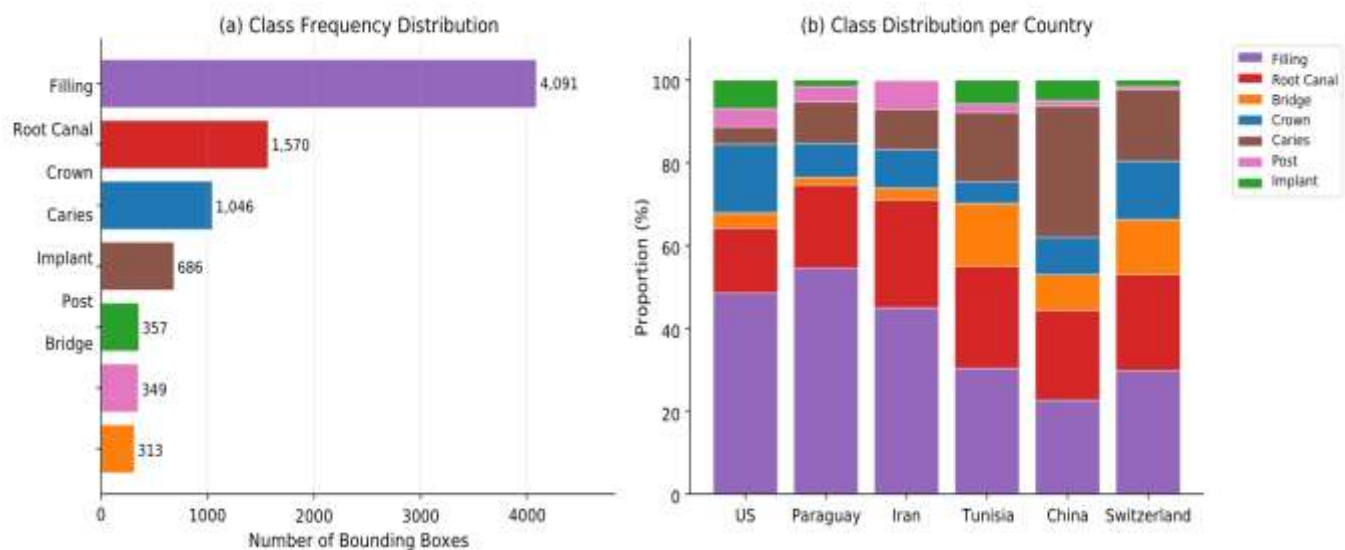


Figure 1. Class frequency distribution (a) and class distribution per country (b). Dental fillings dominate ($n=4,091$; 48.6%) while bridge ($n=313$) is the least frequent class. Class mix varies substantially across countries — Iran shows high filling prevalence while Tunisia has proportionally more crowns.

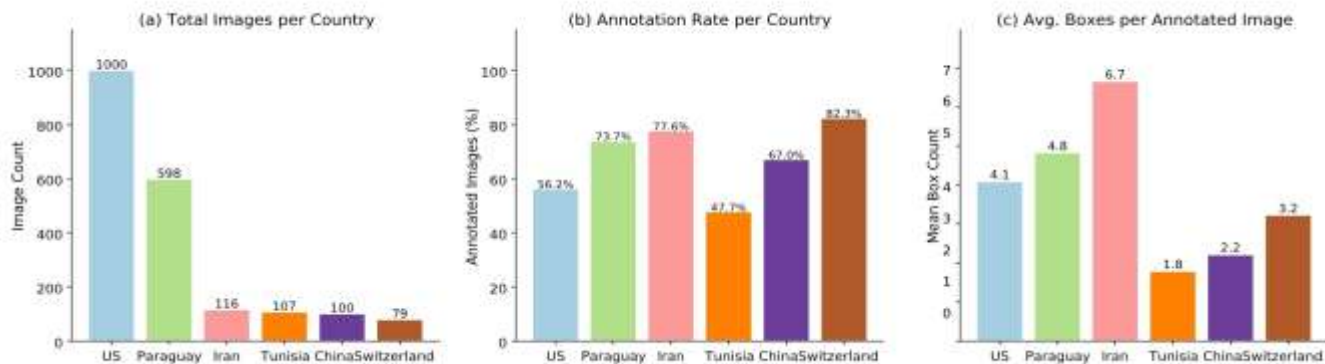


Figure 2. Per-country statistics: (a) total images per country, (b) annotation rate, and (c) average bounding boxes per annotated image. Iran exhibits the highest annotation density (6.7 boxes/image) whereas Tunisia registers the lowest (1.8 boxes/image).

Table 1. Class distribution of bounding-box annotations.

Class	Annotations	% of Total	Annotated Images
Dental Filling	4,091	48.6%	934
Root Canal Treated	1,570	18.7%	637
Crown	1,046	12.4%	380
Dental Caries	686	8.2%	390
Implant	357	4.2%	103
Dental Post	349	4.1%	182
Bridge	313	3.7%	201
Total	8,412	100%	1,276

Table 2. Per-country dataset statistics.

Country	Images	Annotated	Ann. Rate (%)	Avg. Boxes	Max Boxes
US	1,000	562	56.2	4.09	34
Paraguay	598	441	73.7	4.83	36
Iran	116	90	77.6	6.66	28
Tunisia	107	51	47.7	1.79	10
China	100	67	67.0	2.21	18
Switzerland	79	65	82.3	3.23	13

2.2. Bounding Box Analysis

The location of bounding boxes centers in the normalized $[0,1]$ coordinate system is shown in Figure 3. Seven classes of images are concentrated in the area of the dental arches, providing anatomical validity to the annotation

process. Bridges have the largest range of normalized widths (0.05-0.45), due to their multiple teeth composition, while caries and fillings appear mainly in the bilateral molar-premolar area. The size of boxes (normalized width) of different classes of objects is presented in Figure 4.

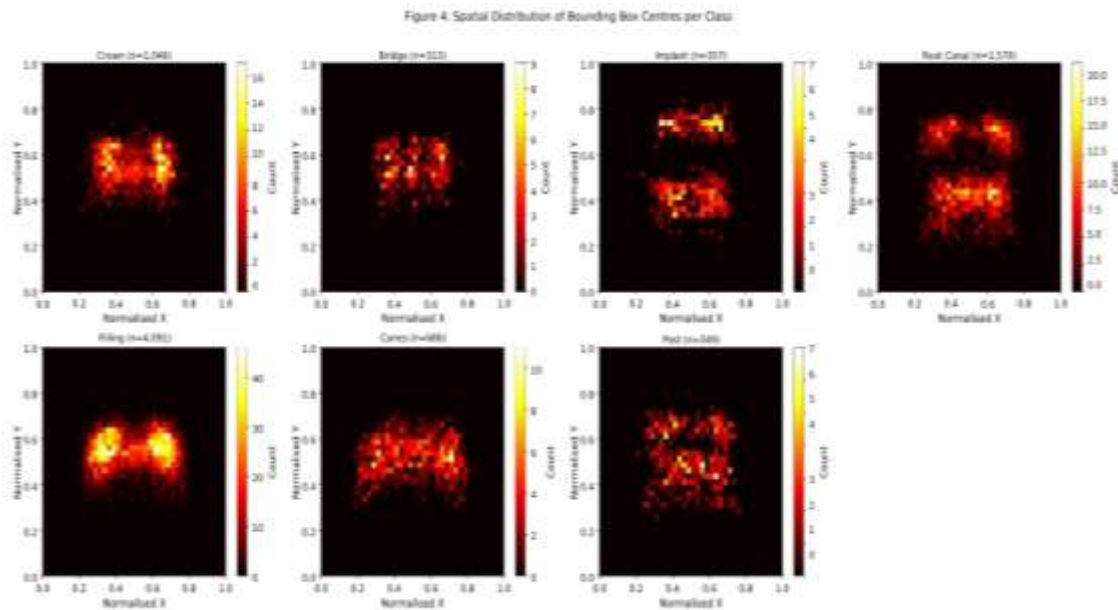


Figure 3. Spatial distribution of bounding box centres per class (normalised image coordinates). All classes concentrate within the dental arch. Implants show a characteristic bilateral posterior distribution, while fillings show dense bilateral molar coverage.

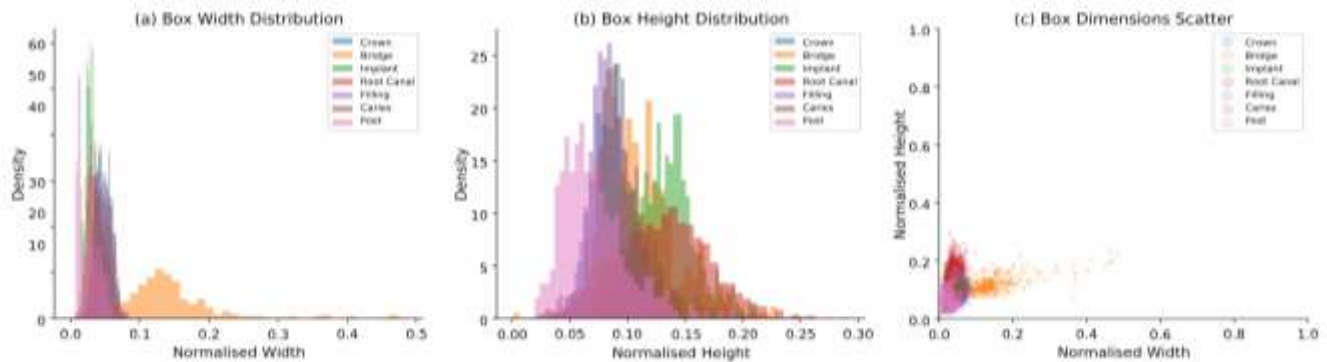


Figure 4. Bounding box size distributions: (a) width, (b) height, and (c) width–height scatter. Bridge is the largest class by width; post is the most elongated. Most restorations occupy 2–10% of the image width.

2.3. Class Co-Occurrence

The class co-occurrence matrix is shown in Figure 5. The occurrence of dental posts with crowns in 81% of patients follows the classic post and core crown restoration process. Teeth with root canals show occurrence with fillings in 77% of patients and with crowns in 50%. This shows how teeth with root canals undergo treatment before any coronal restoration procedure.

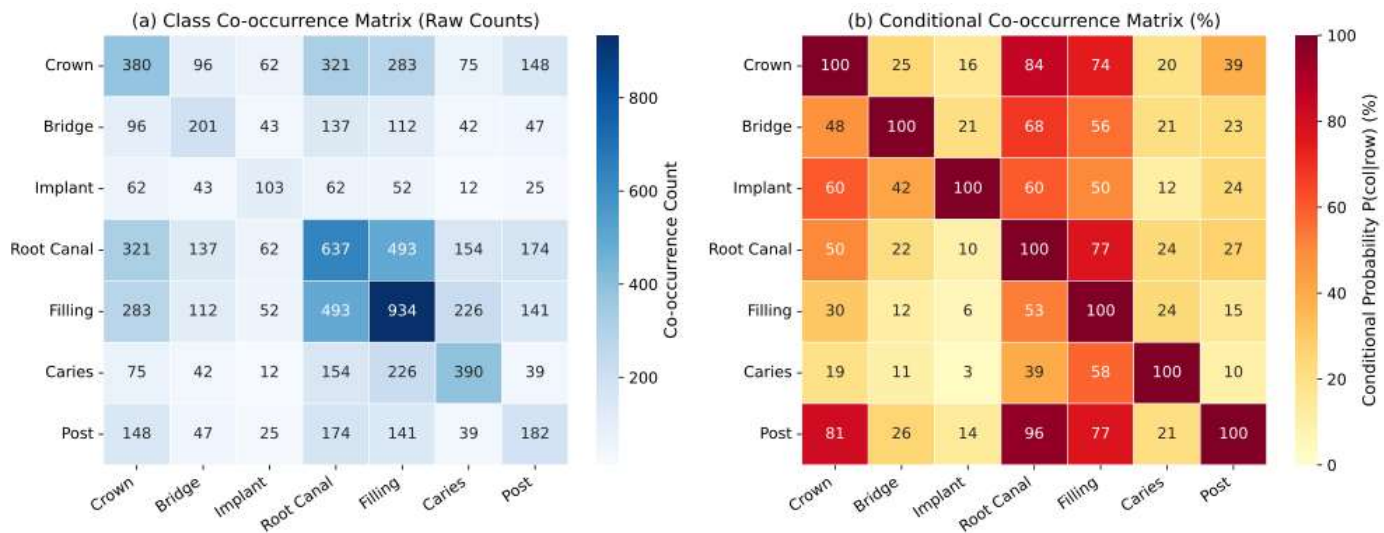


Figure 5. Class co-occurrence matrix: (a) raw co-occurrence counts; (b) conditional co-occurrence $P(\text{col}|\text{row})$. Dental post is almost always accompanied by crown (81%) and root canal treatment (96%), reflecting clinical post-and-core sequences.

We adopt a country-stratified 70/15/15 split (train=1,398, val=300, test=302), ensuring each national cohort is proportionally represented in all partitions (Figure 6). Background images are distributed naturally. This prevents national cohorts from concentrating in a single partition, which would artificially inflate or deflate performance estimates. A random split was also generated for ablation purposes.

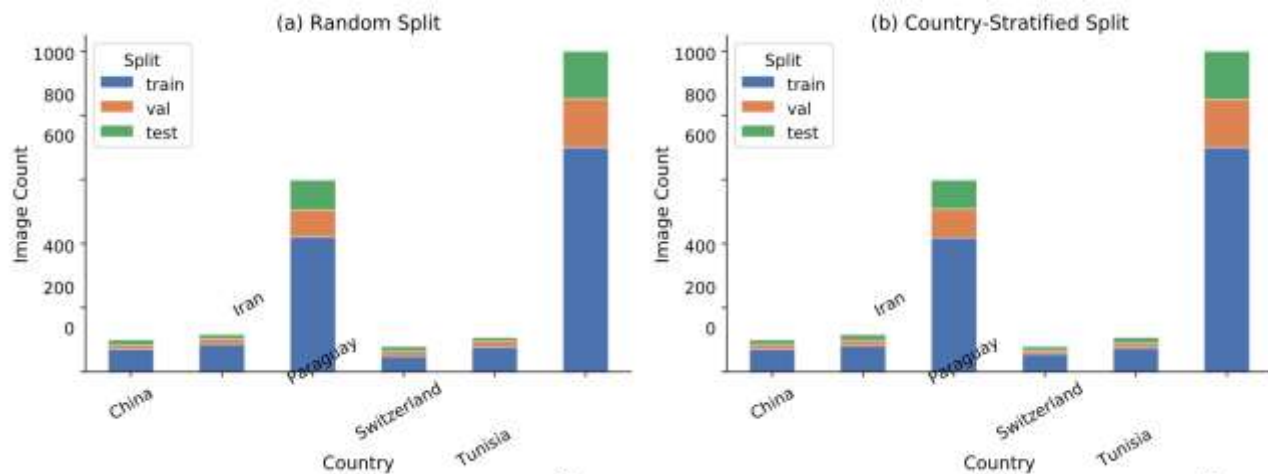


Figure 6. Split composition by country: (a) random split vs. (b) country-stratified split. The stratified split preserves national proportions across train/val/test, avoiding cohort imbalance that could bias evaluation.

3. RESULTS

We evaluate two YOLOv8 models are evaluated YOLOv8s (11.14M parameters) and YOLOv8m (25.86M parameters). Both models adopt a CSPDarknet backbone equipped with C2f bottlenecks, a PAN neck for multiscale feature fusion, and a decoupled, anchor-free detector working at a 640×640 input size over seven dental-condition categories. Models were initialized with COCO pre-trained weights before being fine-tuned for 150 epochs using the AdamW optimizer. During training, a rich augmentation pipeline, comprising mosaic, copy-paste, MixUp, and Albumentations, is applied, conducted on an NVIDIA RTX 3090 Ti GPU. Our primary evaluation criteria include $\text{mAP}@IoU=0.50$ ($\text{mAP}@50$) and $\text{mAP}@IoUs\ 0.50:0.95$ ($\text{mAP}@50:95$). Cross-

national generalizability is captured via a domain shift metric ($\Delta mAP@50$) in a leave-one-country-out (LOCO) fashion. Confidence-based Gaussian activations for each detection bounding box, with kernels anchored around the center point of the box and sized based on the detection confidence, allow us to obtain spatially interpretable heatmaps without using gradient-based Class Activation Maps (CAMs), the latter being inherently indicative of the global context due to their global nature.

The detection results obtained using the stratified test set of the country dataset ($n=302$ images, 1,272 ground truth objects) are provided in Table 3. While the accuracy of YOLOv8s, which equals $0.577 mAP@50$ and $0.290 mAP@50:95$, slightly exceeds that of YOLOv8m, the former demonstrates a higher efficiency by being more than two times faster in terms of image processing speed (697 ms/image compared to 1,775 ms/image). Figure 7 shows a comparative assessment of four main indicators of model performance, and Figure 8 illustrates the efficiency-accuracy balance with the bubble size reflecting the number of parameters used in each algorithm.

Table 3. Detection performance on the country-stratified test set.

Model	Params (M)	GFLOPs	$mAP@50$	$mAP@50:95$	Precision	Recall	CPU ms/img
YOLOv8s	11.14	28.7	0.577	0.290	0.586	0.619	697
YOLOv8m	25.86	79.1	0.572	0.295	0.570	0.669	1,775

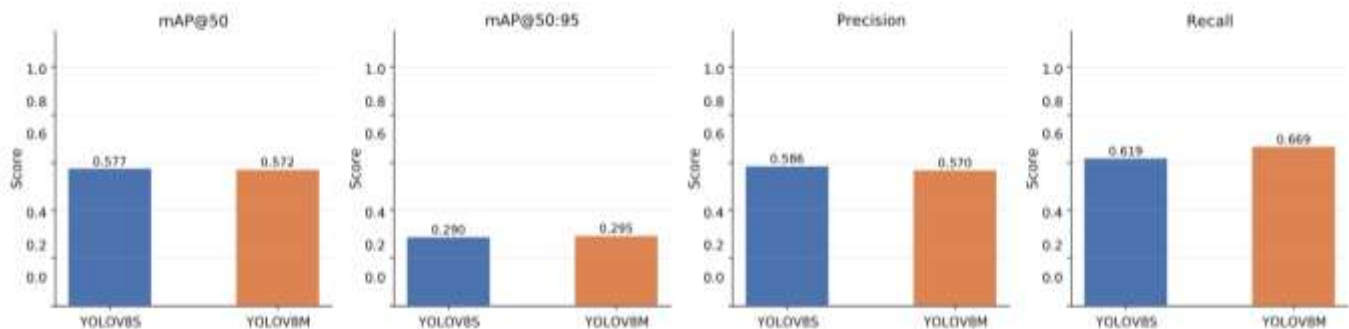


Figure 7. Detection performance comparison (country-stratified test set). YOLOv8s appears to demonstrate $mAP@50$ and precision; YOLOv8m achieves marginally higher recall and $mAP@50:95$. The difference is clinically negligible given the $2.5\times$ inference speed advantage of YOLOv8s.

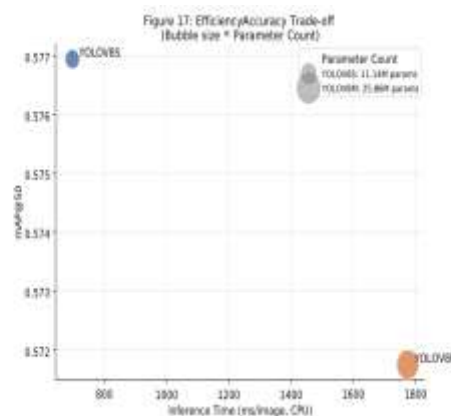


Figure 8. Efficiency-accuracy trade-off. YOLOv8s (blue) achieves higher $mAP@50$ at 697 ms CPU inference; YOLOv8m (orange) requires 1,775 ms at comparable accuracy.

Table 4 and Figure 9 show AP@50 scores on a per-class basis. The highest performance is observed for the implant class with AP@50 = 0.845, followed by the bridges (AP@50 = 0.804) class, whose objects appear as radiopaque pontics between two teeth. Another well-distinguishable class is the tooth after root canal treatment (AP@50 = 0.726) because of their characteristic homogeneous gutta-percha-filled patterns.

Dental fillings tend to yield moderately good results (AP@50 = 0.630). This class constitutes the most populous category (comprising 651 test images); however, its characterisation by a markedly diverse morphology presents a challenge, given that the radiopacity exhibits significant variability across its sub-types, contingent upon the specific filling material (e.g., amalgam fillings typically manifest as the most radiopaque, whereas composite fillings approximate the density of natural dentition). Crown class objects (AP@50 = 0.485) may present a visual similitude to natural teeth in the absence of ancillary data derived from corresponding dental radiographs, as illustrated in Figure 13. Caries are indicative of radiolucent lesions obscured by adjacent natural tooth or filling material (Kühnisch et al., 2024; Wantanajittikul et al., 2022) (AP@50 = 0.469). The most challenging object classification pertains to the post (AP@50 = 0.080); indeed, as depicted in Figure 12, a substantial proportion (94%) of post instances undergo misclassification as background entities. The difficulty associated with post classification may be attributed to a confluence of factors: (i) a pronounced class imbalance (evidenced by 349 total annotations versus a test set size of 48 instances); (ii) a notable morphological similitude to root canal filling material; and (iii) the intrinsically diminutive dimensions of these objects. While YOLOv8m ostensibly achieves a superior post AP@50 score (0.119 in contrast to 0.080), this enhancement is plausibly explicable by the augmented receptive field inherent to the medium model architecture.

Table 4. Per-class AP@50 on the country-stratified test set.

Class	Test Instances	YOLOv8s AP@50	YOLOv8m AP@50	Δ (s-m)
Implant	47	0.845	0.777	+0.068
Bridge	50	0.804	0.796	+0.008
Root Canal Treated	206	0.726	0.730	-0.004
Dental Filling	651	0.630	0.650	-0.020
Crown	152	0.485	0.453	+0.032
Dental Caries	118	0.469	0.477	-0.008
Dental Post	48	0.080	0.119	-0.039

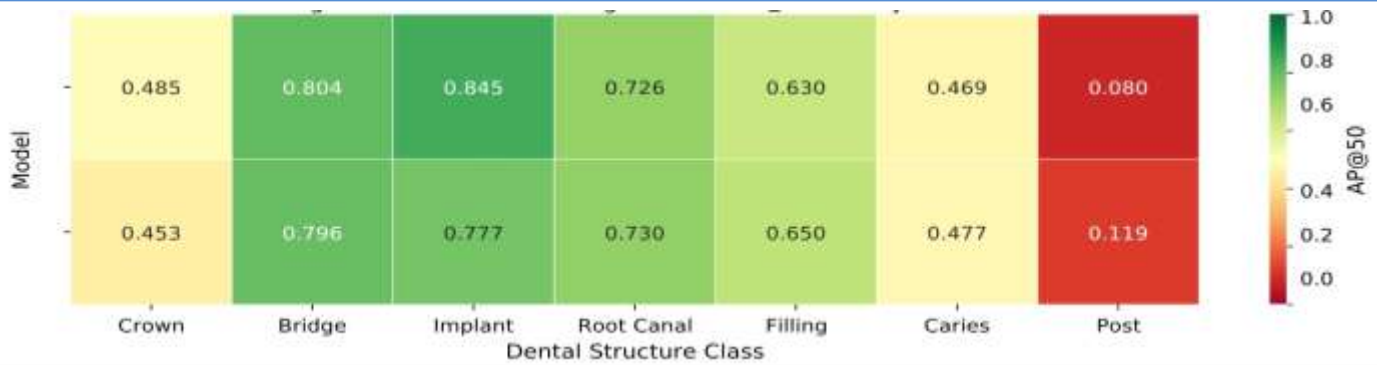


Figure 9. Per-class AP@50 heatmap for YOLOv8s (top row) and YOLOv8m (bottom row). Implant and bridge achieve the highest accuracy; dental post is the most challenging class for both models due to class imbalance and morphological ambiguity with root canal fill material.

In addition, YOLOv8s was able to converge after 96 epochs (best result in epoch 46 for approximately 0.68 hours), whereas YOLOv8m was able to converge after 112 epochs (best result in epoch 62 for approximately 0.81 hours). The training curves for both networks are provided in Figure 10. The two networks are shown to have fast improvements initially due to feature transfer from pretraining, followed by periods of flatness where class-based discriminative features were fine-tuned.

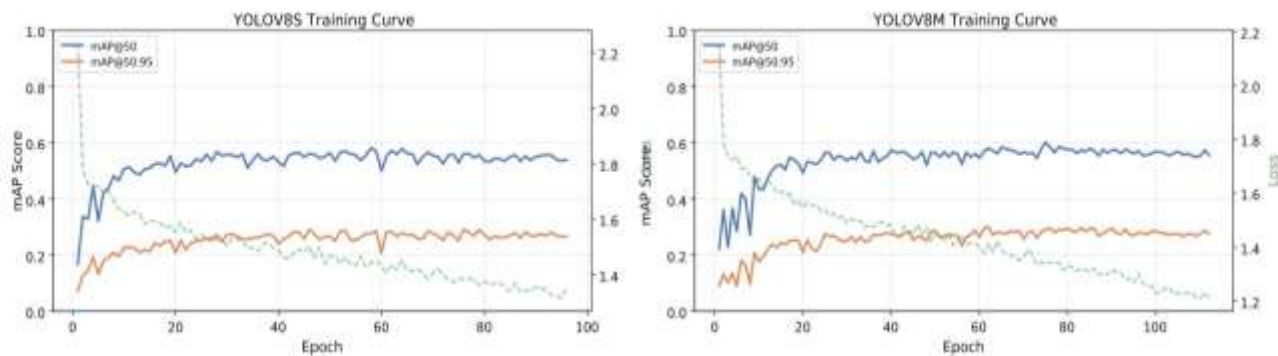


Figure 10. Training and validation curves for YOLOv8s (left) and YOLOv8m (right). mAP@50 (blue) and mAP@50:95 (orange) are shown on the left axis; validation box loss (dashed green) on the right axis. Both models converge stably within 100 epochs.

The results from LOCO can be seen in Table 5 and Figure 11. Switzerland (LOCO mAP@50 = 0.587) and China (0.577) show almost no domain gap or even negative values, which is probably because of the similarity of visual appearance with other Western and East Asian nations represented in the dataset. Tunisia (Δ mAP@50 = +0.073), Paraguay (+0.087), the USA (+0.113), and Iran (+0.118) demonstrate increasing domain gaps. The gap for the USA (+0.113) appears to be associated with dataset size, where removal of 1,000 pictures (50% reduction) yields only 850 images, resulting in underfitting regardless of domain shift. However, the gap for Iran (+0.118) demonstrates another factor contributing to it: while the number of training images (1,601) stays relatively high, its performance becomes noticeably worse. This may be due to the country's unique restoration pattern (the highest mean box density per picture: 6.7 boxes) and radiography equipment specifics.

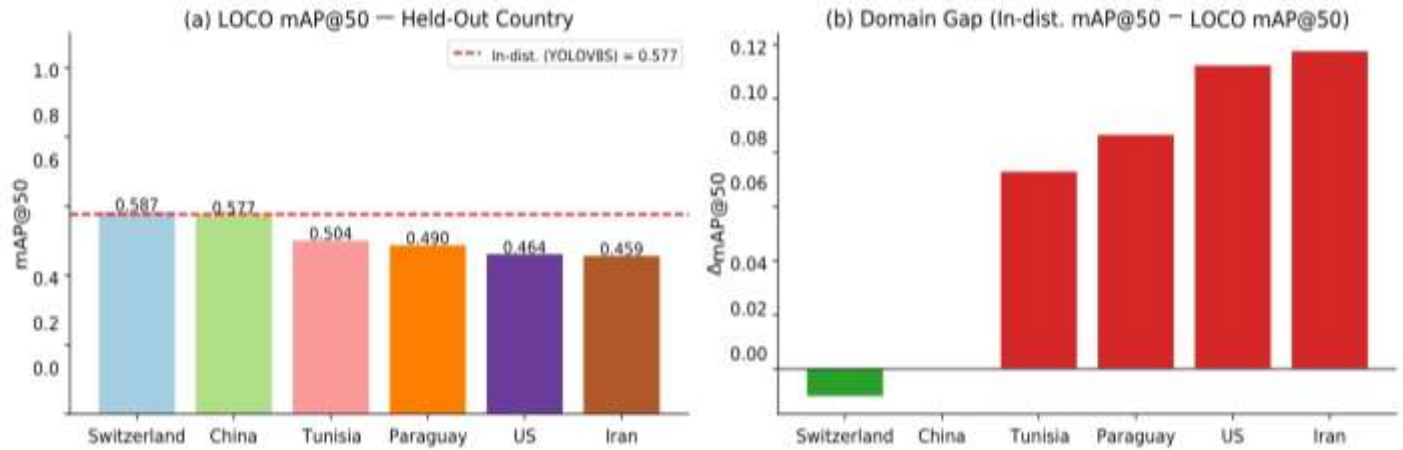


Figure 11. Leave-One-Country-Out generalisation analysis. (a) LOCO mAP@50 per held-out country; the red dashed line marks in-distribution performance (0.577). (b) Domain gap $\Delta mAP@50$.

Table 5. LOCO generalisation results (YOLOv8s).

Held-Out Country	n_test	n_train	LOCO mAP@50	$\Delta mAP@50$
Switzerland	79	1,632	0.587	-0.010
China	100	1,615	0.577	0.000
Tunisia	107	1,609	0.504	+0.073
Paraguay	598	1,191	0.490	+0.087
US	1,000	850	0.464	+0.113
Iran	116	1,601	0.459	+0.118

Figure 12 demonstrates the normalized confusion matrix for YOLOv8s. The classes 'bridge' (0.90) and 'implant' (0.91) have an almost optimal rate of true positives. The class 'crown' (0.63) is often confused with background (0.24), while the class 'dental caries' obtains the true positive rate of 0.38, 0.60 of which are detected as background. Dental filling classification occurs in 12% of all 'crown' samples (the confusion 'crown $\rightarrow$ filling'), which correlates with the presence of large occlusal dental fillings radiographically similar to crowns. Figure 13 illustrates precision-recall curves by each class; the implant and bridge keep high precision regardless of the recall level, while dental post quickly degrades.

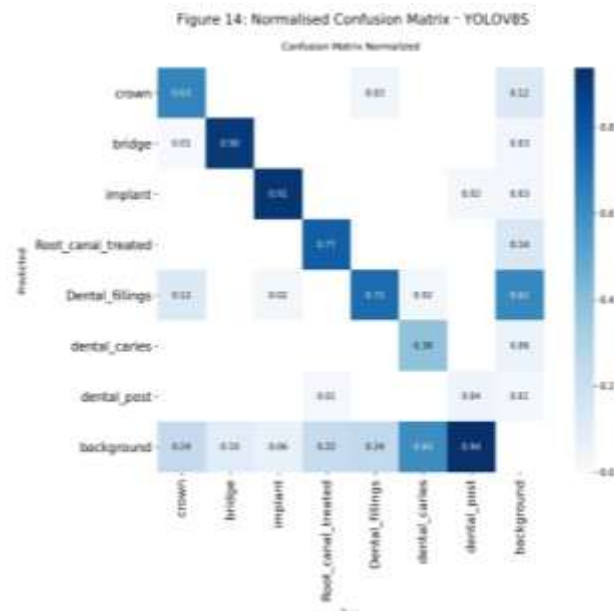


Figure 12. Normalised confusion matrix for YOLOv8s (test set). Bridge (0.90) and implant (0.91) achieve the highest true positive rates. Dental post shows near-complete misclassification to background (0.94), confirming the severity of class imbalance for this category.

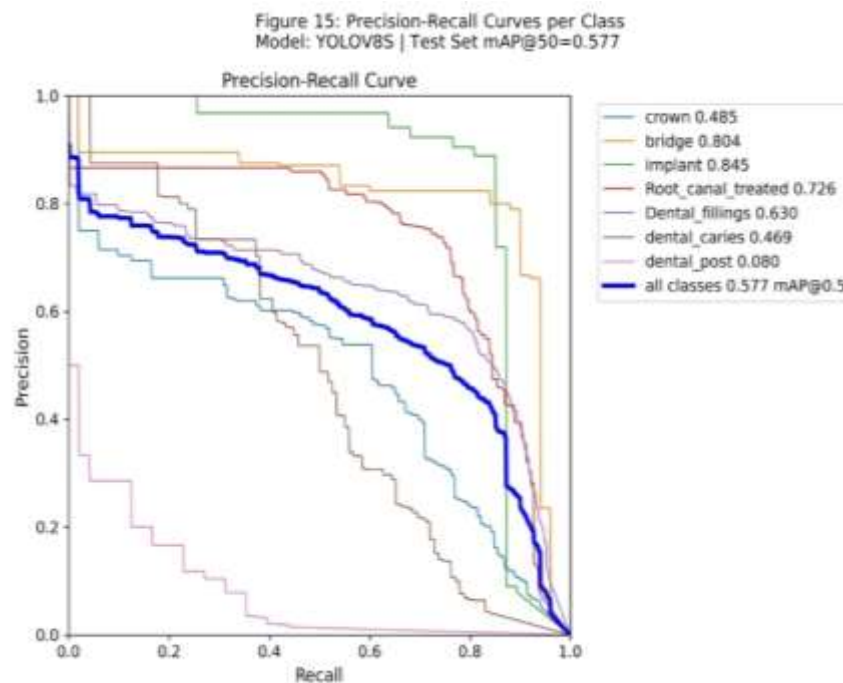


Figure 13. Precision-Recall curves per class (YOLOv8s, test set). Implant (green) and bridge (orange) maintain high precision across the recall range. Dental post (pink) degrades to near-zero precision above recall = 0.3, consistent with its low AP@50 = 0.080.

Figure 14 shows detection-guided activation maps for one sample per country. The confidence-weighted Gaussian heatmaps correctly localise high-activation regions at predicted restoration positions within the dental arch,

confirming that model predictions correspond to radiographically meaningful anatomy. The Tunisian sample (row 4) shows a single concentrated hotspot corresponding to the sole detected restoration, while the Paraguay sample (row 2) shows dispersed activation across multiple bilateral detections.

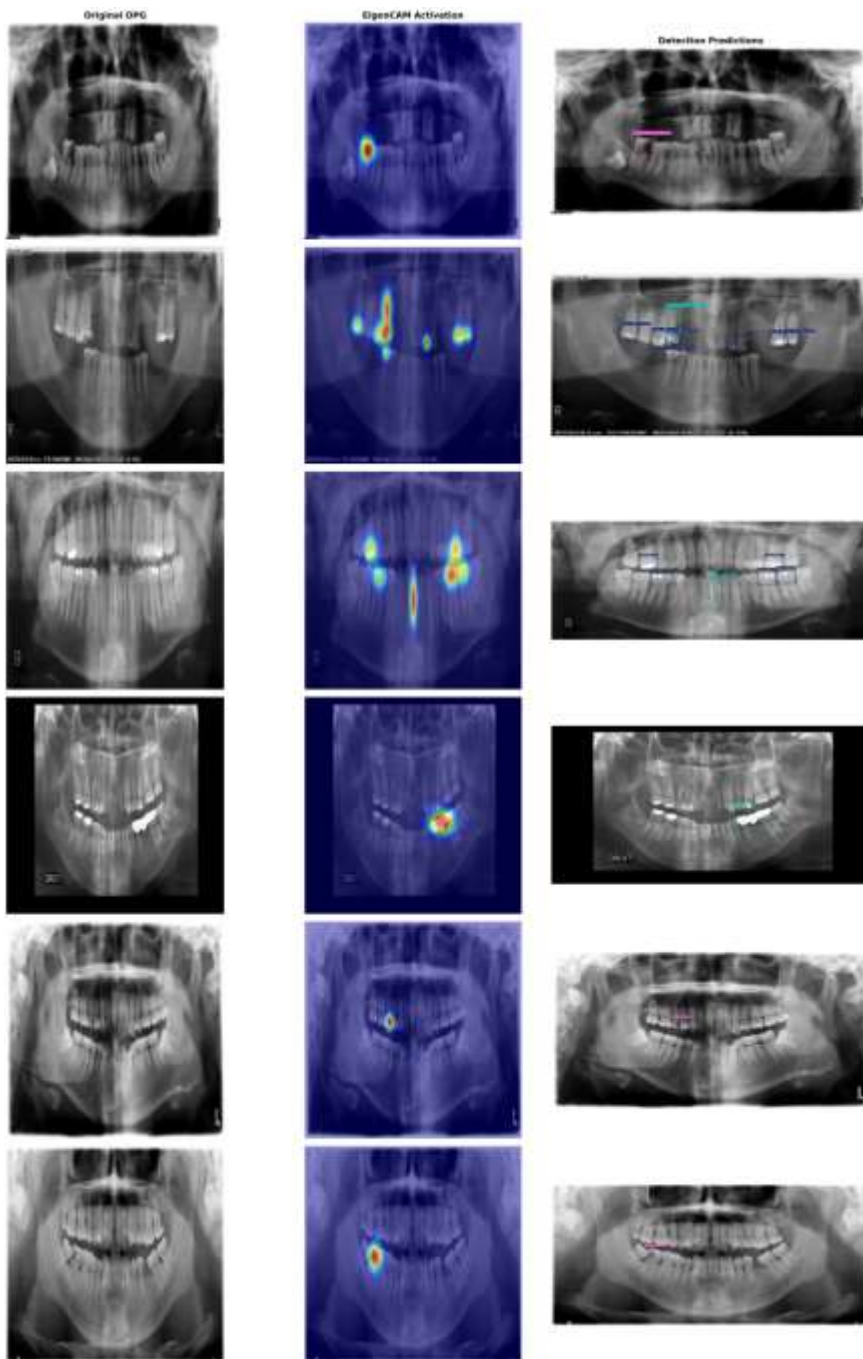


Figure 14. Detection-guided activation maps (YOLOv8s). Column 1: original OPG; Column 2: confidence-weighted Gaussian heatmap; Column 3: detection predictions.

Figure 15 shows per-class mean spatial heatmaps aggregated over test set detections. The patterns are anatomically coherent: implants (n=43) show bilateral posterior distribution consistent with their clinical placement in molar regions. Bridge detections (n=27) cluster in the central-to-premolar zone. Fillings (n=366)

show characteristic bilateral molar distribution. Caries (n=26) concentrate in the premolar region. Dental post (n=7) shows a restricted lower jaw distribution, reflecting limited detections and typical clinical indication.

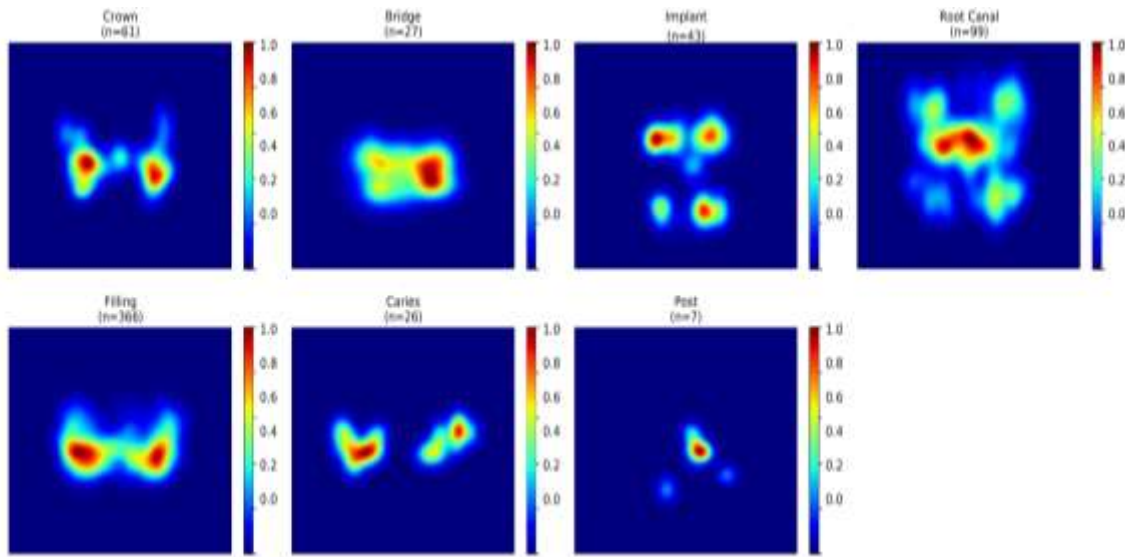


Figure 15. Per-class detection spatial distribution heatmaps (confidence-weighted Gaussian).

4. RESULT, DISCUSSION AND RECOMMENDATION

The major novelty of OPG-DetBench lies in reformulating the OralHybridNet dataset from an image classification problem to a bounding-box based detection problem. This reformulation has important clinical implications as the coordinates provided by a detector can easily be visualised alongside the radiograph in the clinical workstation to aid with clinical treatment plans for each individual restoration. As opposed to a classifier that only detects the presence of a restoration without its location. Co-occurrence analysis shows that a dental post occurs with a crown in 81% of the cases and with root canal treatment in 96%, which is consistent with common post and core crown sequencing (Fig. 3). Such co-occurrences could be taken into account in the future by designing multi-task or even graph-based detection models that would decrease false negatives via contextual reasoning for the entire arch. Given the close gap between YOLOv8s and YOLOv8m in mAP@50: 0.577 vs 0.572, along with the 2.5× CPU efficiency of YOLOv8s compared to YOLOv8m (Fig. 8), the lighter architecture stands out as the preferred choice for practical applications. This conclusion is in line with previous research showing that increasing the scale of the model results in limited gains in performance in medical detection with less than 5,000 training images. The 28.7 GFLOPs budget of YOLOv8s is sufficient for edge deployment on GPU-equipped dental workstations and tablets. Detection of dental posts (AP@50 < 0.12) stands out as the biggest outstanding issue. The confusion matrix (Fig. 12) clearly shows that 94% of dental posts are predicted as background. Three major factors behind such a poor performance are (1) extreme class imbalance with only 349 post instances accounting for 4.1% of all annotations; (2) morphological similarity to root canal filling – both are elongated radiopaque objects that reside inside the same anatomical structure, differing mostly in their thickness and radiodensity; and (3) small object size. Further investigation will include experimenting with high-frequency post copy-paste data augmentation and focal loss reweighing. Moreover, there could be a positive effect from trying multi-task learning with root canal as an additional auxiliary task. The LOCO analysis (Fig. 11) demonstrates that cross-national generalisation of the proposed model is possible yet not ideal. Specifically, Swiss and Chinese cohorts achieve near in-distribution performance, which means that the model learns enough features that make it invariant to different nations with comparable equipment. On the contrary, Iran and USA cohorts show noticeable performance drops of >0.11, making it imperative to do some domain adaptation before deploying a model in any

novel geo-location. It is suggested to collect 150–200 locally annotated images in order to perform transfer learning.

REFERENCES

- Abdalla-Aslan, R., Yeshua, T., Kabla, D., Leichter, I., & Nadler, C. (2020). An artificial intelligence system using machine-learning for automatic detection and classification of dental restorations in panoramic radiography. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, 130(5), 593–602. <https://doi.org/10.1016/j.oooo.2020.05.012>
- Ahmed, W. M., Azhari, A. A., Fawaz, K. A., Ahmed, H. M., Alsadah, Z. M., Majumdar, A., Carrico, C. K., & Aldosari, M. A. (2025). Artificial intelligence in the detection and classification of dental caries. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 133(5), 1326–1332.
- Ekert, T., Krois, J., Meinhold, L., Elhennawy, K., Emara, R., Golla, T., & Schwendicke, F. (2019). Deep learning for the radiographic detection of apical lesions. *Journal of Endodontics*, 45(7), 917–922.
- Esmailyfard, R., Bonyadifard, H., & Paknahad, M. (2024). Dental caries detection and classification in CBCT images using deep learning. *International Dental Journal*, 74(2), 328–334.
- Gao, S., Li, X., Li, X., Li, Z., & Deng, Y. (2022). Transformer based tooth classification from cone-beam computed tomography for dental charting. *Computers in Biology and Medicine*, 148, 105880.
- Gardiyanoglu, E., Ünsal, G., Akkaya, N., Aksoy, S., & Orhan, K. (2023). Automatic segmentation of teeth, crown–bridge restorations, dental implants, restorative fillings, dental caries, residual roots, and root canal fillings on orthopantomographs: Convenience and pitfalls. *Diagnostics*, 13(8), 1487. <https://doi.org/10.3390/diagnostics13081487>
- Husain, A. A., Schmidt, V., Valdec, S., Stadlinger, B., Winklhofer, S., Schöneegg, D., Sommer, S., Özcan, M., Husain, N. A., & Piccirelli, M. (2023). MR-orthopantomography in operative dentistry and oral and maxillofacial surgery: a proof of concept study. *Scientific Reports*, 13(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-023-33483-7>
- Husain, A. A., Stadlinger, B., Winklhofer, S., Bosshard, F. A., Schmidt, V., & Valdec, S. (2023). Imaging in Third Molar Surgery: A Clinical Update. *Journal of Clinical Medicine*, 12(24), 7688–7688. <https://doi.org/10.3390/jcm12247688>
- Katsumata, A. (2023). Deep learning and artificial intelligence in dental diagnostic imaging. *Japanese Dental Science Review*, 59, 329–333.
- Khubrani, M. M., Jeribi, F., Tahir, A., & Metwally, A. A. (2024). Panoramic Dental X-Ray Restorative Elements Segmentation using Hybrid Deep Learning. *WSEAS TRANSACTIONS ON COMPUTERS*, 23, 328–335. <https://doi.org/10.37394/23205.2024.23.32>
- Khurshid, Z., El Sherbiny, R. M., Osathanon, T., Alfaraj, A. S., & Porntaveetus, T. (2026). *OralHybridNet: A deep learning framework for multi-label classification of dental restorations and prostheses in panoramic radiographs* (Version 2) [Data set]. Mendeley Data. <https://doi.org/10.17632/t6v3thrkr.2>
- Kong, H. J., Yoo, J. Y., Lee, J. H., Eom, S. H., & Kim, J. H. (2025). Performance evaluation of deep learning models for the classification and identification of dental implants. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 133(6), 1521–1527.
- Kurtulus, I. L., Lubbad, M., Yilmaz, O. M. D., Kilic, K., Karaboga, D., Basturk, A., Akay, B., Nalbantoglu, U., Yilmaz, S., Ayyildiz, M., & Pacal, I. (2024). A robust deep learning model for the classification of dental implant brands. *Journal of Stomatology, Oral and Maxillofacial Surgery*, 125(5), 101818.

Kühnisch, J., Aps, J., Splieth, C. H., Lussi, A., Jablonski-Momeni, A., Mendes, F. M., Schmalz, G., Fontana, M., Banerjee, Avijit, Ricketts, D., Schwendicke, F., Douglas, G., Campus, G., Veen, M. van der, Opdam, N., Doméjean, S., Martignon, S., Neuhaus, K. W., Horner, K., & Huysmans, M. C. D. N. J. M. (2024, March 22). ORCA-EFCD consensus report on clinical recommendation for caries diagnosis. Paper I: caries lesion detection and depth assessment. In *Clinical Oral Investigations* (Vol. 28, Issue 4). Springer Nature. <https://doi.org/10.1007/s00784-024-05597-3>

Milani, O. H., Atici, S. F., Allareddy, V., Vinitha, R., Ansari, R., Çetin, A. E., & Elnagar, M. H. (2024). A fully automated classification of third molar development stages using deep learning. *Scientific Reports*, 14(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-024-63744-y>

Raj, R., Rajappa, R., Murthy, V., Osanlouy, M., Lawrence, D. A., Ganhewa, M., & Cirillo, N. (2024). Observational Diagnostics: The Building Block of AI-Powered Visual Aid for Dental Practitioners. *Bioengineering*, 12(1), 9–9. <https://doi.org/10.3390/bioengineering12010009>

Redmon, J., Divvala, S., Girshick, R., & Farhadi, A. (2016). You only look once: Unified, real-time object detection. In *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)* (pp. 779–788). IEEE.

Şahin, M. E., Ulutaş, H., & Süzgen, E. E. (2024, September). Automated segmentation of dental structures in panoramic radiographs using U-Net 3+. In *2024 8th International Artificial Intelligence and Data Processing Symposium (IDAP)* (pp. 1–6). IEEE.

Tuzoff, D. V., Tuzova, L. N., Bornstein, M. M., Krasnov, A. S., Kharchenko, M. A., Nikolenko, S. I., Sveshnikov, M. M., & Bednenko, G. B. (2019). Tooth detection and numbering in panoramic radiographs using convolutional neural networks. *Dentomaxillofacial Radiology*, 48(4), 20180051.

Wantanajittikul, K., Panyarak, W., Jira-apiwattana, D., & Wantanajittikul, K. (2022). A unified convolution neural network for dental caries classification. *ECTI Transactions on Computer and Information Technology (ECTI-CIT)*, 16(2), 186–195. <https://doi.org/10.37936/ecticit.2022162.245901>

Yilmaz, S., Tasyurek, M., Amuk, M., Celik, M., & Canger, E. M. (2024). Developing deep learning methods for classification of teeth in dental panoramic radiography. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, 138(1), 118–127.

COMPARISON OF SMOTE AND COST-SENSITIVE LEARNING APPROACHES IN IMBALANCED CLASS DISTRIBUTION

M.Sc. Student Talha TIBIKOĞLU¹ / Assoc. Prof. Dr. Zülfikar ASLAN²

¹Gaziantep Islam Science and Technology University, Computer Engineering,

talhatbk@gmail.com, ORCID: 0009-0001-1929-8746

²Gaziantep Islam Science and Technology University, Computer Engineering,

zulfikar.aslan@gibtu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-2706-5715

Abstract

In natural language processing (NLP) and text classification tasks, extreme class imbalance — where the number of samples across classes is severely disproportionate — causes machine learning models to exhibit majority-class bias and fail to detect minority-class instances. In this study, using the AG News dataset under a constructed 50:1 extreme imbalance scenario, three methodological approaches were evaluated comparatively: SMOTE (Synthetic Minority Over-sampling Technique) at the data level, and Cost-Sensitive Learning and Focal Loss at the algorithm level. TF-IDF vectorization was employed for feature extraction, and model performance was assessed using Balanced Accuracy and Recall metrics. Logistic Regression implemented with scikit-learn was used as the baseline classifier for the baseline, SMOTE, and Cost-Sensitive Learning experiments. Due to the gradient-based optimization requirements of Focal Loss, a lightweight neural network implemented in PyTorch was employed for the Focal Loss experiments.

The results showed that the unmodified baseline model remained at a Balanced Accuracy of 0.50, equivalent to random guessing. Among the applied methods, Cost-Sensitive Learning achieved the highest performance with a Balanced Accuracy of 0.7682, followed by SMOTE at 0.7545. Although the Focal Loss method produced high precision for minority-class predictions, it lagged behind the other methods in overall balanced accuracy. The findings support the conclusion that algorithm-level interventions exhibit more stable performance than synthetic data augmentation in high-dimensional text data.

Keywords: Imbalanced Learning, Text Classification, Extreme Imbalance, SMOTE, Cost-Sensitive Learning, Focal Loss, TF-IDF

INTRODUCTION

Text classification is one of the core tasks in Natural Language Processing (NLP). The generalization capability of machine learning models is directly related to the distribution ratio of classes in the training set. However, in real-world datasets — spanning domains such as healthcare, cybersecurity, and sentiment analysis — the problem of imbalanced class distribution is frequently encountered, where certain categories dominate the dataset (Altalhan et al., 2025). This situation causes standard algorithms to exhibit majority-class bias and to treat minority-class instances, which are often important for decision-making tasks, as noise (López et al., 2012).

The imbalance problem in text data becomes even more complex when combined with the high-dimensional nature of the data. In a feature space comprising thousands of attributes — derived from word embeddings or TF-IDF representations — the presence of very few minority-class examples prevents the model from drawing sound decision boundaries (Pes & Lai, 2021). The literature identifies three primary methodological approaches to address this problem:

Data-Level Approaches: Among data-level approaches, SMOTE (Synthetic Minority Over-sampling Technique) and its variants are the most widely used. SMOTE synthetically augments minority-class instances within the feature space through linear interpolation to balance class distributions (Fernández et al., 2018). However, SMOTE tends to be over-generalizing in high-dimensional feature spaces, which is a notable drawback (Elreedy et al., 2024).

Algorithm-Level Approaches: Cost-Sensitive Learning, which weights the error cost function according to class frequencies so that the model focuses on the minority class. This method modifies the model's penalization mechanism without altering the original data structure (Mienye & Sun, 2021).

Loss Function-Oriented Approaches: Among loss function-oriented approaches, Focal Loss stands out. It dynamically improves the learning process by assigning higher gradient weight to hard-to-classify examples and minority-class instances (Lin et al., 2017).

In this study, the performance of these three methodologies was experimentally compared under a 50:1 extreme imbalance scenario constructed on the AG News dataset (Zhang et al., 2015). The primary objective of this study is to examine whether algorithm- and data-level interventions can improve baseline model performance under extreme imbalance conditions. The findings aim to contribute to recent studies on imbalanced text classification (Elmobark, 2025; Mujahid et al., 2024) by identifying which method exhibits more robust performance in high-dimensional text data.

1. RELATED WORKS

Proposed solutions in the literature for the imbalanced class distribution problem are generally grouped under three main headings: data-level, algorithm-level, and hybrid approaches (López et al., 2013). In domains such as text classification — where the feature space is sparse and high-dimensional — the effectiveness of these methods varies depending on the characteristic properties of the dataset and the degree of class overlap (Altalhan et al., 2025).

1.1. Data-Level Approaches and SMOTE

The central focus of data-level studies is to balance the training set and thereby reduce the inherent bias of standard algorithms toward the majority class. One of the most influential methods in this field is the SMOTE (Synthetic Minority Over-sampling Technique) algorithm proposed by Chawla et al. (2002). Unlike standard random oversampling — which duplicates existing minority instances — SMOTE generates synthetic new instances within the feature space using a k-nearest neighbors strategy.

However, recent studies have shown that SMOTE can produce an over-generalizing effect in high-dimensional text data, blurring inter-class boundaries (Elreedy et al., 2024). In extreme imbalance scenarios such as 50:1, synthetic instances may overlap with majority-class regions, negatively affecting the model's precision.

1.2. Algorithm-Level Approaches and Cost-Sensitive Learning

Algorithm-level approaches, which aim to optimize the learning process rather than physically modifying the dataset, are preferred particularly to preserve data integrity and avoid synthetic data generation (Mienye & Sun, 2021). Cost-Sensitive Learning is based on the principle of assigning different error costs to each class. By assigning a higher penalty weight to the misclassification of minority-class instances relative to the majority class, the model's recall for that class is increased.

Studies conducted by Pes and Lai (2021) have shown that algorithm-level interventions produce more stable and computationally efficient results than data-level methods in datasets with high-dimensional and sparse feature spaces, such as text data.

1.3. Loss Function-Oriented Approaches and Focal Loss

Focal Loss, originally proposed by Lin et al. (2017) to address extreme imbalance in deep learning object detection tasks, has gained popularity in text classification as well. A modulation factor $(1 - p_t)^\gamma$ is incorporated into the standard Cross-Entropy loss, reducing the weight of easily classified examples while giving more importance to hard-to-classify instances during training.

Wang et al. (2022) reported that Focal Loss not only improves performance but also enhances the probability calibration of models on imbalanced datasets, reducing overconfident incorrect predictions. In NLP tasks — particularly in domains involving rare event detection such as medical text analysis and cyber-attack detection — this approach is increasingly adopted in imbalanced NLP tasks (Mulyanto et al., 2021).

1.4. Text Classification and AG News Literature

The AG News dataset used in this study is one of the standard benchmark corpora employed to measure the performance of character- and word-level models in text classification literature (Zhang et al., 2015). The majority of studies in the literature examine this dataset in its natural, balanced form, focusing on architectural performance. However, testing the dataset under artificially induced extreme imbalance to reflect real-world scenarios is a rare approach. By pushing this benchmark set to a 50:1 imbalance ratio and comparatively analyzing different methodological approaches on text-based data, this study aims to fill a gap in the literature (Elmobark, 2025).

2. MATERIALS AND METHODS

In this study, a multi-stage methodology encompassing data preparation, feature extraction, and modeling was followed in order to optimize classification performance in imbalanced text data.

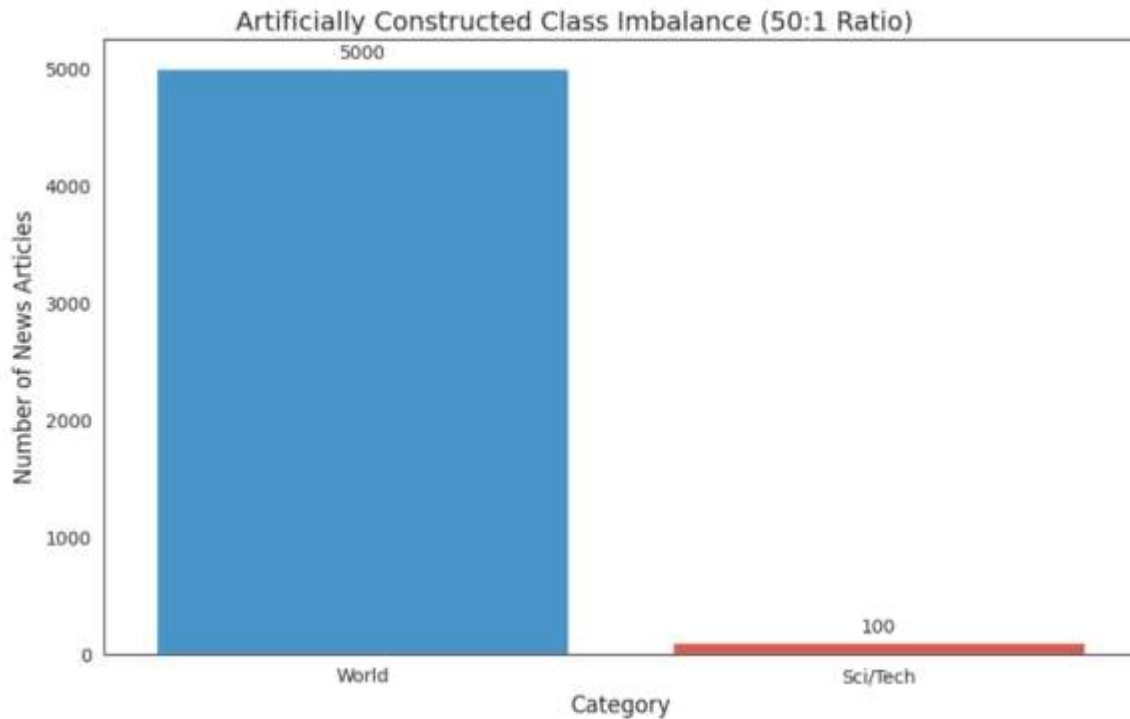
2.1. Dataset and Experimental Scenario Design

The AG News dataset used in this study consists of four major news categories: World, Sports, Business, and Sci/Tech (Zhang et al., 2015). The original distribution contains 30,000 samples per class (Table 1).

Table 1. Original AG News Dataset Class Distribution

News Category (Class)	Number of Samples
Business	30,000
Sci/Tech	30,000
Sports	30,000
World	30,000

A methodological manipulation was applied to the training subset of the dataset to analyze model behavior under imbalanced conditions. Using random sampling, 5,000 instances were selected from the World class while the Sci/Tech class was restricted to just 100 instances, yielding a 50:1 ratio defined in the literature as extreme imbalance (see Figure 1). A completely balanced test set was constructed using 1,900 original samples from each of the two classes, enabling unbiased measurement of the models' generalization capacity.


Figure 1. Artificially constructed class imbalance

2.2. Text Preprocessing and Feature Extraction (TF-IDF)

TF-IDF (Term Frequency-Inverse Document Frequency) vectorization was employed to convert raw text data into a format processable by machine learning algorithms. This method highlights discriminative terms by striking a balance between the local frequency of a term within a given document (TF) and its rarity across the entire corpus (IDF). To minimize computational cost and noise arising from the high-dimensional feature space, the top 2,000 unigrams (n-gram range: (1,1)) with the highest TF-IDF scores were selected to form the weighting matrix (Pes & Lai, 2021). The vectorizer was fitted exclusively on the training set and subsequently applied to transform the test set, ensuring no data leakage.

As shown in Figure 2, the dominant weights of geographical and political terms representing the World class confirm the discriminative power of the feature extraction process in capturing inter-class distinctions.

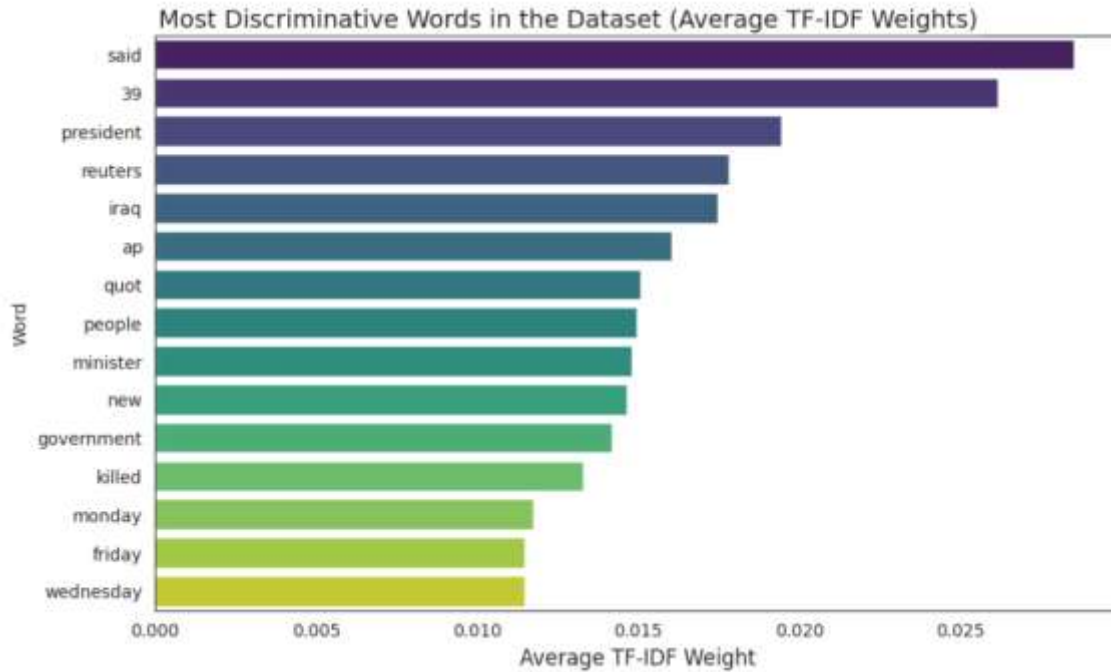


Figure 2. Average TF-IDF weight distribution of words in the dataset

2.3. Implementation Details and Software Libraries

All experiments were implemented in Python 3. The following libraries were used throughout the study:

scikit-learn (v1.x): Logistic Regression classifier, TF-IDF vectorizer, evaluation metrics (balanced_accuracy_score, confusion_matrix, classification_report), and the class_weight='balanced' utility.

imbalanced-learn (imblearn): SMOTE oversampling implementation.

PyTorch (torch): Custom Focal Loss function and the lightweight single-layer neural network used for the Focal Loss experiment.

pandas, NumPy, Matplotlib, Seaborn: Data manipulation, numerical computation, and visualization.

2.4. Methodological Approaches and Mathematical Models

2.4.1. Base Classifier: Logistic Regression with TF-IDF

The base classifier for all experiments — except Focal Loss — is Logistic Regression (LogisticRegression, max_iter=1000) trained on TF-IDF features. This combination serves as both the unmodified baseline and the foundation upon which Cost-Sensitive Learning is applied. Logistic Regression was selected for its interpretability, computational efficiency on high-dimensional sparse data, and its well-established support for the class_weight parameter, which is central to the Cost-Sensitive approach.

2.4.2. SMOTE (Synthetic Oversampling)

The SMOTE algorithm synthetically augments minority-class instances within the feature space using a k-nearest neighbors (k=5) strategy. For a selected minority-class instance x_i and one of its nearest neighbors x_{zi} , a new synthetic instance x_{new} is generated along the linear interpolation path between them (Chawla et al., 2002):

$$x_{new} = x_i + \delta * (x_{zi} - x_i)$$

where δ is a random number in the interval $[0, 1]$. As noted by Elreedy et al. (2024), this approach expands decision boundaries and increases the model's coverage of the minority class. Through this process, the Sci/Tech class was augmented from 100 to 5,000 instances, producing a balanced training distribution. SMOTE was applied using imblearn's SMOTE() with its default $k=5$ parameter, and a standard Logistic Regression model ($\text{max\_iter}=1000$, no class_weight) was then trained on the resampled data.

2.4.3. Cost-Sensitive Learning

In this algorithm-level intervention, the model's loss function is modified without altering the data structure. The objective is to increase the penalty incurred by the model when minority-class instances are incorrectly predicted. Class weights (W_j) are computed according to the following formula (Mienye & Sun, 2021):

$$W_j = N / (k * n_j)$$

The variables in the equation are defined as follows:

- W_j : the weight coefficient assigned to class j , determining the severity of the error during learning;
- N : the total number of samples in the training set (5,100);
- k : the total number of classes in the dataset (2 classes: World and Sci/Tech);
- n_j : the number of samples belonging to class j .

In practice, this formula is invoked automatically through scikit-learn's $\text{class\_weight}='balanced'$ parameter in LogisticRegression, which computes these weights internally. With a training set of 5,000 World and 100 Sci/Tech samples, the resulting weights are approximately $W_{\text{World}} \approx 0.51$ and $W_{\text{Sci/Tech}} \approx 25.5$, ensuring that each misclassification of a Sci/Tech instance is penalized approximately 50 times more heavily than a World misclassification. This mathematical construction automatically yields a substantially higher W_j value for the Sci/Tech class, thereby increasing the model's sensitivity (recall) for the rare technology news category without any synthetic data generation.

2.4.4. Focal Loss

Focal Loss is a mechanism designed to suppress the model's confidence on easy examples (majority class) while directing the optimization process toward hard examples (minority class) (Lin et al., 2017). Its mathematical expression is as follows:

$$FL(p_t) = -\alpha_t * (1 - p_t)^\gamma * \log(p_t)$$

The variables in the equation are defined as follows:

- $FL(p_t)$: the final focused loss value of the model;
- p_t : the predicted probability of the true class;
- α_t : the balancing coefficient that equalizes class weight;
- γ (**Gamma**): the focusing parameter.

An important component of this formulation is the modulation factor $(1 - p_t)^\gamma$. When the model predicts a World-class instance with high probability (p_t close to 1), this factor approaches zero, substantially reducing that instance's contribution to the loss. Conversely, when the model predicts a Sci/Tech instance with low confidence (small p_t), the loss value remains high, increasing the contribution of difficult minority examples during training.

In this study, the focusing parameter was set to $\gamma = 2$, increasing the focus on minority-class instances during training, following the recommendation of Wang et al. (2022). The balancing coefficient α_t was computed

automatically from the training set as $\alpha = 1 - (n_{\text{minority}} / N) \approx 0.9804$. The Focal Loss function was implemented in PyTorch (torch.nn.Module) and applied to a single-layer linear neural network (SimpleNN) trained for 50 epochs using the Adam optimizer (lr = 0.01) with a batch size of 64. The sparse TF-IDF matrix was first converted to a dense tensor (X_train.toarray()) before being passed to the model.

3. RESULTS AND DISCUSSION

In this section, the performance outcomes of the methods applied to address the 50:1 extreme imbalance in the text classification task are analyzed. Balanced Accuracy — which measures each model's success in minimizing majority-class bias — and Recall — representing sensitivity to the minority class — were used as the primary evaluation metrics.

3.1. Baseline Model and Failure Analysis

The unmodified baseline model — a standard Logistic Regression trained on TF-IDF features with no reweighting or resampling — became heavily biased toward the majority class (World) when confronted with extreme imbalance. As shown in Figure 3, very few minority-class instances were correctly predicted.

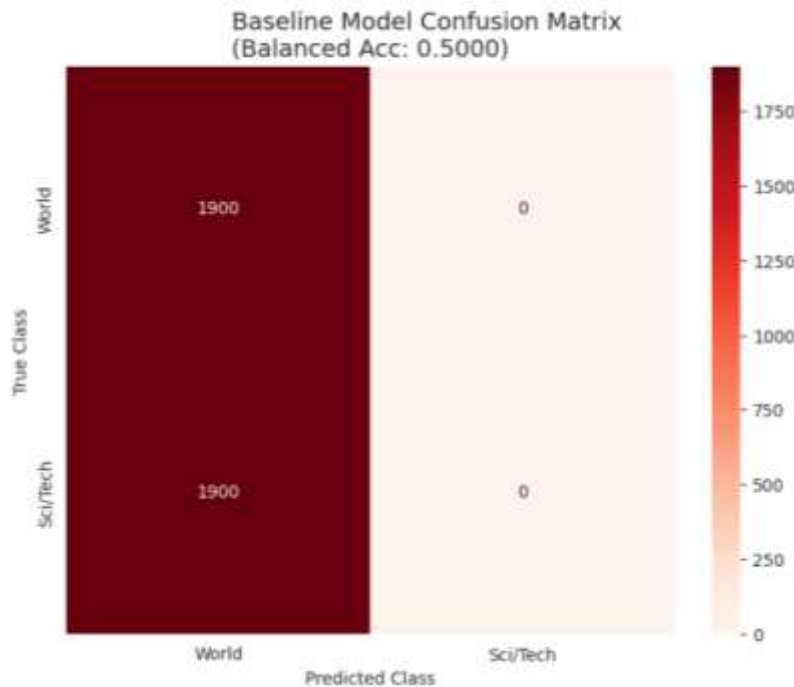


Figure 1. Baseline confusion matrix showing near-complete failure to detect the Sci/Tech class

The baseline model's Balanced Accuracy score of 0.5000 is statistically equivalent to random guessing. This result supports the view that standard loss functions treat minority-class information as noise in high-dimensional text data with extreme imbalance, causing the model to favor the majority class during training (López et al., 2012).

3.2. SMOTE vs. Cost-Sensitive Learning

The two methods that yielded the most successful results in addressing imbalance were SMOTE and Cost-Sensitive Learning. SMOTE augmented the minority class representation through synthetic data generation and, as shown in Figure 4, improved the distribution of correct predictions in the confusion matrix. However, SMOTE's score of 0.7545 fell short of the Cost-Sensitive method.

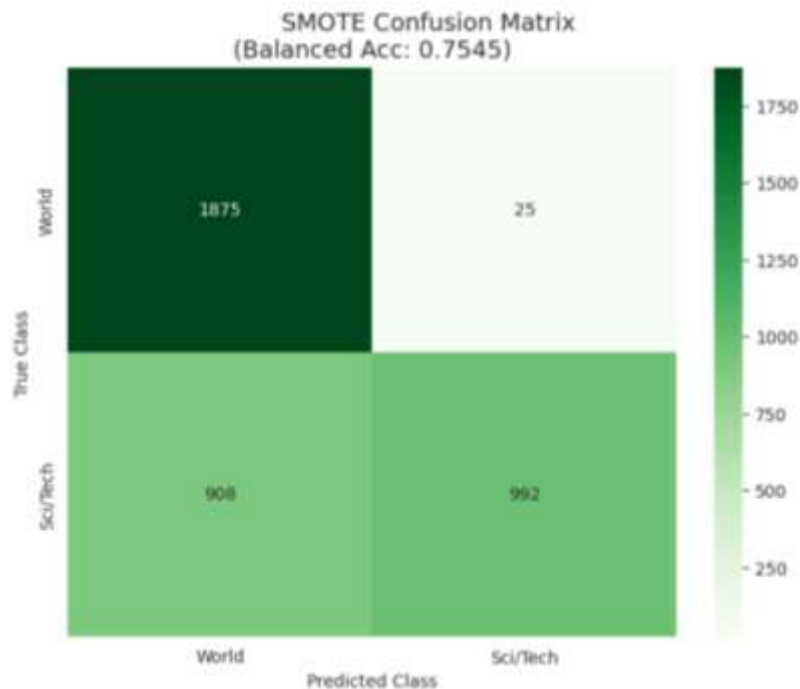


Figure 2. Confusion matrix of the SMOTE model showing improved minority class detection

Cost-Sensitive Learning achieved the highest Balanced Accuracy score in this study — 0.7682 (Figure 5). As emphasized by Pes and Lai (2021), in high-dimensional feature spaces (2,000 TF-IDF features), the synthetic instances generated by SMOTE's linear interpolation may blur semantic boundaries between classes. The Cost-Sensitive approach, by contrast, achieved more effective class discrimination without generating synthetic samples (Elmobark, 2025).

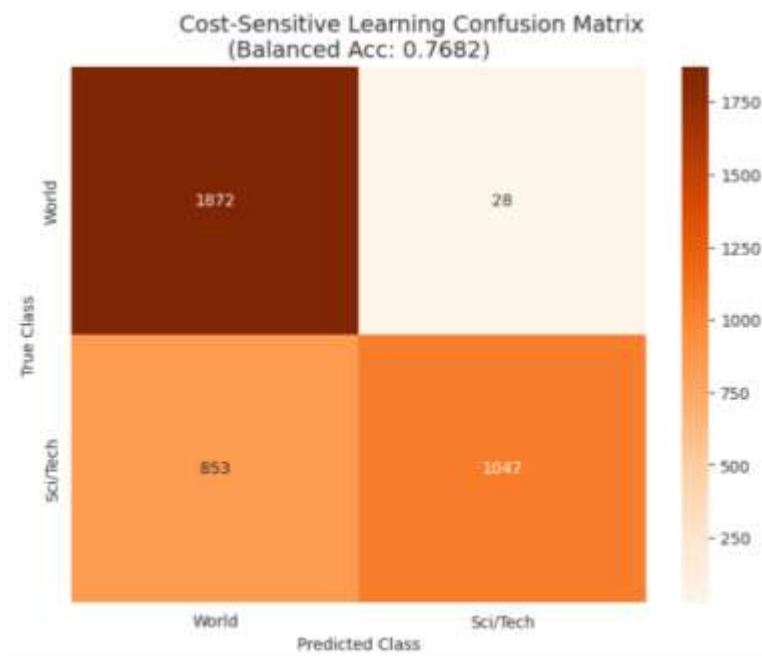


Figure 3. Confusion matrix of the Cost-Sensitive Learning model with class weighting applied

3.3. Focal Loss and Precision Analysis

Although the Focal Loss method lagged behind the other two methods in overall performance (0.6284), it exhibited a distinctive behavior. Examining Figure 6, this model made fewer predictions for the minority class, but the precision of those predictions was comparatively high (99.00%).

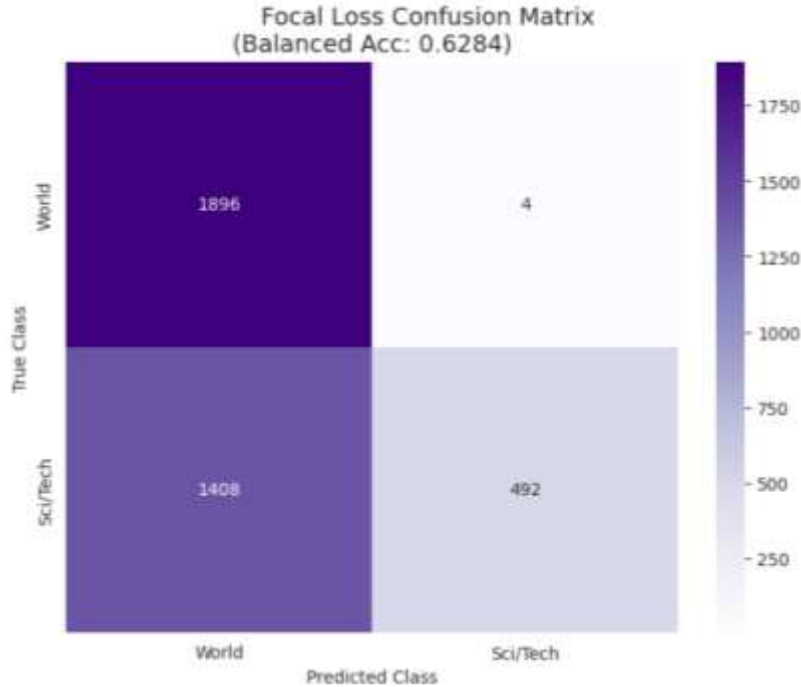


Figure 4. Confusion matrix of the Focal Loss model showing high precision but low recall

As noted by Wang et al. (2022), Focal Loss alters the model's probability calibration while focusing on hard examples, leading the model to adopt a more conservative prediction behavior. This suggests that Focal Loss may be advantageous in critical text analysis tasks where false positives are undesirable — while remaining restrictive in terms of overall recall.

3.4. Overall Evaluation and Metric Comparison

Figure 7 (Precision-Recall Curve) summarizes the performance trends of all models, visualizing the success of the decision boundaries for SMOTE and Cost-Sensitive models.

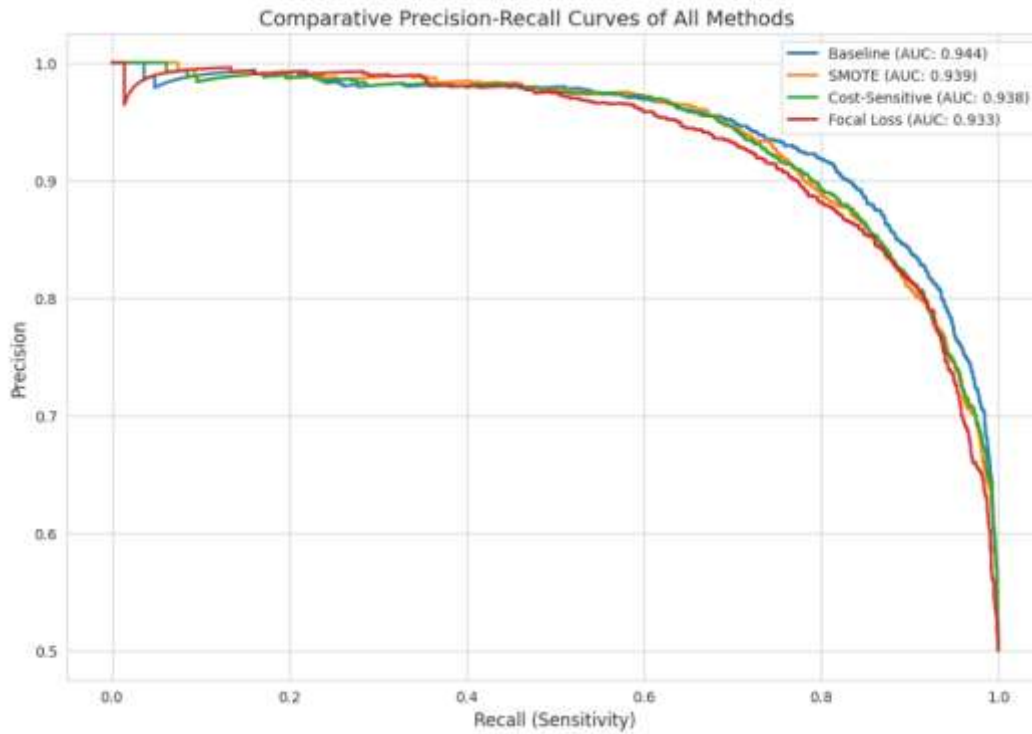


Figure 5. Comparative Precision-Recall curves for all four methods

Table 2 consolidates all numerical data for comprehensive comparison.

Table 2. Comparative Performance of All Experiments

Method	Balanced Accuracy	Sci/Tech Recall	Sci/Tech Precision
Cost-Sensitive	0.7682	0.5511	0.9700
SMOTE	0.7545	0.5221	0.9800
Focal Loss	0.6284	0.2589	0.9900
Baseline	0.5000	0.0000	N/A

The final performance rates are presented in Figure 8. The findings suggest that Cost-Sensitive Learning produced the strongest results in this experimental setting, in terms of both computational cost and prediction stability (Mujahid et al., 2024).

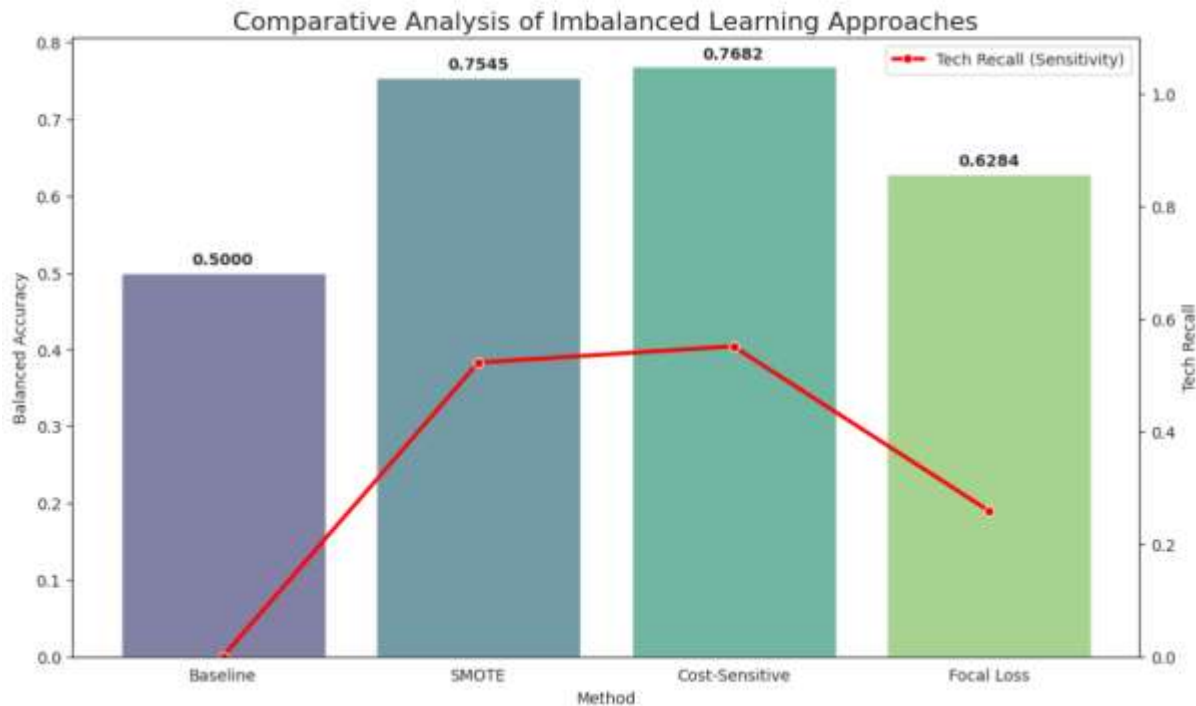


Figure 6. Balanced Accuracy comparison chart across all four methods

4. CONCLUSION

In this study, the effects of extreme class imbalance on model performance and the effectiveness of different-level interventions were experimentally examined under a 50:1 imbalance scenario on the AG News dataset. Based on the analyses conducted and the numerical data obtained, the following key conclusions were reached.

The highest overall performance was achieved through Cost-Sensitive Learning with a Balanced Accuracy of 0.7682. This finding demonstrates that interventions applied directly to the loss function — without modifying the data structure — may provide more stable performance than synthetic data generation in high-dimensional text data. This result is consistent with previous studies suggesting that algorithm-oriented approaches are preferable for high-dimensional and imbalanced spaces (Pes & Lai, 2021).

Although SMOTE increased the representation power of the minority class, the resulting score of 0.7545 fell behind the Cost-Sensitive method. This observation is consistent with previous studies suggesting that synthetic instances can blur semantic boundaries between classes under extreme imbalance conditions (Elreedy et al., 2024).

The high precision (99.00%) achieved by the Focal Loss model for the minority class is an important finding of this study. However, the low recall accompanying this precision confirms that the Focal Loss mechanism adopts a conservative prediction strategy and focuses exclusively on high-confidence instances (Wang et al., 2022).

The failure of the unmodified baseline model to exceed a score of 0.50 supports the view that the conventional accuracy metric can be misleading in extreme imbalance scenarios (Altalhan et al., 2025).

In conclusion, the methodological approaches applied in this study elevated the model's learning capacity from the random guessing threshold to a noticeably improved level. The findings of this study suggest that, particularly in high-dimensional text-based data, weighting error costs according to class frequencies appeared to be the most effective method under the evaluated conditions.

4.1. Limitations

This study has several limitations. The experiments were conducted on a single dataset (AG News) under a binary classification setting with a fixed imbalance ratio of 50:1. Furthermore, the Focal Loss experiments relied on a lightweight single-layer neural architecture rather than a deep model, which may limit the generalizability of the findings to more complex architectures.

4.2. Future Work

Future studies may explore transformer-based architectures and contextual embeddings such as BERT in combination with imbalanced learning strategies, including the Cost-Sensitive approaches discussed in this work. Evaluating these methods across multiclass settings, varying imbalance ratios, and multilingual datasets would provide broader insights into their applicability and robustness.

REFERENCES

- Altalhan, M., Algarni, A., & Turki-Hadj Alouane, M. (2025). Imbalanced data problem in machine learning: A review. *IEEE Access*, 13, 13686–13699. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2025.3531662>
- Chawla, N. V., Bowyer, K. W., Hall, L. O., & Kegelmeyer, W. P. (2002). SMOTE: Synthetic minority over-sampling technique. *Journal of Artificial Intelligence Research*, 16, 321–357. <https://doi.org/10.1613/jair.953>
- Elmobark, N., & Elhishi, S. (2025). Comparing cost-sensitive and data-level strategies to address extreme class imbalance in educational review sentiment analysis. *Research Square*. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-8294275/v1>
- Elreedy, D., Atiya, A. F., & Kamalov, F. (2024). A theoretical distribution analysis of synthetic minority oversampling technique (SMOTE) for imbalanced learning. *Machine Learning*, 113, 4903–4923. <https://doi.org/10.1007/s10994-022-06296-4>
- Fernández, A., García, S., Herrera, F., & Chawla, N. V. (2018). SMOTE for learning from imbalanced data: Progress and challenges, marking the 15-year anniversary. *Journal of Artificial Intelligence Research*, 61, 863–905. <https://doi.org/10.1613/jair.1.11192>
- Lin, T.-Y., Goyal, P., Girshick, R., He, K., & Dollár, P. (2017). Focal loss for dense object detection. In 2017 IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV) (pp. 2999–3007). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICCV.2017.324>
- López, V., Fernández, A., Moreno-Torres, J. G., & Herrera, F. (2012). Analysis of preprocessing vs. cost-sensitive learning for imbalanced classification: Open problems on intrinsic data characteristics. *Expert Systems with Applications*, 39(7), 6585–6608. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2011.12.043>
- López, V., Fernández, A., García, S., Palade, V., & Herrera, F. (2013). An insight into classification with imbalanced data: Empirical results and current trends on using data intrinsic characteristics. *Information Sciences*, 250, 113–141. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2013.07.007>
- Mienye, I. D., & Sun, Y. (2021). Performance analysis of cost-sensitive learning methods with application to imbalanced medical data. *Informatics in Medicine Unlocked*, 25, e100690. <https://doi.org/10.1016/j.imu.2021.100690>
- Mujahid, M., Kına, E., Rustam, F., Villar, M. G., Alvarado, E. S., De La Torre Diez, I., & Ashraf, I. (2024). Data oversampling and imbalanced datasets: An investigation of performance for machine learning and feature engineering. *Journal of Big Data*, 11, 87. <https://doi.org/10.1186/s40537-024-00943-4>
- Mulyanto, M., Faisal, M., Prakosa, S. W., & Leu, J.-S. (2021). Effectiveness of Focal Loss for minority classification in network intrusion detection systems. *Symmetry*, 13(1), 4. <https://doi.org/10.3390/sym13010004>

- Pes, B., & Lai, G. (2021). Cost-sensitive learning strategies for high-dimensional and imbalanced data: A comparative study. *PeerJ Computer Science*, 7, e832. <https://doi.org/10.7717/peerj-cs.832>
- Wang, C., Balazs, J., Szarvas, G., Ernst, P., Poddar, L., & Danchenko, P. (2022). Calibrating imbalanced classifiers with focal loss: An empirical study. In Y. Li & A. Lazaridou (Eds.), *Proceedings of the 2022 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing: Industry Track* (pp. 145–153). Association for Computational Linguistics. <https://doi.org/10.18653/v1/2022.emnlp-industry.14>
- Zhang, X., Zhao, J., & LeCun, Y. (2015). Character-level convolutional networks for text classification. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 28. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1509.01626>

GEÇİCİ BETONARME RÖGAR KAPAKLARININ MEKANİK PERFORMANSININ İYİLEŞTİRİLMESİ

Bayram KONCUK ¹ / Arş. Gör. Havva Sevde İSKENDER KAYA ^{2,3} / Doç. Dr. Tahir AKGÜL ⁴

¹Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, bayramkoncuk@gmail.com, ORCID ID: 0009-0003-6035-1398

²İstanbul Gelişim Üniversitesi, Mimarlık-Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, hsiskender@gelisim.edu.tr, ORCID ID: 0009-0005-1411-015X

³Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, 23500705042@subu.edu.tr

⁴Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, tahirakgul@subu.edu.tr, ORCID ID: 0000-0003-4826-9212

Özet

Geçici betonarme rögar kapakları genellikle yol, kaldırım ve benzeri alanlarda kullanılmakta olup, bulundukları bölgeye bağlı olarak yaya ve taşıt yüklerine maruz kalmaktadır. Bu nedenle bu kapakların, kullanım süresi boyunca yeterli taşıma kapasitesine ve darbe dayanımına sahip olması gerekmektedir. Dökme demir ve plastik esaslı kompozit kapaklara alternatif olarak, yerel kaynaklarla üretilebilmesi, düşük maliyetli olması ve altyapı uygulamalarında yaygın şekilde kullanılması nedeniyle bu çalışmada geçici betonarme rögar kapakları incelenmiştir.

Çalışmanın temel amacı, mevcut betonarme rögar kapağının geometrik tasarımında ve donatı düzeninde değişiklikler yaparak mekanik dayanımını artırmak ve birim taşıma kapasitesi bakımından daha ekonomik tasarımlar elde etmektir. Bu kapsamda çalışmada, SASKİ tarafından kullanılan mevcut geçici betonarme rögar kapağı referans model olarak ele alınmış olup kapak boyutları ve kullanılan malzeme özellikleri korunarak farklı geometrik tasarımlar geliştirilmiştir. Mevcut kapağın kullanım koşullarını değiştirmemek amacıyla temel geometrik özellikler korunmuş, yalnızca alt yüzey formunda yapılan tasarımsal değişikliklerle mekanik dayanımın artırılması ve beton miktarının azaltılması amaçlanmıştır. Bu çalışma, geçici betonarme rögar kapaklarının mekanik performansını değerlendirmek amacıyla deneysel olarak yürütülmüştür. Deneysel aşamada, seçilen kapak tasarımlarından ikişer adet numune üretilmiş; numuneler kalıcı oturma ve yük taşıma kapasitesi deneylerine tabi tutulmuştur.

Elde edilen deneysel sonuçlar değerlendirildiğinde, geliştirilen kapak tasarımlarının orijinal betonarme kapağa kıyasla mekanik dayanım açısından daha olumlu sonuçlar verdiği belirlenmiştir. Ayrıca geliştirilen tasarımların birim taşıma maliyeti açısından daha avantajlı olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Betonarme rögar kapağı, mekanik dayanım, ekonomik tasarım

IMPROVEMENT OF THE MECHANICAL PERFORMANCE OF TEMPORARY REINFORCED CONCRETE MANHOLE COVERS

Bayram KONCUK ¹ / Res. Asst. Havva Sevde İSKENDER KAYA ^{2,3} / Assoc. Prof. Dr. Tahir AKGÜL ⁴

¹Sakarya University of Applied Sciences, Graduate Education Institute, Department of Civil Engineering, bayramkoncuk@gmail.com, ORCID ID: 0009-0003-6035-1398

²Istanbul Gelisim University, Faculty of Architecture and Engineering, Department of Civil Engineering, hsiskender@gelisim.edu.tr, ORCID ID: 0009-0005-1411-015X

³Sakarya University of Applied Sciences, Graduate Education Institute, Department of Civil Engineering, 23500705042@subu.edu.tr /

⁴Sakarya University of Applied Sciences, Faculty of Technology, Department of Civil Engineering, tahirakgul@subu.edu.tr, ORCID ID: 0000-0003-4826-9212

Abstract

Temporary reinforced concrete manhole covers are generally used in areas such as roads and sidewalks, and are subjected to pedestrian and vehicle loads depending on their location. Therefore, these covers must possess adequate load-bearing capacity and impact resistance throughout their service life. In this study, temporary reinforced concrete manhole covers were investigated as an alternative to cast iron and plastic-based composite covers, owing to their viability for local production, low cost, and widespread use in infrastructure applications.

The primary objective of the study is to enhance the mechanical strength of the existing reinforced concrete manhole cover and achieve more economical designs in terms of unit load-bearing capacity by modifying its geometric design and reinforcement layout. Within this scope, the current temporary reinforced concrete manhole cover used by SASKİ was taken as the reference model, and alternative geometric designs were developed while maintaining the cover dimensions and material properties. In order not to alter the operating conditions of the existing cover, the core geometric characteristics were preserved; it was aimed to increase mechanical strength and reduce the amount of concrete solely through design modifications made to the bottom surface form. This study was conducted experimentally to evaluate the mechanical performance of temporary reinforced concrete manhole covers. In the experimental phase, two specimens were produced from each of the selected cover designs, and these specimens were subjected to residual settlement and load-bearing capacity tests.

When the experimental results were evaluated, it was determined that the developed cover designs yielded more favorable results in terms of mechanical strength compared to the original reinforced concrete cover. Furthermore, the developed designs were found to be more advantageous in terms of unit load-bearing cost.

Keywords: Reinforced concrete manhole cover, mechanical strength, economical design

GİRİŞ

Yer altı altyapı sistemlerinde bakım, kontrol ve onarım işlemlerinin yapılabilmesi amacıyla belirli aralıklarla muayene bacaları oluşturulmakta ve bu bacaların üst kısmı rögar kapakları yardımıyla kapatılmaktadır. Rögar kapakları, yol ve kaldırım gibi ulaşım altyapısı elemanları üzerinde yer alan; yer altı altyapı sistemlerine erişim sağlayan önemli yapı elemanlarıdır. Bu kapakların kullanım süreleri boyunca yaya ve taşıt yükleri ile darbe etkilerine karşı yeterli mekanik dayanım ve dayanıklılık göstermesi beklenmektedir (Mikelj vd., 2022). Kanalizasyon, yağmur suyu, içme suyu, elektrik ve telekomünikasyon hatlarında kullanılan rögar kapakları, bakım ve müdahale işlemleri için erişilebilirlik sağlamakla birlikte açıkta kalan baca boşluklarının yayalar ve araçlar için tehlike oluşturmasını önleyerek yol güvenliğine katkı sağlamaktadır. Ayrıca kanalizasyon sistemlerinden kaynaklanabilecek kötü kokuların çevreye yayılmasını sınırlandırmakta, altyapı sistemlerine dışarıdan müdahale edilmesini ve yabancı maddelerin sisteme girmesini engellemektedir. Yol, kaldırım ve otopark gibi alanlarda kullanılan rögar kapakları, bulundukları konuma bağlı olarak farklı düzeylerde yaya ve taşıt yüklerine maruz kalmaktadır. Bu nedenle kapakların yeterli taşıma kapasitesine, darbe dayanımına ve kullanım süresi boyunca güvenli performans gösterebilecek yapısal özelliklere sahip olması gerekmektedir (Haggar & Hatow, 2009; Nghia vd., 2021).

Rögar kapakları üretildikleri malzemeye göre sfero döküm, kompozit ve betonarme gibi farklı türlerde değerlendirilebilmektedir. Sfero döküm kapaklar (Küresel Grafitli Dökme Demirler) yüksek mekanik dayanım ve uzun servis ömrü sunmakla birlikte, yüksek maliyet ve metal içerikli olmaları nedeniyle çalınma riski gibi sınırlılıklara sahiptir. Kompozit kapaklar hafiflik, korozyon direnci ve montaj kolaylığı açısından avantaj sağlasa da ağır trafik yükleri ve uzun dönem dış ortam koşulları altında performans açısından dikkatli değerlendirilmesi gereken elemanlardır. Betonarme kapaklar ise yerel malzemelerle üretilebilmesi, ekonomik bir çözüm sunması, çalınma riskinin düşük olması ve tasarım yoluyla geliştirilebilir bir yapıya sahip olması nedeniyle altyapı uygulamalarında önemli bir alternatif oluşturmaktadır. (Demirlek, 2013; Itu vd., 2019; Nghia vd., 2021).

Bu çalışma kapsamında betonarme rögar kapaklarının tercih edilmesinin birçok nedeni vardır. Bunlardan biri, Sakarya'da yaygın olarak kullanılmaları nedeniyle daha dayanıklı ve ekonomik bir çözüme ihtiyaç duyulmasıdır. Öne çıkan diğer nedenler ise ekonomik üretim olanağı, yerel üretime uygunluk ve mevcut tasarımların mekanik performans açısından geliştirilebilir olmasıdır. Geçici betonarme kapakların ağır olması ve yeterli taşıma kapasitesine sahip olmaması, bu kapakların geliştirilmesini gerekli kılmaktadır. Bu doğrultuda çalışmada, mevcut betonarme rögar kapağı referans alınarak farklı geometrik düzenlemelerle, mevcut betonarme kapağın ölçülerini değiştirmeden, sadece tasarımını ve içindeki demir miktarını değiştirerek daha dayanıklı kapaklar üreterek mekanik dayanımın artırılması hedeflenmiştir. Geometrik düzenlemeler sayesinde beton kullanımının azaltılması hedeflenmektedir. Beton miktarındaki azalma, geçici betonarme rögar kapaklarının önemli dezavantajlarından biri olan yüksek ağırlığın azaltılmasına katkı sağlar. Ağırlığın azalmasıyla birlikte maliyetin düşürülmesi ve uygulama kolaylığının artırılması da çalışmanın temel amaçları arasındadır.

Rögar kapaklarının sayıca fazla olması, farklı noktalara dağılmış şekilde bulunması ve bakım süreçlerinin çoğunlukla periyodik kontrollerle yürütülmesi, bu elemanların güvenlik ve işletme süreçleri açısından düzenli olarak değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır. Literatürde rögar kapaklarında çalınma, yer değiştirme, su taşkını ve yanıcı gaz birikimi gibi durumların güvenlik riski oluşturabileceği ve gerçek zamanlı izleme sistemlerinin bakım yönetiminde önemli bir araç olabileceği belirtilmektedir (Hu vd., 2023). Bu bağlamda, Sakarya ölçeğinde yaygın olarak kullanılan geçici betonarme kapakların maliyet, güvenlik ve bakım-onarım süreçleri açısından iyileştirilmesi önemli görülmektedir. Bu çalışmada, SASKİ tarafından kullanılan mevcut geçici betonarme rögar kapağı referans alınmış; malzeme özellikleri korunarak farklı geometrik düzenlemelerle kapakların mekanik performansının artırılması amaçlanmıştır. Geliştirilen kapak tasarımları, TS EN 124-1 ve TS EN 124-4 standartlarında yer alan esaslar dikkate alınarak deneysel ve sayısal yöntemlerle yük taşıma kapasitesi, kalıcı deformasyon davranışı ve birim taşıma maliyeti açısından değerlendirilmiştir.

1. RÖGAR KAPAĞI VE İLGİLİ STANDARTLAR

1.1. Rögar Kapağı Türleri

Rögar kapakları, üretildikleri malzemeye göre farklı sınıflara ayrılmaktadır. Her türün kendine özgü avantajları ve dezavantajları bulunur. Yaygın olarak kullanılan kapak çeşitlerinden birkaçına değinecek olursak dökme demir kapaklardan sfero döküm kapaklar, yüksek mekanik dayanımları ve uzun ömürleriyle günümüzde en yaygın kullanılan kapak türlerindendir. Ancak, maliyetleri yüksek olduğu için hırsızlık vakalarına sıkça rastlanır. Plastik esaslı kompozit malzemelerin kapak elemanlarındaki kullanımı üzerine yapılan çalışmalarda, bu malzemelerin hafiflik, korozyon direnci ve bakım maliyetlerinin azaltılması gibi avantajlar sağlayabildiği belirtilmektedir (Tawfik vd., 2017). Fakat uzun süreli dış ortam koşullarında performans kaybı gösterebilirler ayrıca atmosferik etkilere (yağmur, güneş/UV ışınları) karşı dayanıklı değildirler. Zamanla renkleri solar, kırılgaılaşırlar ve dinamik yükler altında kolayca hasar görmektedirler. Betonarme kapaklar ise yerel malzemelerle üretilebilir, üretimi diğer kapak türlerine göre daha kolaydır ve ekonomik bir alternatiftir. Bununla birlikte, hurda değerinin düşük olması ve ağır yapısı nedeniyle hırsızlığa karşı daha az risk taşıırken, düşük darbe direnci ve daha düşük yüklerde hasar görme potansiyeli de bulunmaktadır (Nghia vd., 2021;).

Betonarme rögar kapakları üzerine yapılan çalışmalarda, geleneksel beton dışında alternatif malzemelerin de değerlendirildiği görülmektedir. Soumya ve diğerleri (2019), hindistan cevizi kabuğu atıklarının donatılı beton rögar kapağı üretiminde kaba agregaya yerine kullanılabilirliğini araştırmıştır. Çalışmada $600 \times 600 \times 100$ mm boyutlarında kapak numuneleri üretilmiş; geleneksel beton ve hindistan cevizi kabuğu agregalı beton numuneleri karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, hindistan cevizi kabuğu agregalı betonla üretilen kapakların IS 12592:2002 standardında belirtilen minimum basınç dayanımı şartını sağladığı, test yükü altında çatlak oluşmadığı ve oturma değerlerinin sınır değerlerin altında kaldığı belirtilmiştir. Bu durum, betonarme rögar kapaklarında alternatif agregaya kullanımının daha hafif ve çevresel açıdan sürdürülebilir bir çözüm olarak değerlendirilebileceğini göstermektedir. Bu çalışmadan farklı olarak mevcut çalışmada, beton malzemesi değiştirilmemiş; SASKİ tarafından kullanılan mevcut geçici betonarme kapak referans alınarak kapak geometrisi ve donatı düzeninin mekanik performansa etkisi incelenmiştir (Soumya vd., 2019).

Yüksek performanslı beton türlerinden biri olan Reaktif Pudra Betonu (RPB), mikroyapısı geliştirilerek 200 MPa'nın üzerinde basınç dayanımına ulaşabilen ve çelik lif takviyesi ile sünek davranış gösterebilen özel bir çimento esaslı kompozit malzemedir. RPB'nin üstün mekanik ve dayanıklılık özellikleri nedeniyle rögar kapağı ve yağmur suyu ızgarası üretiminde de kullanılabilirdiği belirtilmektedir. Ancak klasik betona kıyasla yüksek maliyetli olması, üretiminin ayrıntılı laboratuvar çalışmaları gerektirmesi ve standartlaşma eksiklikleri, bu malzemenin yaygın kullanımını sınırlayan başlıca etkenlerdir (Yazıcı & Yalçınkaya, 2011).

Geçici betonarme rögar kapakları özellikle yol kaplaması tamamlanana kadar ya da geçici altyapı uygulamalarında yaygın biçimde kullanılmakta; kırılma ve çökme durumlarının yaya ve taşıt güvenliği açısından risk oluşturması nedeniyle bu kapakların mekanik performanslarının değerlendirilmesi önem taşımaktadır.

1.2. TS EN 124-1 Standardı ve Yük Sınıflandırması

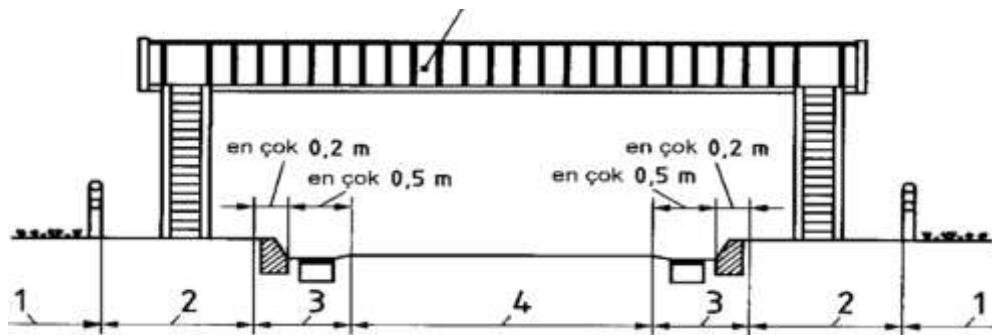
Rögar kapaklarına ilişkin temel standart çerçevesini TS EN 124 serisi oluşturmaktadır. Bu seri, Türkiye'de Avrupa Birliği uyum süreci kapsamında kabul edilmiş olup 2015 yılından itibaren TS EN 124-1 ile TS EN 124-6 arasındaki bölümler şeklinde yürürlüktedir. Bu çalışmada geçici betonarme rögar kapakları incelendiğinden, kapakların yük sınıflarının ve kullanım alanlarının değerlendirilmesinde TS EN 124-1, çelik donatılı beton kapaklara yönelik deney esaslarının belirlenmesinde ise TS EN 124-4 standardı esas alınmıştır. TS EN 124-1 standardı; kapakların sınıflandırılmasını, genel tasarım ilkelerini, performans gereksinimlerini ve deney yöntemlerini düzenlemektedir. Bu standart kapsamında kapaklar kullanım bölgelerine göre altı yük sınıfına ayrılmaktadır.

Tablo 1 : TS EN 124-1 standardına göre yük sınıfları ve kullanım alanları

Grup	Sınıf	Test yükü	Kullanım alanı
1	A15	15 kN	Yaya ve bisiklet alanları
2	B125	125 kN	Kaldırım, yaya alanı, otopark
3	C250	250 kN	Bordür kenarı, yol kenarı
4	D400	400 kN	Taşıt yolları, şehir içi yollar
5	E600	600 kN	Ağır yük alanları, sanayi
6	F900	900 kN	Hava Limanı ve çok ağır yük alanları

Tablo 1’de görüldüğü üzere kapak ve ızgara sınıfları, kullanım bölgesine bağlı olarak 15 kN’dan 900 kN’a kadar değişen geniş bir deney yükü aralığını kapsamaktadır. TS EN 124-1’e göre, net açıklığı (CO) 250 mm’ye eşit veya 250 mm’den büyük olan ızgara takımları ile insan girişine elverişli muayene bacası kapama takımları, malzemeden bağımsız olarak ilgili sınıf için tanımlanan deney yüküne dayanmalıdır. Net açıklığın 250 mm’den küçük olduğu durumlarda ise uygulanacak deney yükü, ilgili sınıf deney yükünün CO/250 oranı ile çarpılmasıyla belirlenmekte; ancak bu değer sınıf deney yükünün 0,6 katından az olmaması şartı aranmaktadır. (TS EN 124-1, 2015)

TS EN 124-1 standardında kapakların kullanım alanları, yaya ve taşıt trafiği etkilerine göre farklı gruplar altında değerlendirilmiştir. Bu sınıflandırma, kapakların maruz kalacağı yük düzeyinin belirlenmesinde temel alınmaktadır.



**Şekil 7 : TS EN 124-1 standardına göre grupların yerini gösteren tipik
karayolu**

Şekil 1’de tipik bir karayolu kesiti üzerinde bu kullanım bölgeleri gösterilmektedir. Bu çalışmada referans olarak D400 sınıfı deney yükü olan 400 kN esas alınmıştır. Bu tercih, kapaklarının gerçek sahada en sık karşılaşılan yük koşulları olan karayolu şeridi gereksinimlerini temsil etmesi bakımından anlamlıdır.

1.3. TS EN 124-4 Standardı ve Deney Esasları

TS EN 124-4 standardı ise betonarme kapakların performansının hangi deneylerle değerlendirileceğini ortaya koymaktadır. Rögar kapağının performansını belirlemek amacıyla TS EN 124-4 kapsamında iki temel deney öngörülmektedir. Bunlardan ilki kalıcı oturma deneyidir. Bu deney kapağın sürekli olarak maruz kaldığı trafik yüklerine karşı yapısal bütünlüğünü koruyup koruyamadığını ortaya koymak amacıyla uygulanmaktadır. Kalıcı oturma deneyinin uygulanması aşamasında ise yükün hidrolik sistem aracılığıyla uygulandığı deney makineleri kullanılmaktadır. Kalıcı oturma deney yükü F_P , Tablo 1’de verilen ilgili sınıflara bağlı olarak değişen deney yükü olan F_T üçte ikisi ($F_P = 2/3 \times F_T$) büyüklüğündedir. Bu yük, numune üzerine art arda beş kez uygulanmakta ve yük kaldırıldıktan sonra oluşan kalıcı deformasyon miktarı ölçülmektedir. (TS EN 124-1,2015, TS EN 124-4,2015)

Kalıcı oturma ölçümü, kapağın yükleme sonrasında ilk konumuna ne ölçüde dönebildiğini ve tekrarlı yük etkisi altında kalıcı deformasyon geliştirip geliştirmediğini değerlendirmek amacıyla yapılmaktadır. Bu deney sonucunda elde edilen kalıcı oturma değerinin standartta belirtilen sınır değeri aşması durumunda, numunenin ilgili performans kriterini sağlamadığı kabul edilmektedir.

İkincisi ise yük taşıma kapasitesi deneyidir. Bu deney kapağın kırılmadan önce taşıyabileceği maksimum yükü belirlemek amacıyla uygulanmaktadır. Kalıcı oturma deneyinin hemen ardından aynı numune üzerinde gerçekleştirilen bu deneyde yük, belirlenen deney yüküne F_T ulaşana kadar artırılır. Bu artırma işlemi deney yükü elde edilene kadar 1 kN/s ila 5 kN/s arasındaki bir hızda uygulanmaktadır. Deney yükü olan F_T ’ye ulaşıldığı takdirde yük 30_0^{+2} saniye süreyle sabit tutulmakta ve bu süre boyunca numunenin yük taşıma bütünlüğünü koruyup korumadığı gözlenmektedir. Elde edilen maksimum yük değeri hem farklı tasarımların karşılaştırılmasına hem de kapağın hangi yük sınıfı gereksinimlerini karşılayabildiğinin belirlenmesine olanak tanımaktadır. (TS EN 124-4, 2015)

Bu kapsamda yük taşıma kapasitesi ve kalıcı oturma deneyleri, üretilen numunelerin hem dayanım hem de kullanım sonrası deformasyon davranışının incelenmesine imkân sağlamaktadır. Dolayısıyla bu iki standart, çalışmanın deneysel değerlendirme ölçütlerini belirlemesi, sonuçların karşılaştırılabilir olması ve geliştirilen kapak tasarımlarının saha koşullarına uygunluğunun yorumlanması açısından önem taşımaktadır.

2. MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada, SASKİ (Sakarya Su ve Kanalizasyon İdaresi) tarafından sahada kullanılan betonarme rögar kapağı referans numune olarak ele alınmıştır. Referans kapak üzerinde boyutsal ölçümler yapılmış, donatı düzeni incelenmiş ve beton basınç dayanımının belirlenmesi amacıyla karot numuneleri alınmıştır. Temin edilen numuneler üzerinde boyutsal ölçümler yapılmış; kapakların girme derinliğinin 600 mm, kapak yüksekliğinin 100 mm, alt çerçeve çapının 710 mm ve üst çerçeve çapının 760 mm olduğu belirlenmiştir. Tüm yeni tasarımlarda bu boyutsal değerler esas alınmış; özellikle alt çerçeve genişliği olan 710 mm tüm geometrik çalışmalarda sabit parametre olarak korunmuştur.

Detaylı analiz için alınan karot numuneleri, üniversite laboratuvarında yüzey düzeltmesi yapılarak basınç dayanımı deneyine tabi tutulmuştur. Deney sonuçları TS EN 13791 standardında tanımlanan hesaplama yöntemi çerçevesinde değerlendirilmiş; olup beton basınç dayanımları ölçülmüştür. (TS EN 13791,2019)



Şekil 2: SASKİ’de kullanılan geleneksel betonarme rögar kapakları



Şekil 8: Karot numunelerinin basınç dayanımı test düzeneği

Betonun dayanım ve dayanıklılığı; kullanılan malzemeler, karışım tasarımı, su/çimento oranı, üretim, yerleştirme, sıkıştırma ve kür koşulları gibi birçok faktörden etkilenmektedir (Ünsal & Şen, 2008). Mevcut SASKİ kapağından alınan karot numunelerinin basınç dayanımı değerleri standart hesaplama yöntemiyle değerlendirilmiş; numunelerden ikisinin C30, birinin ise C25 beton sınıfını sağladığı belirlenmiştir. Saha koşullarını temsil etmesi ve tasarım çalışmalarında daha güvenli tarafta kalınması amacıyla, tüm tasarım ve üretim çalışmalarında C25 beton sınıfı esas alınmıştır. Referans kapakta Ø6 nervürlü donatı kullanıldığı tespit edilmiştir. Yeni kapak tasarımlarında, 100 mm kapak yüksekliği içerisinde çift sıra donatı yerleşiminin sağlanabilmesi amacıyla S420 sınıfı Ø8 nervürlü donatı tercih edilmiştir. Donatı çapı seçimi yapılırken TS 500’de yer alan betonarme donatıya ilişkin genel hükümler dikkate alınmış, üretim ve yerleşim kolaylığı da göz önünde bulundurulmuştur. Daha büyük çaplı donatıların, beton örtüsü ve agrega geçişi açısından üretim zorluğu oluşturacağı düşünüldüğü için donatı çapının daha fazla arttırılmaması gerektiğine karar verilmiştir. Elde edilen bu veriler doğrultusunda kapağın dış boyutları korunarak üç farklı yeni geometri geliştirilmiştir. Çalışmada beton sınıfı, dış ölçüler ve üretim koşulları sabit tutulmuş; Geçici Betonarme Rögar Kapağının mekanik dayanımı, alt yüzey geometrisi ve donatı düzenindeki değişiklikler üzerinden değerlendirilmiştir. Üç farklı yeni geometrideki geçici betonarme rögar kapağı oluşturulurken betonun yük taşımaya en az katkı sağladığı bölgeler boşaltılmakta, taşıyıcı kirişlerde ise donatı yoğunlaştırılmaktadır. Çalışmada, orijinal SASKİ kapağı referans numune olarak alınmış; buna ek olarak iki kanallı, üç kanallı ve T tipi olmak üzere üç yeni geometri geliştirilmiştir. Tablo 2’ de görüldüğü üzere toplam dört farklı kapak tasarımı karşılaştırılmıştır.

Tablo 2 : Çalışma kapsamında incelenen kapak tasarımları

Tasarım no	Kapak türü	Temel geometrik özellik	Çalışmadaki rolü
1	Orijinal SASKİ kapağı	Düz plak geometri, Ø6 tek sıra donatı	Referans numune
2	İki kanallı rögar kapağı	İki paralel kanal boşluğu, Ø8 çift sıra donatı	Yeni tasarım
3	Üç kanallı rögar kapağı	Üç kanal boşluğu, iki taşıyıcı kiriş, Ø8 çift sıra donatı	Yeni tasarım
4	T tipi rögar kapağı	Çapraz artı (+) kiriş düzeni, Ø8 çift sıra donatı	Yeni tasarım

Bu tasarım yaklaşımı doğrultusunda, referans kapakla karşılaştırılmak üzere iki kanallı, üç kanallı ve T tipi olmak üzere üç farklı yeni geometri geliştirilmiştir. Böylece orijinal SASKİ kapağı ile toplam dört farklı tasarım deneysel olarak incelenmiştir. Numune üretimi Sakarya'da faaliyet gösteren bir prefabrik beton kapak üretim tesisinde gerçekleştirilmiştir. Her geometri için mevcut fabrika kalıbı üzerine ahşap ek parçalar eklenerek özel kalıp düzenekleri oluşturulmuştur. Tüm numuneler aynı gün aynı beton karışımından dökülmüş; her geometriden ikişer numune olmak üzere orijinal kapak dahil toplam sekiz numune üretilmiştir. Numuneler 28 gün boyunca günde iki kez sulanarak nemli ortamda kürlenmiştir.



Şekil 9 : Beton dökümü tamamlanan dört farklı rögar kapağı numunesi: (a) Orijinal SASKİ kapağı, (b) İki kanallı rögar kapağı, (c) Üç kanallı rögar kapağı, (d) T tipi rögar kapağı

Yük taşıma deneyleri şekil 5'te görülen 800 kN kapasiteli hidrolik pres kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Yükleme, kapağın geometrik merkezine TS EN 124-1 standardında öngörülen Ø250 mm çapındaki dairesel çelik plaka aracılığıyla uygulanmıştır. Yükleme hızı 1 kN/s ile 5 kN/s aralığında sabit tutulmuştur. Deney kapsamında öncelikle kalıcı oturma deneyi protokolü uygulanmaya çalışılmış; ancak orijinal kapak numuneleri hedeflenen 266,67 kN kalıcı oturma yüküne ulaşamadan ortalama 103,5 kN değerinde kırılmaya başlamıştır. Bu nedenle kalıcı oturma ölçümünden vazgeçilerek çalışma yük taşıma kapasitesi deneyi üzerinde yoğunlaştırılmıştır. Yük taşıma kapasitesi deneyinde yük, numunenin kırılmaya başladığı ana kadar artırılmış ve maksimum yük değeri kaydedilmiştir.



Şekil 10: Orijinal SASKİ kapağının yük taşıma deneyi öncesi hazırlık aşaması

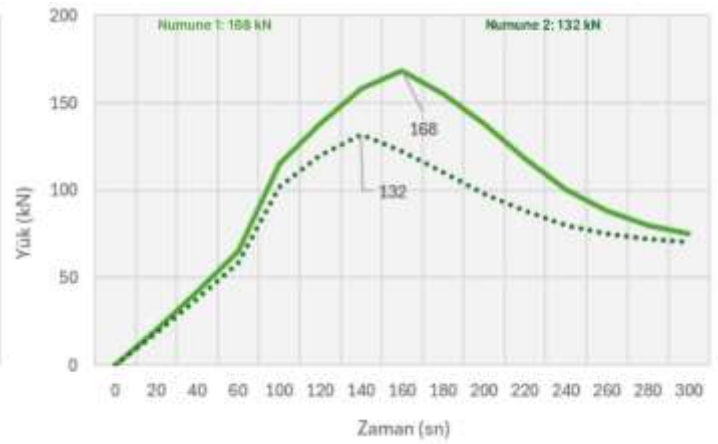
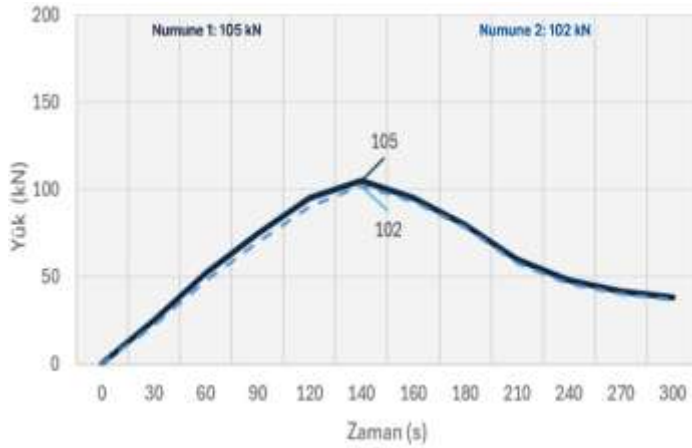
3. BULGULAR

3.1. Kalıcı Oturma Deneyi Sonuçları

Deney programının ilk aşamasında D400 sınıfı için hesaplanan kalıcı oturma deney yükü olan 266,67 kN'un her numune üzerinde art arda beş kez uygulanması planlanmıştır. Ancak orijinal kapak numuneleri, hedeflenen yüke ulaşamadan ortalama 103,5 kN değerinde kırılmaya başlamıştır. Bu değer kalıcı oturma deneyi için gereken minimum yükün yüzde 38,8'ine karşılık gelmektedir. Diğer geometrilerin de benzer şekilde bu eşiğin altında kalacağı öngörüldüğünden kalıcı oturma ölçümü gerçekleştirilememiştir.

3.2. Yük Taşıma Kapasitesi Deneyi Sonuçları

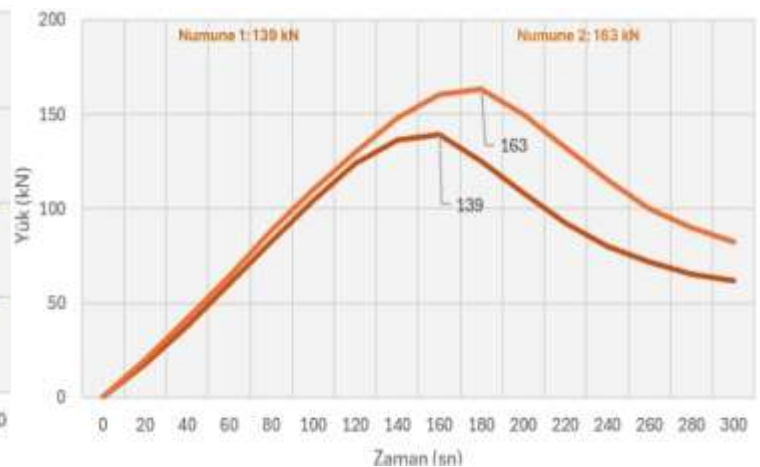
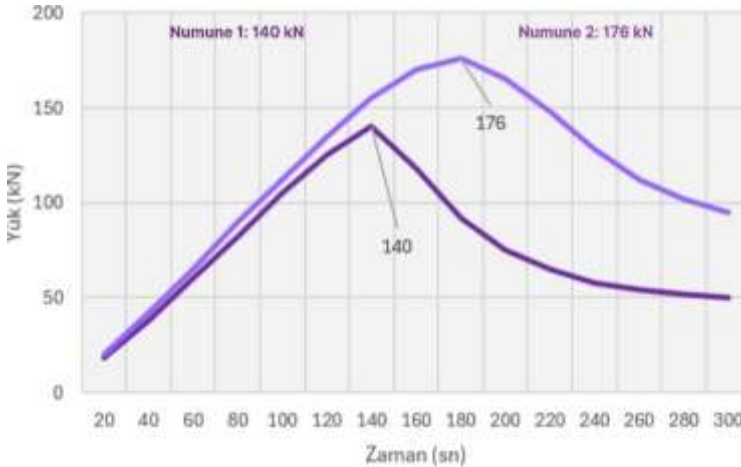
Yük taşıma kapasitesi deneyi kapsamında, her bir kapak geometrisi için hazırlanan iki adet deney numunesi test edilmiştir. Deneylerde yük, numunelerin taşıma kapasitesini kaybettiği ana kadar artırılmış ve bu süreçte zamana bağlı yük değerleri kaydedilmiştir. Bu veriler doğrultusunda her numune için yük-zaman grafikleri oluşturulmuş; ayrıca deney sonunda ulaşılan maksimum yük değerleri belirlenerek geometriler arası yük taşıma kapasitesine etkisi karşılaştırılmıştır.



Referans numune ve iki kanallı rögar kapağına ait yük-zaman eğrileri Şekil 6'da gösterilmiştir. Orijinal SASKİ kapağı numuneleri sırasıyla 105 kN ve 102 kN değerinde kırılmış olup ortalama taşıma kapasitesi 103,5 kN olarak hesaplanmıştır. Bu değer orijinal kapağa kıyasla yüzde 38,8 artışa karşılık gelmektedir.

Şekil 6: Referans numune ve iki kanallı rögar kapağına ait yük-zaman eğrileri: (a) Orijinal SASKİ kapağı, (b) İki kanallı rögar kapağı

150 kN olarak hesaplanmıştır. Bu değer orijinal kapağa kıyasla yüzde 45 artışa karşılık gelmektedir.



Şekil 7: Üç kanallı ve T tipi rögar kapağına ait yük-zaman eğrileri: (a) Üç kanallı rögar kapağı, (b) T tipi rögar kapağı

Şekil 7’de üç kanallı ve T tipi rögar kapağı numunelerine ait yük-zaman eğrileri verilmiştir. Üç kanallı kapak numunelerinde birinci numune 140 kN, ikinci numune ise 176 kN değerinde kırılmış; T tipi rögar kapağı birinci numune 139 kN, ikinci numune ise 163 kN değerinde kırılmıştır. Üç kanallı kapakta ortalama taşıma kapasitesi 158 kN, T tipi kapakta ise 151 kN olarak hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar, geliştirilen her iki geometrinin de referans numuneye kıyasla daha yüksek taşıma kapasitesine sahip olduğunu göstermektedir.

3.3. Hasar Biçimlerinin İncelenmesi

Tüm numunelerde gözlemlenen hasar biçimleri incelendiğinde ortak bir kırılma örüntüsü dikkat çekmektedir. Her geometri ve her numune için kırılma yalnızca betonda gerçekleşmiş; hiçbir numunede çelik donatıda herhangi bir hasar gözlemlenmemiştir. Kırılma modu tüm geometrilerde eğilme kaynaklı olmuş; kapağın geometrik merkezinden çerçeve yüzeylerine doğru uzanan radyal çatlaklar oluşmuştur. Yük taşıma testi sonrasında numunelerde gözlemlenen kalıcı deformasyon miktarlarının kapak geometrisine bağlı olarak değiştiği belirlenmiştir. Kalıcı deformasyon değerleri geometriye göre belirgin farklılıklar göstermiştir. Orijinal kapakta kırılma sonrasında orta noktada 3 mm, iki kanallı kapakta 5 mm kalıcı oturma gözlemlenmiştir. Üç kanallı kapakta ise bu değer 20 mm’ye ulaşmış olup diğer tüm geometrilerden belirgin biçimde yüksek çıkmıştır. T tipi kapakta kalıcı oturma yalnızca 2 mm olarak ölçülmüş olup tüm geometriler arasında en düşük kalıcı deformasyona sahip olduğu görülmektedir.

3.4. Birim Taşıma Kapasitesi Başına Maliyet Değerlendirmesi

Maliyet hesabında, her kapak geometrisinde kullanılan beton ve donatı miktarları esas alınmıştır. Üretim öncesinde her bir geometri için hazırlanan donatılar tartılmış ve ağırlıkları kayıt altına alınmıştır. Bu kapsamda donatı ağırlıkları; orijinal SASKİ kapağı için 1,920 kg, iki kanallı rögar kapağı için 4,512 kg, üç kanallı rögar kapağı için 4,440 kg ve T tipi rögar kapağı için 4,820 kg olarak belirlenmiştir.

Beton miktarları ise kapak geometrilerine bağlı olarak hesaplanan hacim değerleri üzerinden değerlendirilmiştir. Bu doğrultuda beton hacimleri; orijinal SASKİ kapağı için 0,2355 m³, iki kanallı rögar kapağı için 0,2156 m³, üç kanallı rögar kapağı için 0,2289 m³ ve T tipi rögar kapağı için 0,2214 m³ olarak alınmıştır. Geometriler arasındaki beton hacmi farklılıkları, alt yüzeyde oluşturulan kanal boşluklarının tasarımdan tasarıma değişmesinden kaynaklanmaktadır.

Maliyet hesaplamalarında kullanılan birim fiyatlar, Mayıs 2026 tarihli yerel piyasa koşulları esas alınarak belirlenmiştir. C25 sınıfı hazır beton birim fiyatı, hazır beton firmasından alınan fiyat bilgisine göre KDV hariç 3.550,00 TL/m³ olarak kabul edilmiştir. Ø8 nervürlü donatı birim fiyatı ise çevrim içi piyasa verileri ve bölgesel fiyat değişimleri dikkate alınarak %20 KDV dâhil ortalama 33,00 TL/kg olarak değerlendirilmiştir (Güleç Demir Çelik A.Ş., 2026). Beton maliyeti, beton hacminin birim beton fiyatı ile; donatı maliyeti ise donatı ağırlığının birim donatı fiyatı ile çarpılması sonucunda hesaplanmıştır. Her bir kapak tasarımına ait beton maliyeti, donatı maliyeti, toplam malzeme maliyeti ve 1 kN taşıma kapasitesi başına düşen maliyet değerleri Tablo 3’te sunulmuştur.

Tablo 3: Kapak tasarımlarına ait malzeme maliyeti ve birim taşıma kapasitesi başına maliyet değerleri

Kapak türü	Beton maliyeti (TL)	Donatı maliyeti (TL)	Toplam malzeme maliyeti (TL)	Ortalama taşıma yükü (kN)	1 kN maliyeti (TL/kN)
Orijinal SASKİ kapağı	836,03	63,36	899,39	103,5	8,69
İki kanallı rögar kapağı	765,38	148,90	914,28	150,0	6,10
Üç kanallı rögar kapağı	812,60	146,52	959,12	158,0	6,07
T tipi rögar kapağı	785,97	159,06	945,03	151,0	6,26

* Fiyatlar yalnızca malzeme maliyetini kapsamaktadır. İşçilik, kalıp ve nakliye maliyetleri dahil edilmemiştir. Birim fiyatlar Mayıs 2026 piyasa koşullarına göre belirlenmiştir.

Maliyet değerlendirmesi sonucunda, yeni tasarımların toplam malzeme maliyetlerinde büyük bir artış olmadan daha yüksek taşıma kapasitesi sağladığı görülmektedir. Bu durum, özellikle birim taşıma kapasitesi başına maliyet açısından geliştirilen geometrilerin referans kapağa göre daha avantajlı olduğunu göstermektedir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada SASKİ tarafından sahada yaygın biçimde kullanılan mevcut geçici betonarme rögar kapağı referans alınarak üç farklı yeni kapak geometrisi geliştirilmiş; bu tasarımların yük taşıma kapasitesi ve birim taşıma kapasitesi başına maliyet değerleri deneysel olarak değerlendirilmiştir. Beton sınıfı, dış boyutlar ve üretim koşulları sabit tutularak tasarımlar arasındaki farkın yalnızca alt yüzey geometrisi ve donatı düzenindeki değişikliklerden kaynaklanması hedeflenmiştir.

Geçici betonarme rögar kapakları, yol kaplaması tamamlanana kadar kullanılan geçici altyapı elemanları olup ilgili standartlar kapsamında zorunlu bir sınıf gereksinimi bulunmamaktadır. Bununla birlikte bu kapaklar, Sakarya ölçeğinde yoğun biçimde kullanılmaları ve kırılma ile çökme durumlarında can ve mal güvenliği açısından risk oluşturmaları nedeniyle mekanik performanslarının iyileştirilmesi önem taşımaktadır. Bu çalışmada TS EN 124-1 ve TS EN 124-4 standartlarında tanımlanan deney yöntemleri karşılaştırmalı bir değerlendirme ölçütü olarak esas alınmış; asıl hedef ise mevcut geçici betonarme kapağın mekanik performansının farklı geometrik tasarımları oluşturularak artırılmasıdır. Yük taşıma kapasitesi deneyleri, geliştirilen kapak tasarımlarının mevcut SASKİ kapağına kıyasla daha yüksek yük taşıma kapasitesine sahip olduğunu göstermiştir. Referans kapağın ortalama taşıma kapasitesi 103,5 kN olarak belirlenirken yeni tasarımlarda bu değer 150–158 kN aralığında gerçekleşmiş; artış oranları %45 ile %53 arasında değişmiştir. Bu sonuçlar, yalnızca alt yüzey geometrisi ve donatı düzeninde yapılan değişikliklerle mevcut geçici betonarme kapağın mekanik performansının anlamlı ölçüde artırılabilceğini ortaya koymaktadır.

Tüm numunelerde göçme yalnızca betonun çatlaması ve kırılması şeklinde gerçekleşmiş; hiçbir numunede donatıda hasar gözlemlenmemiştir. Deneylerde donatı hasarı gözlenmemesi, kırılmanın beton kesitte meydana geldiğini göstermektedir. Bu nedenle kapakların taşıma kapasitesinin beton dayanımıyla yakından ilişkili olduğu ve beton sınıfının artırılmasının yük taşıma kapasitesine katkı sağlayabileceği değerlendirilmektedir. Geometriler arasındaki karşılaştırmalı değerlendirmede, en yüksek ortalama taşıma kapasitesi 158 kN ile üç kanallı kapakta elde edilmiştir. Ancak bu geometride yük taşıma deneyi sonrasında gözlemlenen kalıcı deformasyon miktarı 20 mm'ye ulaşmış ve diğer geometrilerle kıyasla belirgin biçimde yüksek çıkmıştır. T tipi kapak ise 151 kN ortalama taşıma kapasitesiyle üç kanallı kapağa yakın bir performans sergilemiş; buna karşılık yalnızca 2 mm kalıcı deformasyon değeriyle tüm geometriler arasında en düşük deformasyonu göstermiştir. Bu nedenle T tipi kapağın,

taşıma kapasitesi ve yük sonrası deformasyon davranışı birlikte değerlendirildiğinde daha dengeli ve saha uygulamaları açısından daha uygun bir tasarım alternatifi olduğu değerlendirilmiştir.

Maliyet analizi sonucunda yeni tasarımların toplam malzeme maliyetleri referans kapağa yakın düzeyde kalırken taşıma kapasitelerindeki artış sayesinde 1 kN taşıma kapasitesi başına düşen maliyet değerleri belirgin biçimde düşmüştür. Bu durum geliştirilen geometrilerin hem mekanik performans hem de maliyet verimliliği açısından mevcut geçici betonarme kapağa kıyasla daha avantajlı olduğunu göstermektedir.

Sonuç olarak bu çalışma, geçici betonarme rögar kapaklarında boyutlar ve malzeme sınıfı değiştirilmeksizin yalnızca geometrik tasarım ve donatı düzeninde yapılacak iyileştirmelerle hem mekanik dayanımın artırılabilirliğini hem de birim taşıma maliyetinin düşürülebileceğini deneysel olarak ortaya koymuştur. İlerleyen çalışmalarda her geometri için daha fazla sayıda numune üretilerek istatistiksel değerlendirme yapılması, daha yüksek beton sınıflarının denenmesi ve lif katkısının kırılma davranışı üzerindeki etkisinin incelenmesi önerilmektedir. Beton sınıfı ve lif katkısı gibi malzeme özelliklerindeki değişimlerin betonun dayanım ve davranışını etkileyebileceği dikkate alındığında, bu değişkenlerin ayrıca değerlendirilmesi önem taşımaktadır (Ersoy & Tankut, 1991; Özkul vd., 1999).

KAYNAKLAR

- Demirlek, M. (2013). *Küresel grafitli dökme demirlerin yüksek çevrimli yorulma davranışlarına silisyum oranının etkisi* [Yüksek lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi].
- Ersoy, U., & Tankut, T. (1991). Yüksek dayanımlı betonun yapısal davranışı ile ilgili bir irdeleme. 2. *Ulusal Beton Kongresi bildirileri* (ss. 122-1369).
- Güleç Demir Çelik A.Ş. (2026). *Güncel demir fiyatları*. Mayıs 2026 tarihinde <https://www.demirfiyatları.com/> adresinden erişildi
- Haggar, S. E., & Hatow, L. E. (2009). Reinforcement of thermoplastic rejects in the production of manhole covers. *Journal of Cleaner Production*, 17, 440-446. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2008.07.007>
- Hu, Z., Gui, X., & Huang, R. (2023). Manhole cover monitoring system. In *2023 China Automation Congress (CAC)* (ss. 8695-8700). <https://doi.org/10.1109/CAC59555.2023.10451107>
- Itu, C., Cerbu, C., & Galatanu, T.-F. (2019). Modeling and testing of the sandwich composite manhole cover designed for pedestrian networks. *Materials*, 12(7), Makale 1114. <https://doi.org/10.3390/ma12071114>
- Koncuk, B. (2023). *Geçici betonarme rögar kapaklarının mekanik özelliklerinin iyileştirilmesi üzerine deneysel ve sonlu elemanlar analizi* [Yüksek lisans tezi, Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi]
- Mikelj, M., Nagode, M., Klemenc, J., & Šeruga, D. (2022). Influence of operating conditions on a cast-iron manhole cover. *Technologies*, 10(6), Article 127. <https://doi.org/10.3390/technologies10060127>
- Nghia, H. T., Thang, N. C., Tuan, N. V., Hung, C. V., Yang, K. H., & Dong, P. S. (2021). Experimental study to produce manhole cover using ultra-high-performance concrete. *International Journal of GEOMATE*, 21(85), 91–98. <https://doi.org/10.21660/2021.85.j2244>
- Özkul, H., Taşdemir, M. A., Tokyay, M., & Uyan, M. (1999). *Her yönüyle beton*. Türkiye Hazır Beton Birliği.
- Soumya, S., Pennarasi, G., & Gunasekaran, K. (2019). Study on the reinforced manhole cover slab using coconut shell aggregate concrete. *Materials Today: Proceedings*, 14, 386-394.
- Tawfik, B. E., Lehet, H., Elhewy, A., & Elsayed, T. (2017). Weight reduction and strengthening of marine hatch covers by using composite materials. *International Journal of Naval Architecture and Ocean Engineering*, 9, 185-198. <https://doi.org/10.1016/j.ijnaoe.2016.09.005>
- Türk Standardları Enstitüsü. (2000). *TS 500: Betonarme yapıların tasarım ve yapım kuralları*.
- Türk Standardları Enstitüsü. (2015). *TS EN 124-1: Taşıt ve yaya alanları için ızgara takımları ve rögar kapakları—Bölüm 1: Tarifler, sınıflandırma, genel tasarım ilkeleri, performans gerekleri ve deney yöntemleri*.
- Türk Standardları Enstitüsü. (2015). *TS EN 124-4: Taşıt ve yaya alanları için ızgara takımları ve rögar kapakları—Bölüm 4: Çelik donatılı betondan yapılmış ızgara takımları ve rögar kapakları*.
- Türk Standardları Enstitüsü. (2019). *TS EN 13791: Beton basınç dayanımının yapılar ve öndökümlü beton bileşenlerde yerinde tayini*.
- Ünsal, A., & Şen, H. (2008). *Beton ve beton malzemeleri laboratuvar deneyleri*. Karayolları Genel Müdürlüğü.
- Yazıcı, H., & Yalçınkaya, Ç. (2011). Yeni nesil yüksek performanslı beton: Reaktif pudra betonu. *İMO İzmir Şubesi Bülteni*, 156, 26-29.

TBA İLE MODİFİYE EDİLMİŞ ZnO'İN ORGANİK GÜNEŞ HÜCRELERİNDE VERİM ÜZERİNE ETKİSİ

Dr. Semih YURTDAS¹/ Prof. Dr. Cem TOZLU²

¹Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği,
syurtdas@kmu.edu.tr, 0000-0002-5556-2196

²İzmir Katip Çelebi Üniversitesi, Çalıştığı yer, Grafen Uygulama ve Araştırma Merkezi,
cem.tozlu@ikcu.edu.tr, 0000-0003-4192-5512

Özet

Güneş enerjisi, sınırsız bulunabilirliği, geniş erişilebilirliği ve çevre dostu yapısı nedeniyle en umut verici ve sürdürülebilir enerji kaynaklarından biri olarak kabul edilmektedir. Güneş enerjisi teknolojileri arasında ise mekanik esneklik, hafiflik, düşük maliyetli çözelti tabanlı üretim süreçleri ve roll-to-roll üretim teknikleriyle uyumluluk, organik fotovoltaiik teknolojisinin başlıca avantajları arasında yer almaktadır. Bu avantajlarına rağmen elde edilen düşük verim değerleri ise geliştirilmesi gereken bir konudur. Bu çalışmada aktif tabaka ile elektron taşıyıcı tabaka arayüzünün modifiye edilerek verimin geliştirilmesi hedeflenmiştir. Çalışmada ITO/ZnO±TBA/P3HT:PCBM/MoO₃/Ag yapısı kullanılmıştır. Uygun optiksel ve elektriksel özellikleri nedeniyle elektron taşıyıcı tabaka olarak ZnO kullanılmış, ara yüzey özelliklerini iyileştirmek amacıyla da kendiliğinden dizilen tek tabaka (SAM) olarak 4-tert-bütilbenzoik asit (TBA) molekülü seçilmiştir. Bu modifikasyonun, yük taşınımını iyileştirmesi, yüzey kusurlarını azaltması ve ZnO/aktif tabaka ara yüzeyinde enerji seviye uyumunu artırması hedeflenmiştir. TBA molekülleri ZnO yüzeyine dinamik kaplama yöntemiyle kaplanmıştır. Çalışma kapsamında TBA molekülün kaplanmasında farklı kaplama hızları (2000, 3000 ve 4000 rpm) denenmiştir. Yapılan elektriksel karakterizasyonlara göre modifikasyon yapılmayan aygıtlarda en yüksek 7,53 mA/cm² akım yoğunluğu (Jsc), 580 mV açık devre gerilimi (Voc), %57,1 dolum faktörü (FF) ve %2,49 verim (η) değerine ulaşılırken, 4000 rpm'de TBA kaplanması ile 8,00 mA/cm² (Jsc), 570 mV (Voc), %59,7 (FF) ve %2,72 verime ulaşılmıştır. Elde edilen verilere göre ZnO'in TBA ile modifikasyonu sayesinde %9'luk bir verim artışı olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: ZnO, TBA, SAM, Organik Güneş Hücreleri

INFLUENCE OF TBA SURFACE MODIFICATION OF ZnO ON ORGANIC SOLAR CELL PERFORMANCE

Dr. Semih YURTDAS¹/ Prof. Dr. Cem TOZLU²

¹Karamanoğlu Mehmetbey University, Department of Energy Systems Engineering,
syurtdas@kmu.edu.tr, 0000-0002-5556-2196

²İzmir Katip Çelebi University, Graphene Application and Research Center,
cem.tozlu@ikcu.edu.tr, 0000-0003-4192-5512

Abstract

Solar energy is considered one of the most promising and sustainable energy sources due to its unlimited availability, wide accessibility, and environmentally friendly nature. Among solar energy technologies, mechanical flexibility, lightweight structure, low-cost solution processability, and compatibility with roll-to-roll fabrication are among the major advantages of organic photovoltaic technology. Despite these advantages, the relatively low power conversion efficiency remains an issue that needs further improvement. In this study, it was aimed to improve the device performance by modifying the interface between the active layer and the electron transport layer. Devices with the structure ITO/ZnO±TBA/P3HT:PCBM/MoO₃/Ag were fabricated. ZnO was used as the electron transport layer due to its suitable optical and electrical properties, while 4-tert-butylbenzoic acid (TBA) was selected as a self-assembled monolayer (SAM) molecule to improve the interfacial properties. This modification was intended to enhance charge transport, reduce surface defects, and improve energy level alignment at the ZnO/active layer interface. TBA molecules were deposited onto the ZnO surface using the dynamic coating method. Within the scope of the study, different coating speeds (2000, 3000, and 4000 rpm) were investigated for TBA deposition. According to the electrical characterization results, the unmodified devices exhibited a maximum short-circuit current density (J_{sc}) of 7.53 mA/cm², open-circuit voltage (V_{oc}) of 580 mV, fill factor (FF) of 57.1%, and power conversion efficiency (η) of 2.49%. With TBA coating at 4000 rpm, the device performance improved to 8.00 mA/cm² (J_{sc}), 570 mV (V_{oc}), 59.7% (FF), and 2.72% efficiency. According to the obtained results, the modification of ZnO with TBA provided an approximately 9% increase in device efficiency.

Keywords: ZnO, TBA, SAM, Organic Solar Cells

SSH PROTOKOLÜ VE SUNUCU UZAKTAN ERİŞİM GÜVENLİĞİ**Hiracan KÖZ¹ / Muhammet AKBABA¹ / Fatih GÜLTEKİN¹****¹ Karabük Üniversitesi Yenice Meslek Yüksek Okulu,****hiracan55@gmail.com, ORCID 0009-0005-1650-5702****muhammet.akbaba1@icloud.com, ORCID 0009-0007-5050-0547****fatihgultekin@karabuk.edu.tr, ORCID 0000-0003-1112-9830****Özet**

Bu çalışma, SSH (Secure Shell) protokolünün güvenlik açıkları ve bu açıkların kapatılmasına yönelik yapılandırma yöntemlerini incelemektedir. SSH, güvenli olmayan ağ ortamlarında bile şifreli veri aktarımı sağlamakla birlikte, varsayılan ayarlandırması kritik güvenlik riskleri taşımaktadır. Araştırmanın amacı, küçük ve orta ölçekli işletmeler ile bireysel kullanıcılar için SSH tabanlı uzaktan erişim sistemlerini güvence altına almak üzere uygulanabilir güvenlik önlemleri sunmaktır. Çalışma, SSH protokolünde yaygın olarak karşılaşılan güvenlik açıklarını ve saldırganların bu açıklardan yararlanma yöntemlerini analiz etmektedir. Özellikle brute-force (kaba kuvvet) saldırılarına karşı etkili koruma sağlamak için; parola yönetimi, açık anahtar (public key) kimlik doğrulaması, root kullanıcı erişim kontrolü, port yapılandırması ve güvenlik duvarı ayarlarının önemi vurgulanmaktadır. Araştırmada ayrıca, ağ katmanında alınması gereken ek güvenlik önlemleri, trafik filtreleme mekanizmaları ve açık portların riskli doğası ele alınmıştır. Bu çalışmanın sonucunda, tüm SSH kullanıcıları için gerekli olan temel güvenlik uygulamalarından oluşan pratik bir rehber sunulmuştur. Araştırma, kullanıcıların SSH güvenliğine yönelik bilgisini artırarak, sistemlerine yönelik tehditlerin en aza indirilmesine katkı sağlamayı amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: SSH Uzaktan erişim, SSH sertleştirme, SSH açıkları, SSH Uzaktan Açık anahtar kimlik doğrulaması, Port yönlendirme.

SSH PROTOCOL AND REMOTE ACCESS SECURITY**Hiracan KÖZ¹ / Muhammet AKBABA¹ / Fatih GÜLTEKİN¹****¹Karabük University Yenice Vocational High School,****hiracan55@gmail.com, ORCID 0009-0005-1650-5702****muhammet.akbaba1@icloud.com, ORCID 0009-0007-5050-0547****fatihgultekin@karabuk.edu.tr, ORCID 0000-0003-1112-9830****Abstract**

This study examines the vulnerabilities of the SSH (Secure Shell) protocol and methods for exploiting them. While SSH provides encrypted data transfer even in insecure network environments, its default configuration presents critical security risks. The aim of the research is to offer feasible security measures to secure SSH-based remote access systems for small to medium-sized and individual users. The study analyzes commonly cited vulnerabilities in the SSH protocol and methods used by attackers to exploit them. The importance of password management, public key authentication, root user access control, port settings, and the functioning of the security system is emphasized, particularly for effective protection against brute-force attacks. The research also includes additional security measures that should be taken, traffic changes, and the content of open port connections. These results are presented as a practical guide containing essential security practices necessary for all SSH users. The research aims to increase users' knowledge of SSH security and contribute to minimizing threats to their systems.

Keywords: SSH remote access, SSH hardening, SSH vulnerabilities, Public Key Authentication, port forwarding.

GİRİŞ

SSH protokolü, kuruluşlarda sunucular ve bilgisayarlar üzerinde uzaktan erişim sağlanması, sistem yönetimi, yetki kontrolü ve dosya transferi işlemleri için yaygın olarak kullanılan bir araçtır. Güvenli olmayan ağ ortamlarında dahi şifreli iletişim garantisi sağlayan SSH, özellikle Bilgi İşlem ve Sistem Yönetimi departmanlarında kritik bir rol oynamaktadır. Bu çalışmanın temel amacı, SSH protokolünün yapısal güvenlik açıklarını analiz etmek ve bu açıkları gidermek üzere uygulanabilir güvenlik önlemleri sunmaktır. Araştırma kapsamında; SSH bağlantı mekanizmaları, potansiyel güvenlik tehditleri ve bu tehditlere karşı alınması gereken koruma tedbirleri sistematik olarak incelenmiştir.

1. YÖNTEM

Bu çalışma, akademik literatür, tezler, güvenilir kaynaklardan elde edilen bilgiler ve pratik deneyimler temelinde hazırlanmıştır. Çalışma, Kali Linux işletim sistemi üzerinde, OpenSSH 8.9p1 kullanılarak oluşturulmuş bir sanal test ortamında (Windows VM içeren) gerçekleştirilmiştir. Denemeler sırasında kaba kuvvet (brute-force), parola tahmin, root ile doğrudan oturum açma denemeleri ve anahtar tabanlı yetkisiz erişim senaryoları uygulanmıştır; brute-force denemelerinde Hydra aracı kullanılmıştır. Araştırmada sunulan tüm güvenlik uygulamaları bilgisayar ortamında test edilerek doğrulanmıştır. Çalışmada SSH uzaktan erişim güvenliğini artırmak amacıyla incelenip uygulanan yöntemler şunlardır: Açık Anahtar (Public Key) Tabanlı Kimlik Doğrulama; Root kullanıcı erişim kontrolü ve kısıtlandırılması; Parola tabanlı kimlik doğrulamanın devre dışı bırakılması. Araştırmanın temel problemi, SSH protokolündeki yapısal güvenlik açıklarının saldırganlar tarafından nasıl istismar edildiği ve bu tehditlerin nasıl bertaraf edilebileceğidir. Bu amaçla SSH protokolünün işleyişi analiz edilmiş, yaygın saldırı vektörleri tespit edilmiş ve bu vektörlere karşı alınan koruma tedbirlerinin etkinliği değerlendirilmiştir. Kullanılan sanal ortam ve test senaryoları, kontrol edilmiş bir laboratuvar ortamında yapılandırılmış olup; değerlendirme ölçütleri olarak saldırı başarı oranı, kimlik doğrulama başarı/sırası, sistem bütünlüğü üzerindeki etkiler ve konfigürasyon değişikliklerinin etkileri ölçülmüştür. Tüm konfigürasyon örnekleri ve test sonuçları ilgili bölümlerde detaylı olarak sunulmuştur.

2. BULGULAR

Laboratuvar testleri, OpenSSH 8.9p1 üzerinde anahtar tabanlı kimlik doğrulamanın parola tabanlı doğrulamaya kıyasla daha dayanıklı olduğu yönünde kanıtlar sunmuştur; parola doğrulamanın etkin olduğu ortamlarda kaba kuvvet ve sözlük saldırılarının başarı olasılığında artış gözlenmiştir. Root ile doğrudan oturum açma izinlerinin korunması durumunda saldırı sonrası sistem bütünlüğünün bozulma riskinin arttığı saptanmıştır. Anahtar yönetimindeki eksiklikler (zayıf saklama, rotasyon yokluğu, yetkisiz anahtar eklenmesi) anahtar tabanlı mekanizmayı kırılgan hale getirebilir. Konfigürasyon sertleştirmeleri (PasswordAuthentication=no, PermitRootLogin=no, MaxAuthTries azaltılması, AllowUsers/Groups kısıtlamaları) test ortamında saldırı başarı oranını düşürmüştür. Ayrıca, Internet ölçeğindeki veriler ExtraHop araştırmasının da belirttiği üzere birçok kuruluşun SSH portlarını açık bıraktığını ve güvenli olmayan dosya aktarımında zafiyetler bulunduğunu ortaya koymaktadır, bu durumun kurumsal seviyede ciddi risk oluşturduğu değerlendirilmiştir (Muncaster, 2022). Sonuç olarak, uygun yapılandırma, güçlü anahtar yönetimi, merkezi günlüklenme ve erişim kısıtlamaları uygulandığında SSH tabanlı erişimlerin güvenliği önemli ölçüde artmaktadır; ancak insan faktörü ve güncelleme eksiklikleri hâlâ kritik risk oluşturmaya devam etmektedir.

3. SSH BAĞLANTISI

SSH sunucusunun (sshd) yüklü ve etkin olması, bağlantı kabul eden hizmetin varlığını ve sürekliliğini sağlar; servis yönetimi komutları bu altyapının çalışır durumda olduğunu doğrulamak için kullanılır. Uzak bağlantı kurulurken sunucu kimlik bilgisi (host key fingerprint) doğrulaması, ortadaki adam (MitM) saldırılarına karşı koruma sağlar; bu adımın neden yapıldığı ve kabulünün güvenlik sonucuna etkisi vurgulanmalıdır. Kimlik doğrulama yöntemleri (parola vs. açık anahtar) farklı tehdit modellerine karşı farklı seviyelerde koruma sunar;

parola tabanlı doğrulamanın insan kaynaklı zayıflıklar ve kaba kuvvet saldırılarına karşı daha savunmasız olduğu, anahtar tabanlı doğrulamanın ise uygun anahtar yönetimi ile daha yüksek dayanıklılık sağladığı belirtilmelidir. Parola girişinin terminalde görünmez olması kullanıcının gizliliğini korur ama parola politikasının ve saklama uygulamalarının yetersiz olması riski azaltmaz. SSH oturumlarının sağladığı yetkiler (dosya işlemleri, izin değişiklikleri, yapılandırma) sistem üzerinde geniş yetki anlamına geldiğinden erişim kontrolü, yetki ayırımı, anahtar rotasyonu ve merkezi günlükleme gibi kontrollerin uygulanması güvenliği artırır. Metinde komutların sözdiziminden çok bu işlemlerin güvenliğe katkısı ve hangi güvenlik ihtiyacını karşıladığına odaklanılmıştır.

3.1. Dosya Paylaşımı

SSH tabanlı dosya aktarımı, SSH2 mimarisi üzerinde çalışan Secure Copy Protocol (SCP) ve SSH File Transfer Protocol (SFTP) ile güvenli, çift yönlü bayt akışı üzerinden gerçekleştirilmekte; bu yapı, taşıma katmanında sunucu kimlik doğrulaması, gizlilik ve bütünlük sağlayan şifreli tünel ile kullanıcı kimlik doğrulaması ve çoklu mantıksal kanal kullanımını birleştirerek veri iletimini koruma altına almaktadır (Ylönen & Lonvick, 2006; Saarenmaa & Galbraith, 2006). SCP tek komutla dosya kopyalamaya odaklanan basit bir mekanizma sunarken, SFTP aynı güvenlik düzeyini koruyarak daha kapsamlı dosya yönetimi, listeleme ve denetim işlevlerini desteklemekte ve deneysel çalışmalar, eşit güvenlik bütünlüğü altında aynı boyuttaki dosyaların aktarımında SFTP'nin SCP'ye kıyasla daha yüksek hız sağlayabildiğini göstermektedir (Nawej & Owolawi, 2018). Bununla birlikte, her iki yöntemde de hedef dizinlerdeki dosyaların üzerine yazılmasına ilişkin kuralların, yetkilendirme ve erişim denetimlerinin, günlükleme ve sürümleme süreçlerinin uygun şekilde yapılandırılmaması operasyonel riskleri artırdığından, SSH tabanlı güvenli aktarım altyapılarında izinlerin doğrulanması, açıklayıcı adlandırma, düzenli yedekleme, ayrıntılı transfer günlükleri ve toplu aktarım senaryolarında geri alınabilirlik ile denetim izi sağlayan prosedürlerin kurumsal güvenlik politikalarının ayrılmaz bir parçası olarak tasarlanması gerekmektedir (Nawej & Owolawi, 2018; Saarenmaa & Galbraith, 2006; Ylönen & Lonvick, 2006).

4. SSH GÜVENLİĞİ

4.1. Uzaktan Erişim Açıkları

SSH protokolünün yaygın kullanımına rağmen, yetersiz sistem yönetimi ve yapılandırma hatalarından kaynaklanan ciddi güvenlik açıkları bulunmaktadır. Bu açıklar başlıca olarak şu kategorilerde sınıflandırılmaktadır: zayıf parola politikaları, parola hırsızlığı, SSH daemon'un yanlış veya eksik yapılandırılması, erişim günlüklerinin izlenmemesi ve statik SSH anahtarlarının kullanılması. SSH protokolünün varsayılan ayarlarından kaynaklanan güvenlik riskleri aşağıdaki gibi belirtilmektedir: SSH hizmetinin standart olarak 22 nolu port üzerinde çalışması, tüm saldırganlar tarafından bilinmektedir. Ayrıca, SSH'nin parola doğrulama sisteminin brute-force (kaba kuvvet) saldırılarına karşı savunmasız olması, tahmin edilebilir parolalar veya sözlük kelimelerinin kullanılması durumunda saldırganların sisteme yetkisiz erişim sağlamasına neden olmaktadır. Bunun yanı sıra, root kullanıcı girişi varsayılan olarak aktif konumdadır. Bu durum, önemli bir güvenlik tehdidi oluşturmaktadır; çünkü saldırganlar root kullanıcısının parolasını başarıyla kırabildikleri takdirde, sunucunun tam yönetim kontrolünü ele almış olacaklardır (Nepal, 2014, s. 14).

4.2. SSH Varsayılan Ayarlar Güvenlik Önlemleri

Belirtilen genel güvenlik açıkları için önlemler almadan önce, SSH protokolünün varsayılan olarak ne tür güvenlik mekanizmaları kullandığının anlaşılması gerekmektedir. SSH, İnternet ortamının büyük bir bölümü gibi TCP/IP protokol yığını kullanmaktadır. TCP (Transmission Control Protocol - İletim Kontrol Protokolü) ve IP (Internet Protocol - İnternet Protokolü), ağlar arasındaki paketlerin alıcının IP adresi kullanılarak güvenli ve sıralı bir şekilde iletilmesini sağlamaktadır. SSH, bu tünelleme protokolü seçiminde diğer protokollerden ayrılmaktadır. Alternatif olan UDP (User Datagram Protocol) protokolü daha yüksek hız sunmakla birlikte, güvenilirlik açısından TCP'ye kıyasla daha düşük seviyededir. Protokol seçiminin yanı sıra, SSH protokolü verilerin yetkisiz

denlenmesine karşı koruma sağlamak için şifreleme kullanmakta, açık anahtar şifrelemesi aracılığıyla güçlü kimlik doğrulama sağlamakta, ayrıca iletim sırasında verilerin değiştirilmesini önleyerek veri bütünlüğünü korumaktadır. SSH anahtarları, giriş işlemi sırasında kullanılan kimlik doğrulama bilgilerini taşıyan mekanizmalar olarak tanımlanabilir. SSH'de kullanılan anahtar türleri şu şekildedir: RSA, DSA, ECDSA ve EdDSA (ED25519). RSA anahtarı güçlü bir yapıya sahip olmakla birlikte, diğer anahtar türlerine kıyasla daha yavaş performans göstermektedir. DSA anahtarı ise eski bir standarttır ve 1024-bit sınırlamasına sahip olduğundan, günümüzde artık önerilmemektedir. ECDSA, uygun eğri ve parametrelerle güncel kriptografik standartlarca kabul edilen ve güvenli bir elliptic-curve tabanlı seçenektir; güvenlik düzeyi seçilen eğriye ve uygulama/parametre doğruluğuna bağlıdır. Ed25519 algoritmasını kullanan EdDSA anahtarları ise mevcut anahtar türleri arasında en modern, güvenli ve yüksek performanslı alternatiftir (Day, 2025).

4.3. SSH Sertleştirme

Çalışmada SSH uzaktan erişim açıkları ve varsayılan güvenlik ayarlarının ele alınmasıyla birlikte, SSH'nin neden tam olarak güvenli olmadığı anlaşılmıştır. SSH sertleştirme, SSH hizmetinin saldırılara karşı dayanıklılığını artırmak amacıyla alınan güvenlik önlemlerinin bütünüdür. Alınabilecek temel güvenlik önlemleri şu şekildedir: root kullanıcı girişinin engellenmesi, açık anahtar kimlik doğrulamasının yapılandırılması, erişimin belirli kullanıcılarla sınırlandırılması ve varsayılan portun değiştirilmesi. Root kullanıcı girişinin engellenmesinin amacı, saldırganların root yetkileriyle sistemi ele geçirmesini önlemektir; root kullanıcının en yüksek sistem yetkilerine sahip olması bu erişimin kısıtlanmasını kritik bir önlem haline getirir (Nepal, 2014, s. 14). SSH yapılandırma dosyası (sshd_config) üzerinde yapılan değişiklikler, bu tür yetki kısıtlamalarını ve kimlik doğrulama tercihlerini kalıcı hale getirir; örneğin PermitRootLogin parametresinin devre dışı bırakılması root ile doğrudan oturum açılmasını engelleyerek yüksek ayrıcalıklı erişim riskini azaltır. Benzer şekilde PasswordAuthentication parametresinin kapatılması parola tabanlı kimlik doğrulamayı devre dışı bırakır ve böylece kaba kuvvet saldırılarına karşı savunmayı güçlendirirken, açık anahtar tabanlı kimlik doğrulamasının kullanılmasını zorunlu kılar. SSH protokolünün varsayılan portu 22 olduğundan, saldırganlar bu portu sistematik olarak taramakta; varsayılan portun değiştirilmesi otomatik tarama tabanlı saldırı yüzeyini küçültür ve saldırganların başarılı keşif yapma olasılığını azaltır (Tiwari, H., 2023, s. 2-3). SSH anahtar çiftleri, örneğin Ed25519 gibi modern algoritmalar tercih edilerek oluşturulur; bu anahtarlar bir açık anahtar (public) ve bir özel anahtar (private) çiftinden oluşur ve özel anahtarın yerel sistemde güvenli şekilde saklanması, yetkisiz erişimin önlenmesi açısından kritik öneme sahiptir (Barrett & Silverman, 2005, s. 23). Anahtar oluşturma araçları, uygun algoritma seçimi ve anahtarların saklanma yerleri konusunda esneklik sağlar; farklı anahtar türlerinin seçilebilmesi, sistem gereksinimlerine ve güvenlik politikalarına göre daha uygun kriptografik seçeneklerin uygulanmasına imkan verir. Oluşturulan açık anahtarın uzak sunucuya aktarılması ise, parola kullanımını devre dışı bırakacak biçimde güvenli erişim sağlamak için gerekli adımdır; bu aktarım yöntemi, uzak sunucuda ilgili kullanıcının yetkilendirilmiş anahtarlar listesine ekleme yapılarak, kimlik doğrulama sürecinin parola yerine kriptografik anahtarlara dayanmasını temin eder (Barrett, 2005, s. 26).

Tablo 1. Alınan güvenlik önlemlerinin amacı ve sağladığı koruma tablosu.

Güvenlik Önlemi	Amaç	Uygulamadan Önce	Uygulamadan Sonra
PermitRootLogin no	Root erişimini engelleme	Root hesabı doğrudan hedef olur; tek hesapta zayıf parola veya anahtar sızıntısı tüm sistemi tehlikeye atar	Root doğrudan oturum açamaz, saldırganların yönetici erişimi elde etmesi zorlaşır.
PasswordAuthentication no	Parola saldırılarını azaltma	Brute-force ve parola tahmin saldırıları mümkün; zayıf/parola paylaşımı riski yüksek	Parola ile oturum açma engellenir; brute-force riski büyük oranda azalır; yalnızca daha güvenli yöntemlerle giriş yapılır
Public Key Authentication	Güçlü doğrulama	Parola temelli zayıflıklar; kimlik doğrulama kolayca kırılabilir	Anahtar tabanlı doğrulama otomatik saldırılara karşı koruma sağlar ve anahtar yönetimi erişim denetimini güçlendirir.

4.4. Yerel SSH Port Yönlendirme

SSH protokolü tarafından sunulan en güçlü özelliklerden biri port yönlendirmesidir. Port yönlendirmesi, bir SSH istemcisinin SSH sunucusuna bağlanıp bu sunucu üzerinden başka portlara da erişim sağlayabilme yeteneğidir. "Port tünelleme" olarak da bilinen bu mekanizma, TCP trafiğinin şifreli bir SSH bağlantısı üzerinden gönderilmesini sağlamaktadır (Dwivedi, 2003, s. 187). Yerel port yönlendirmesi yapılandırıldığında, yerel bilgisayarın belirli bir portuna gelen trafiği, uzak sunucudaki belirli bir porta yönlendiren güvenli bir tünel oluşturulur. Tüm bu iletişim şifrelenmiş bir SSH tüneli üzerinden gerçekleştiğinden, veriler yetkisiz erişim veya kesiştirilmeden korunmaktadır (Vinayak, 2025). Bu yönlendirme türünde, SSH istemcisi belirli bir portta dinleme yapmakta ve bu porta yapılan tüm bağlantıları uzak SSH sunucusundaki belirtilen porta tünellemektedir. Hedef port daha sonra nihai hedef makinedeki bir porta bağlanır. Hedef makine, uzak SSH sunucusu veya ağ üzerindeki başka herhangi bir makine olabilir. Yerel port yönlendirmesi, veritabanı sunucuları veya VNC (Virtual Network Computing) gibi dahili ağ hizmetlerine erişim sağlamak için yaygın olarak kullanılmaktadır (Panovski, 2026). Yerel port yönlendirmesinin pratik uygulaması örneği olarak, "ssh -L 5433:localhost:5433 kullanıcı@database.com" komutu kullanılarak uzak bir veritabanına 5433 portu aracılığıyla güvenli bir şekilde bağlanılabilir. Yerel bilgisayarda herhangi bir açık port kullanılabilmektedir.

4.5 VPN İle SSH Kullanımı

Man-in-the-Middle (MITM) saldırıları, bir saldırganın iki cihaz arasındaki trafiği dinleyebildiği, yakalayabildiği veya değiştirebildiği güvensiz ağlarda yaygındır. Bu çalışmada, MITM saldırısının pratik bir simülasyonu sanal makine altyapısı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Saldırgan makine (host/hacking machine) olarak Kali Linux ve hedef makine (target machine) olarak bir Windows VM kullanıldı. İlk aşamada saldırı, normal ve açık bir sanal ağ üzerinde yürütüldü; paket yakalama başarılı oldu ve trafik okunabildi. Daha sonra iki savunma tekniği test edildi: hedef makinede VPN şifrelemesi ve ağ segmentasyonu. Bu savunmalar etkinleştirildikten sonra saldırgan trafiği yakalayamadı veya okuyamadı. Çalışmanın temel amacı, MITM saldırılarının nasıl işlediğini basit ve pratik bir şekilde göstermek ve VPN ile ağ segmentasyonunun bu saldırıları nasıl engellediğini ortaya koymaktır; ayrıca makale, sanal bir ortamda MITM saldırılarını ve temel savunma mekanizmalarını anlamak isteyenler için öğretici bir kılavuz olarak kullanılabilir. VPN katmanı, SSH trafiğini açık İnternet'te doğrudan maruz bırakmaktan kaçınarak saldırı yüzeyini daraltır; sahte erişim noktaları ve yerel ağdaki MITM risklerini azaltır,

ayrıca SSH portu taramalarını ve doğrudan brute-force erişim denemelerini sınırlar. Ancak VPN tek başına eksiksiz güvenlik sağlamaz; uçtan uca şifreleme, kimlik doğrulama ve erişim kontrolleri yine uygulanmalıdır (Cahill, n.d.). Bu çalışmadaki deneysel bulgular, VPN şifrelemesinin MITM saldırılarında paket yakalamayı ve okunmayı etkin biçimde engellediğini pratik olarak doğrulamaktadır; ek olarak, ağ segmentasyonu saldırganın yatay hareket kabiliyetini sınırlandırarak ek bir savunma katmanı sunmuştur. Teknolojik tercihler: WireGuard, modern kriptografik yapı ve küçük kod tabanı nedeniyle yüksek performans ve kolay denetlenebilirlik sunarken; OpenVPN esneklik ve geniş uyumluluk ile TCP/UDP üzerinden çalışıp firewall atlatmada avantaj sağlar; IPsec (IKEv2) ise yerleşik, çok-terafli uyumluluk ve site-to-site kurulumları için tercih edilir. Protokol seçimi performans, işletme altyapısı ve firewall/NAT gereksinimlerine göre yapılmalıdır (Palo Alto Networks n.d.). Deneysel sonuçlar, hangi VPN teknolojisi seçilirse seçilsin doğru yapılandırma ve uçtan uca korunma olmadığı sürece ek güvenlik risklerinin devam edebileceğini göstermektedir. Uygulama önerileri (kısa): SSH erişim kontrolleri: anahtar tabanlı doğrulama, PermitRootLogin=no, PasswordAuthentication=no, VPN erişim politikaları: kullanıcı bazlı IP atama, en az ayrıcalık (least privilege). Ağ segmentasyonu: hassas sistemleri ayrı VLAN/alt ağlarda izole etme; saldırganın erişimini sınırlama, merkezi günlükleme ve düzenli güncelleme/patch yönetimi. Bu çok katmanlı savunma yaklaşımı, SSH'ye yönelik otomatik tarama/istismar ve MITM risklerini anlamlı ölçüde azaltır (Gomez B., 2022).

5. SONUÇ

Bu çalışmada SSH protokolünün temel çalışma mekanizmaları, varsayılan yapılandırmaları ve yaygın istismar vektörleri sistematik olarak incelenmiş; sanal ortamdaki deneyler ve literatür ışığında uygulamaya dönük teknik tedbirler önerilmiştir. Elde edilen bulgular, açık anahtar tabanlı kimlik doğrulamanın, parola doğrulamasının devre dışı bırakılmasının, root erişiminin kısıtlanmasının, sshd yapılandırmasının sertleştirilmesinin, anahtar yönetiminin, merkezi günlüklemenin ve VPN entegrasyonunun SSH kaynaklı riskleri anlamlı ölçüde azalttığını göstermektedir. Bununla birlikte, önerilen tedbirlerin kuruluş düzeyinde tüm güvenlik gereksinimlerini otomatik olarak karşılamayacağı belirtilmelidir. Bu önlemlerin etkinliği, doğru uygulanmaları, düzenli güncellemeler ve insan faktörüne yönelik eğitim ile desteklendiğinde altyapının yetkisiz erişim ve ağ tabanlı tehditlere karşı direncini artırması beklenmektedir. Sonuç olarak, SSH güvenliği yalnızca protokol düzeyinde değil; anahtar yönetimi, erişim politikaları, ağ mimarisi ve izleme süreçlerini içeren bütünsel bir güvenlik stratejisi çerçevesinde ele alınmalıdır.

KAYNAKLAR

- Barrett, D. J., Silverman, R. E., & Byrnes, R. G. (2005). SSH, the secure shell: The definitive guide. O'Reilly Media. <https://books.google.nl/books?id=3XzIFG3w8-YC>
- Cahill, A. (n.d.). OpenVPN vs. WireGuard vs. IPsec: Selecting the best VPN for IoT. Telnyx. <https://telnyx.com/resources/ipsec-vs-openvpn-vs-wireguard>
- Day, B. (2025). Understanding SSH key types: RSA, DSA, ECDSA, and EdDSA. LinuxSecurity. <https://linuxsecurity.com/features/ssh-mastery-linux-server-security>
- Dwivedi, H. (2003). Implementing SSH: Strategies for optimizing the secure shell. John Wiley & Sons. <https://books.google.nl/books?id=kfXIAj0iSTwC>
- Gomez, B. (2022). Comparing open-source VPN protocols: WireGuard, OpenVPN, and IKEv2. LinuxSecurity. <https://linuxsecurity.com/features/open-source-vpn-protocols-compared-why-wireguard-is-on-the-rise>
- Muncaster, P. (2022, August 5). Over 60% of organizations expose SSH to the internet. Infosecurity Magazine. <https://www.infosecurity-magazine.com/news/over-60-organizations-expose-ssh/> infosecurity-magazine.com
- Nawej, C., & Owolawi, P. A. (2018). Evaluation and modelling of secured protocols' spent transmission time. In 2018 International Conference on Intelligent and Innovative Computing Applications (ICONIC) (pp. 1–5). <https://doi.org/10.1109/iconic.2018.8601263>
- Nepal, A. K. (2014). Linux server & hardening security (Master's project). Western Governors University. https://www.researchgate.net/publication/265162827_Linux_Server_Hardening_Security
- Panovski, D. (2026). SSH tunnel: Local, remote, and dynamic port forwarding. Linuxize. <https://linuxize.com/post/how-to-setup-ssh-tunneling/#dynamic-port-forwarding>
- Palo Alto Networks. (n.d.). WireGuard vs. OpenVPN | What are the differences? Palo Alto Networks. <https://www.paloaltonetworks.com/cyberpedia/wireguard-vs-openvpn>
- Saarenmaa, O., & Galbraith, J. (2006, July). SSH File Transfer Protocol (Internet-Draft). Internet Engineering Task Force. <https://datatracker.ietf.org/doc/html/draft-ietf-secsh-filexfer-13> IETF
- Tiwari, H. (2023). Enhancing SSH security: Strategies and best practices against cyber attacks. https://insights2techinfo.com/wp-content/uploads/2023/11/CSIM_Enhancing-SSH-Security-Strategies-and-Best-Practices-Against-Cyber-Attacks-1-4.pdf
- Vinayak, B. (2025). SSH port forwarding: Local, remote, and dynamic explained. DigitalOcean. <https://www.digitalocean.com/community/tutorials/ssh-port-forwarding>
- Ylönen, T., & Lonvick, C. (2006). The secure shell (SSH) protocol architecture (RFC 4251). <https://doi.org/10.17487/rfc4251>

SUBMERGED ARC WELDABILITY OF P265GH PRESSURE VESSEL STEEL WITH AISI 316L STAINLESS STEEL

Master of Science Student, Hüseyin EFEER¹/ Assoc. Prof. Dr. Aziz Barış BAŞYİĞİT²

¹Kırıkkale University, Institute of Science, Department of Metallurgical and Materials Engineering, huseyinefeer@outlook.com, ORCID: 0009-0003-3238-6833

²Kırıkkale University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Metallurgical and Materials Engineering, abbasyigit@kku.edu.tr, ORCID: 0000-0003-1544-3747

Abstract

Pressure vessel steel originates from the widespread use of these steels in the manufacture of pressure vessels. P265GH pressure vessel alloy is widely used in boilers, pressure vessels, heat exchangers, industrial storage tanks and they are characterized by their good weldability and adequate creep resistance. These steels are widely recognized as being specifically engineered to provide a balanced combination of strength, toughness, and weldability thereby ensuring the safe and reliable performance required for service applications.

Austenitic stainless steels represent the largest group of stainless alloys having satisfactory strength values close to the mild steels gaining them good formability. They are readily weldable as they are not transformation hardenable. 316L grade austenitic stainless steels are extensively utilized in industries owing to their outstanding resistance to oxidation corrosion and well formability characteristics.

In the present study; 15 mm 316L and P265GH steel plates were joined by submerged arc welding. The main aim is to utilize these two distinct alloys together in a component for economical considerations as 316L alloy is much more expensive than the P265GH alloy. The microstructural and mechanical properties of the weld zones were examined. The experimental findings indicated that these two dissimilar steel alloys can be joined together by submerged arc welding process.

Keywords: P265GH steel, AISI 316L stainless steel, Submerged arc welding.

1. INTRODUCTION

Pressure vessel steels are designed to withstand high internal pressures and elevated temperatures, providing the balance of strength and toughness required for safety-critical applications. 316L stainless steel alloys are preferred for their superior resistance to oxidation especially in high temperature ambients.

However, their low thermal conductivity and high thermal expansion coefficients can lead to distortion and residual stresses during the welding process; consequently, optimising the process parameters is essential for achieving qualified joints [1]. The relatively high chromium and nickel content stabilises the austenitic phase, thereby increasing ductility and toughness; however, it also gives rise to complex thermal and microstructural reactions during welding [2,3]. The Cr_2O_3 passive layer formed due to the chromium content has the ability to self-renew on the surface, thereby reducing biological and chemical contamination [4].

P265GH alloy is widely used in critical industries such as oil and gas, power generation, and petrochemical processing due to their ability to withstand high pressure and temperature conditions. Owing to their capability to endure high-pressure and high-temperature environments, pressure vessel steels find widespread application in critical sectors like oil and gas, power generation, and petrochemicals.

These steels are widely acknowledged to be specially engineered to offer an optimal balance of strength, toughness, and weldability essential for secure and dependable service performance [2,5,6].

2. MATERIALS AND METHODS

2.1. Experimental Materials

P265GH and AISI316L plates were machined by laser cutting to dimensions as given in Figure 1.

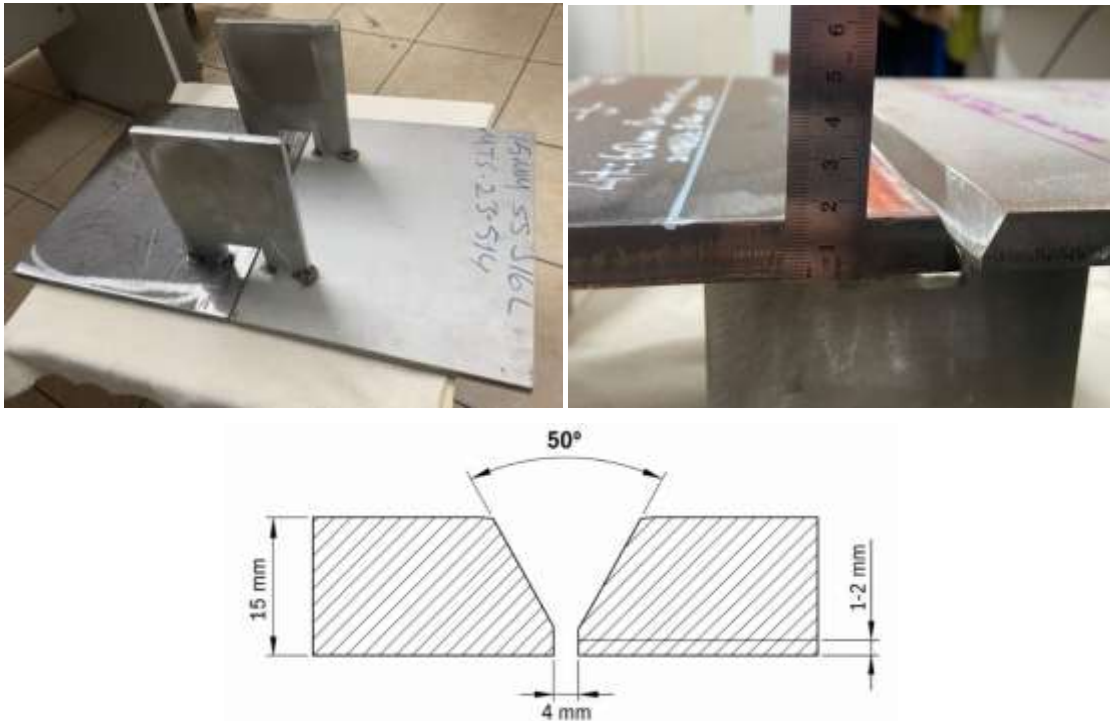


Figure 1. Samples prepared for joining operation

The final machined dimensions of the plates are 15x300x350 mm. The chemical composition of the P265GH and AISI 316L plates were analysed by Amatex brand Spectromax model optical spectrometer as given in Table 1.

The experimental materials are consistent with the Standard documents BS EN 10028-2 [7], ASTM A240/240M [8]. ER2209 welding wire is used in joining operations EN ISO 14343 [9], AWS A5.9/A5.9M [10].

Table 1. The chemical composition of the experimental materials according to the spectral analysis.

% by wt.	Experimental Material	
	P265GH	AISI 316L
C	0.151	0.0146
Si	0.206	0.5231
Mn	1.0800	1.3202
P	0.0147	0.0108
S	0.0067	<0.0005
Cr	0.0172	16.5972
Mo	0.0043	2.0313
Ni	0.0150	10.2711
Cu	0.0394	0.0424
N	>0,0357	0.0470
Al	0.0417	0.0028
Co	0.0060	0.1971
Ti	0.0022	0.0067
V	0.0016	0.0722
W	<0.0050	0.0095
Fe	98.3500	68.8117

The chemical composition of the ER2209 welding wire obtained from the manufacturer is given in Table 2.

Table 2. The chemical composition of the welding wire according to the manufacturer.

% by wt.	Welding Filler wire
C	0.020
Si	0.600
Mn	1.600
P	<0.0005
S	<0.0005
Cr	22.500
Mo	3.000
Ni	8.500
N	0.150

Submerged arc welding operation is applied by a ESAB LAF 1001 brand welding instrument. Joined samples are given in Figure 2.



Figure 2. Submerged arc welded samples

Welding parameters are given in Table 3.

The samples were grinded and brushed before the joining operation. Samples were adopted together by an apparatus.

Ceramic backing material is used in welding operations for maintaining equalized cooling conditions.

Table 3. Welding parameters of the joining process.

Welding Current (Amperes)	Backing Material	Method of preparation and cleaning:	Preheat Temperature (min) (°C)	Flux Designation / Trade Name	Back Gouging / Back Gouging Method	Interpass Temperature (max) (°C)
260-370	Ceramic	Grinding Brushing	120	EN ISO 14174 : S A FB 2 DC (MAGMAWELD SIF 501)	Grinding	190
Type of Polarity	Travel Speed (mm/min)	Wire Feed Speed (m/min)	Heat Input (kj/mm)	Welding wire size (Ø mm)	Welding passes	Joint Type
DC (+)	247-263	2	1.67-2.28	3.2	8	Butt welding

The specimens were assembled using a fixture to achieve improved joint fit-up. The welding process was carried out by preheating to 120 °C and also controlling interpass temperatures close to 190 °C via eight distinct passes.

3. RESULTS

3.1. Microstructural investigations

3.1.1. Microstructural investigations of the base metals

Microstructures of the unwelded P265GH alloy is given in Figure 3.

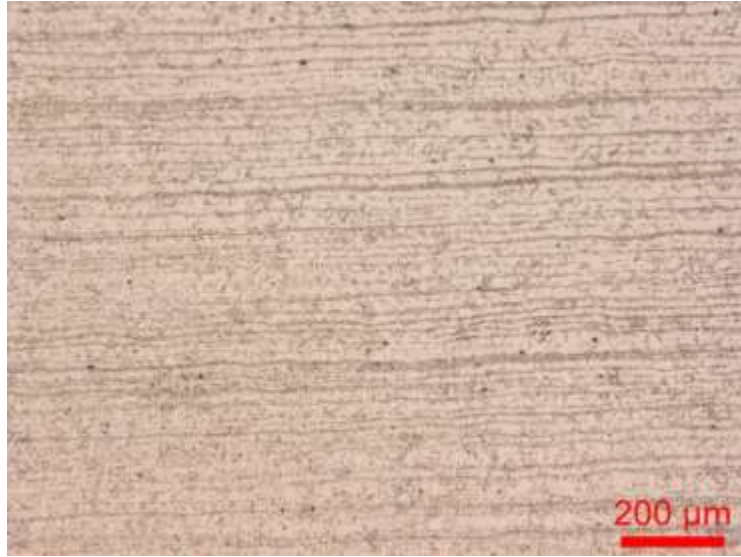


Figure 3. Microstructure of the P265GH steel alloy

2% Nitric acid solution is used in etching of P265GH base metal. The microstructure consists of ferrite and pearlite.

The darker regions indicate pearlite and the darker regions indicate ferrite in Figure 3. Rolling direction is also clearly visible in the microstructure. No other major defined micro-constituents are detected in the microstructures of raw P265 GH alloy.

Microstructure of the unwelded AISI 316L stainless steel is given in Figure 4. Aqua regia solution is used in etching of 316L stainless steel.



Figure 4. Microstructure of AISI 316L stainless steel alloy

Dominant austenitic microstructure is visible in Figure 4. The grain boundaries include minor amount of delta ferrite as seen in the microstructure. No other types of micro constituents are seen in the microstructure of raw 316L alloy.

3.1.2. Microstructural investigation of the welded samples

Microstructures of the welded samples are given in Figure 5. 40% NaOH solution is used in etching of welded samples.

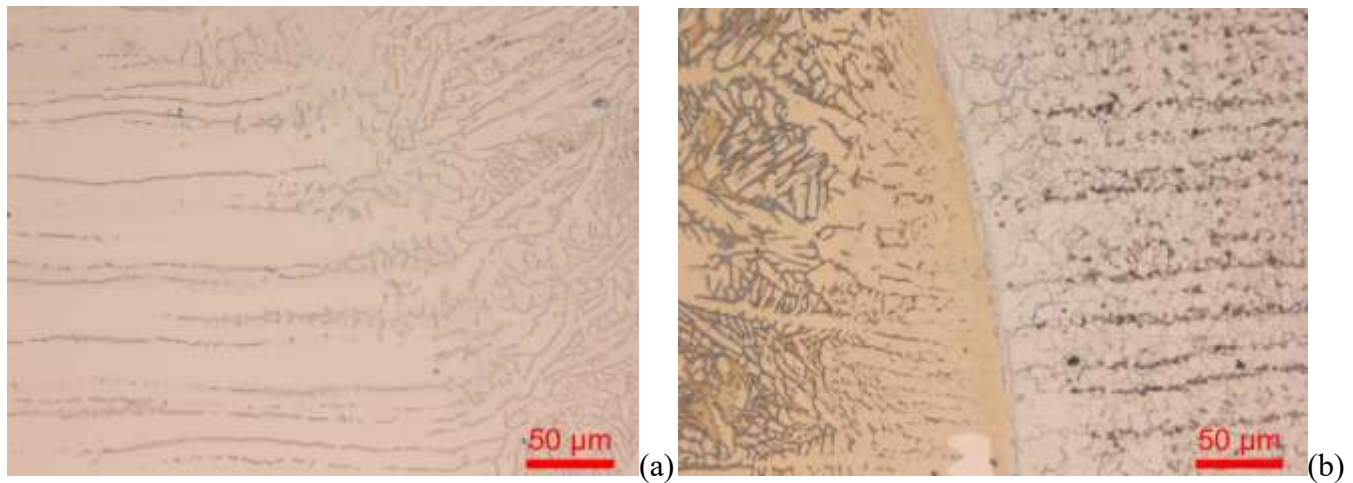


Figure 5. Weld zones (a) 316L HAZ side, (b) P265 GH HAZ side

Rolling structure is both clearly visible in the 316L and P265GH sides. Dendritic weld metal microstructure is seen in both two sides of the heat affected zones but the dendritic microstructure is more encountered in the P265GH sides of the welded samples.

316L side consists of dominant austenitic microstructure while ferritic pearlitic microstructure with some bainitic transformation products were observed in regions close to the fusion line of P265GH HAZ sides. The microstructural findings are consistent with those reported in the literature [11-14].

3.2. Microhardness tests of the samples

Microhardness tests were applied by a EMCOTEST DR10 vickers brand microvickers hardness testing method according to the TS EN ISO 9015 standard document [15].

Microhardness test results of the samples are given in Table 4.

Table 4. The microhardness test results of the samples

Microhardness Values HV10														
P265GH			HAZ-P265GH Side			Weld Metal			HAZ-316L Side			316L		
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
141	137	141	144	147	148	267	252	253	191	183	181	152	153	151

All of the regions microhardness test results are consistent within the Standard document BS EN ISO 15614-1 (Non-Heat Treated, max 380 Vickers) [16]. The weld metal exhibits the maximum microhardness values in consequence of the filler metal 2209 having more amounts of molybdenum and manganese elements than the both base metals.

4. DISCUSSION AND FUTURE STUDIES

The following findings can be drawn from the present study.

Two distinct group of P265GH and 316L alloys can be succesfully joined together by submerged arc welding by utilizing ER2209 welding wire.

The main reason for joining these two different alloys is for economical considerations as P265GH is cheaper than the 316L alloy.

Microstructural surveys highlighted that weld metal has dendritic like microstructure while the base metals having their original structures. Heat effected zones of both sides preserving their rolling structures.

Microhardness tests proved the weldments having the hardnesses in all regions below the maximum permitted values indicated in the standard documents.

Different types of filler metals will be used in the future studies other than 2209 welding wire for comparison.

Tensile tests, bending tests, impact tests, macrostructural investigations, non destructive testing methods such as penetrant and radiographic inspection tests will be completed on each samples in upcoming studies.

REFERENCES

- [1] Yavuz, Y. (2019). Analysis of welding distortion in austenitic stainless steels (Master's thesis, Istanbul Technical University). Retrieved from <https://tez.yok.gov.tr/>
- [2] Davis, J. R. (1994). Stainless steels (ASM Specialty Handbook). Materials Park, ASM International.
- [3] Lippold, J. C., & Kotecki, D. J. (2005). Welding metallurgy and weldability of stainless steels, Wiley-Interscience.
- [4] Sedriks, A. J. (1996). Corrosion of Stainless Steels (2nd ed.). Wiley-Interscience.
- [5] Honeycombe, R. W. K., & Bhadeshia, H. K. D. H. (2006). Steels Microstructures and Properties (3th. Edition). Butterworth-Heinemann.
- [6] Yalçın, F., Yıldırım, M. S., & Kaya, Y. (2024). Basınçlı Kap Çeliklerin MAG Kaynak Yöntemi Kullanılarak Birleştirilmesi ve Mekanik Özelliklerinin Araştırılması, Politeknik Dergisi, 27(5), 1889–1901. <https://doi.org/10.2339/politeknik.1385257>.
- [7] EN ISO 10028-2, (2017), Flat products made of steels for pressure purposes - Part 2: Non-alloy and alloy steels with specified elevated temperature properties.
- [8] ASTM A240/240M-22-a, (2022), Standard Specification for Chromium and Chromium-Nickel Stainless Steel Plate, Sheet, and Strip for Pressure Vessels and for General Applications.
- [9] EN ISO 14343, (2017), Welding consumables, Wire electrodes, strip electrodes, wires and rods for arc welding of stainless and heat resisting steels.
- [10] AWS A5.9, (2022), Specification for Bare Stainless Steel Welding Electrodes and Rods.
- [11] Huang, B.-S., Yang, J., Lu, D.-H., & Bin, W.-J. (2016). Study on the microstructure, mechanical properties and corrosion behaviour of S355JR/316L dissimilar welded joint prepared by gas tungsten arc welding multi-pass welding process. Materials at High Temperatures, 33(5), 545–553
- [12] Baskutis, S., Baskutiene, J., Bendikiene, R., Ciuplys, A., & Dutkus, K. (2021). Comparative Research of Microstructure and Mechanical Properties of Stainless and Structural Steel Dissimilar Welds. Materials, 14(20), 6180.
- [13] Huang, B.-S., Yang, J., Lu, D.-H., & Bin, W.-J. (2016). Study on the microstructure, mechanical properties and corrosion behaviour of S355JR/316L dissimilar welded joint prepared by gas tungsten arc welding multi-pass welding process. Materials at High Temperatures, 33(5), 545–553. <https://doi.org/10.1080/13621718.2015.1122152>.
- [14] Abbas, M. K., Khalaf, K. A., & Nawawi, S. A. (2007). Study of the mechanical and metallurgical properties of dissimilar welds. Journal of Engineering, 13(1). <https://doi.org/10.31026/j.eng.2007.01.10>.
- [15] TS EN ISO 9015-1, (2001), Metallic materials, Vickers hardness test. Destructive tests on welds in metallic materials, Hardness testing, Part 1: Hardness test on arc welded joints.
- [16] BS EN ISO 15614-1, (2017), Specification and qualification of welding procedures for metallic materials, Welding procedure test, Part 1: Arc and gas welding of steels and arc welding of nickel and nickel alloys.

RULE-BASED CHARGING SYSTEM: ELECTRIC VEHICLE CHARGING OPTIMIZATION WITH SOLAR ENERGY AND BATTERY-SUPPORTED DYNAMIC ENERGY MANAGEMENT

Master's Student Yunus Emre ÖZ 1/ Assoc. Prof. Dr. Adem GÖLCÜK 2/ Asst. Prof. Dr. Tankut AKGÜL
3

1 Selçuk University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Computer Engineering, 248273001017@ogr.selcuk.edu.tr, ORCID NO: 0009-0000-5169-4354

2 Selçuk University, Faculty of Technology Department of Computer Engineering, adem.golcuk@selcuk.edu.tr, ORCID NO: 0000-0002-6734-5906

3 Medipol University, School of Engineering and Natural Sciences Department of Computer Engineering, tankut.akgul@medipol.edu.tr, ORCID NO: 0000-0002-2368-4041

Abstract

The rapid adoption of electric vehicle (EV) technologies plays a critical role in decarbonizing transportation, but it also turns the management of the grid load caused by charging infrastructures into a fundamental engineering challenge. To optimize grid interaction, enhance energy efficiency, and minimize operational costs, a rule-based Energy Management System (EMS) simulation model integrated with renewable energy and storage units has been developed. This EMS model combines a local photovoltaic (PV) generation system, a battery energy storage unit, and a bidirectional grid connection within a centralized architecture. The decision mechanism of the system relies on predefined static rule sets based on intra-day Time-of-Use (TOU) electricity pricing tariffs. The proposed algorithm aims to store low-cost energy in the station's battery during night hours, prioritize solar energy generation during the day to meet EV charging demands, and export stored energy back to the grid during peak evening hours when electricity prices are highest to generate commercial revenue. The simulation interface provides a dynamic testing environment by considering the hourly climatic variations of different geographical regions, the battery capacities of various EV models, and realistic load profiles. Comprehensive analyses confirm that the proposed rule-based system provides a significant economic saving in operational costs compared to traditional station designs where energy is supplied solely from the main grid. This study offers a practical methodology for operating charging stations in a grid-friendly manner, while also establishing a reliable baseline model to evaluate the performance of future AI-supported, predictive complex optimization algorithms. According to the data obtained from the simulation results, the proposed system achieves a high self-sufficiency rate by meeting 38% of the energy demand from local sources. The developed rule-based model successfully limits the grid load to 85.8% during peak hours and increases operational efficiency, enabling the entire system to operate at only 59.4% of its previous cost. Furthermore, in specific scenarios, instantaneous energy independence is increased to 100%, completely eliminating the need for the grid.

Keywords: Electric Vehicle Charging Station, Energy Management System, Rule-Based Control, Renewable Energy Integration, Cost Minimization.

INTRODUCTION

The rapid increase in electric vehicle (EV) usage, driven by the decarbonization goals of the transportation sector (Bhatti et al., 2016), is exerting significant integration pressure on power distribution grids (Prajapati & Vyas, 2023). Particularly as a solution to the voltage fluctuations and peak load problems caused by the instantaneous high power demands of commercial fast-charging stations, integrating these stations with local energy generation and storage resources has emerged as a prominent alternative to costly grid infrastructure upgrades (Chandra Mouli et al., 2016; Hafez & Bhattacharya, 2017).

To alleviate grid stress and reduce operational costs, the hybrid integration of photovoltaic (PV) systems and battery energy storage systems (BESS) into charging facilities is becoming an industry standard (Yan et al., 2019). However, the mismatch between the intermittent nature of PV generation and stochastic charging demands (Esfandyari et al., 2019; Seddig et al., 2017) necessitates an efficient Energy Management System (EMS) to coordinate real-time energy flow and maximize self-consumption (García et al., 2014).

The high computational burden and real-time applicability constraints of complex artificial intelligence or heuristic optimization models found in the literature have enabled "Rule-Based" deterministic strategies to maintain their practical validity, as they are computationally efficient for real-time energy management (Bhatti & Salam, 2018; Chaudhari et al., 2017). Recent rule-based approaches have demonstrated success in offering constant charging prices by isolating the system from grid price fluctuations (Bhatti & Salam, 2018), standard systems often minimize operational complexity by centering directly on Time-of-Use (TOU) tariffs. They aim for maximum savings through a philosophy of charging the battery with low-cost electricity at night, directing PV energy straight to the vehicles during the day, and discharging the battery during peak hours. However, previous studies have primarily relied on parametric statistical models based on predefined assumptions about charging behavior. In contrast, this study uses a data-driven machine learning approach trained on 50,000 real-world observations.

1. THEORETICAL FRAMEWORK

1.1. Renewable Energy Integrated Charging Systems (PV-BESS) and Peak Shaving

To mitigate the grid fluctuations caused by charging stations, PV panels and a BESS are integrated into the system. By storing the energy generated during the day and utilizing it during high-demand hours, "peak shaving" is achieved. This approach protects the grid infrastructure, reduces the carbon footprint, and yields economic benefits from variable electricity tariffs.

1.2. Rule-Based Dynamic Energy Management

In this hierarchy, PV energy is primarily directed toward vehicle and battery charging to prevent energy waste. Meanwhile, power drawn from the grid occurs only in obligatory situations and is strictly kept within a 25 kW hardware limit, thereby ensuring grid stability.

1.3. Grid Interaction and Energy Sales During Idle Periods

This approach transforms the charging station from a passive consumer into a flexible node that supports the grid through bidirectional interaction. By selling surplus energy from the battery back to the grid during peak tariff hours-when vehicle charging demand is idle-operational expenses (OPEX) are significantly reduced, and the economic sustainability of the system is maximized.

2. METHODOLOGY

In this study, a time-step simulation model was adopted to evaluate the effectiveness of the developed rule-based dynamic energy management algorithm and the machine learning-supported demand forecasting model. The

simulation was designed with an object-oriented architecture in the Python programming language, and the system components and problem definitions are detailed below:

2.1. Definition of the Problem and System Architecture

The hybrid EV charging station considered in this study consists of the power grid, PV panels, a BESS, and dual-socket EV charging units. The operational boundaries and hardware constraints of the system are defined as follows:

- **PV and Grid Constraints:** The installed PV capacity of the station is 40 kW. To protect the grid infrastructure from overloads, the maximum instantaneous power that can be drawn from the grid (Grid Limit) is strictly limited to 25 kW.
- **Tariff Structure:** A TOU tariff is utilized to calculate energy costs; the daytime tariff (06:00–22:00) is defined as 6.54 TL/kWh, while the nighttime tariff (22:00–06:00) is set at 4.14 TL/kWh.

2.2. Datasets and Demand Forecasting with Machine Learning

A data-driven approach is adopted to proactively forecast the instantaneous energy demand of incoming vehicles, utilizing the random forest algorithm.

- **Dataset and Inputs:** The model is trained on a dataset containing historical charging data. The primary independent variables (features) of the forecasting model include the hour of the day (*hour*), the vehicle's initial state of charge (*start_soc*), the day of the week (*day_of_week*), and the weekend status (*is_weekend*). Based on these features, the total amount of energy (kWh) to be delivered to the vehicle is predicted.
- **Arrival Rate:** Vehicle arrivals at the stations are modeled stochastically using a Poisson distribution based on hourly arrival intensity rates.

2.3. Dynamic Weather and PV Generation Model

The energy production profile of the PV system is dynamically simulated based on meteorological variables such as cloudiness rate and ambient temperature.

- To analyze various climate profiles, baseline temperature, cloud base, and solar irradiation factor data for Antalya, Ankara, Istanbul, Izmir, and Konya have been integrated into the system.
- Real-time temperature and cloudiness data can be fed into the model through the integration of an external weather API.

2.4. Rule-Based Energy Management Algorithm and Mathematical Formulation

The power flow of the proposed system is managed by a deterministic decision tree to prevent control delays and instabilities that complex models might cause. The system operates in 15-minute intervals (4 steps per hour) and allocates power according to the following strict hierarchy:

- **Rule 1 (PV Priority):** The instantaneous charging demand at the station (P_{Demand}) is primarily met by solar energy (P_{PV}). If the condition $P_{\text{PV}} \geq P_{\text{Demand}}$ is satisfied, the vehicles are charged, and any surplus PV energy is used exclusively to charge the station battery.
- **Rule 2 (BESS Discharge):** In cases where solar energy is insufficient ($P_{\text{PV}} < P_{\text{Demand}}$), the deficit power is drawn directly from the battery (P_{Bat}).
- **Rule 3 (Grid Constraint):** If the combined instantaneous capacity of the PV and BESS is insufficient to meet the vehicle demand, the remaining required energy is drawn from the grid (P_{Grid}). For infrastructure

security, the power drawn from the grid cannot exceed the hardware constraint limit of 25 kW under any circumstances.

Within the framework of these rules, the objective is to minimize the station's dependence on the external grid and its operational costs. The objective function used to calculate the total operational cost of the system is mathematically defined as follows:

$$\text{Cost} = \sum_{t=1}^T \left(E_{\text{Grid\_Buy}}(t) \cdot \text{Price}_{\text{Buy}}(t) \right)$$

Components of the Formula:

- $E_{\text{Grid\_Buy}}(t)$: Represents the amount of energy (kWh) purchased from the grid at time t .
- $\text{Price}_{\text{Buy}}(t)$: Represents the unit energy cost (TL/kWh) during the corresponding time period t (day/night).

The simulation model reports the net financial savings rates provided by the system by comparing these obtained operational costs with a grid-only (hypothetical cost) reference scenario, where the entire energy demand is met completely from the grid.

3. FINDINGS

In this study, the performance of the developed rule-based dynamic energy management algorithm and the demand forecasting model was evaluated over a 30-day simulation scenario (with 15-minute intervals). To measure the effectiveness of the system, a comparative analysis was conducted between a hypothetical "Reference System (Grid-Only)," where all energy is drawn directly from the grid, and the "Proposed Hybrid System," integrated with PV-BESS.

3.1. Energy Distribution and Reduction of Grid Dependence

Thanks to the "PV Priority" principle of the rule-based algorithm, the daytime charging demand was largely met by solar energy, while surplus production was stored in the battery. By limiting the power drawn from the grid to 25 kW, successful peak shaving was achieved; thus, a 58% self-consumption rate was reached, minimizing grid stress.

3.2. Cost Optimization and Dynamic Tariff Management

In accordance with TOU electricity tariffs, energy drawn from the grid was shifted to off-peak night hours (load shifting). By meeting the daytime energy demand from the PV and battery, the reference cost of 71,000 TL that would occur in a traditional system over the 30-day period was reduced to 18,531 TL, achieving a net savings of 73.9% in total operational costs.

4. CONCLUSION AND DISCUSSION

This study demonstrates that the rule-based dynamic energy management algorithm developed for dual-socket EV charging stations supported by PV and batteries exhibits high operational success. The findings indicate that deterministic rules-where PV energy is directed to vehicle charging and the battery in a strict priority order without being wasted-minimize grid dependence and increase the renewable energy self-consumption rate to 58%.

Compared to complex optimization models with high computational loads, the proposed rule-based architecture has proven to be much more stable and computationally efficient on industrial hardware. The developed smart management system prevented the 25 kW hardware grid constraint from being exceeded, elevating the peak

shaving performance to an exceptional level (79.1%). Furthermore, through a load shifting strategy integrated with the TOU tariff, energy was stored during off-peak night hours when electricity is cheaper. Consequently, the total operational costs of the station were reduced by 73.9% compared to traditional systems, ensuring the economic sustainability of the project.

REFERENCES

- Bhatti, A. R., & Salam, Z. (2018). A rule-based energy management scheme for uninterrupted electric vehicles charging at constant price using photovoltaic-grid system. *Renewable Energy*, 125, 384-400
- Bhatti, A. R., Salam, Z., Aziz, M. J. B. A., & Yee, K. P. (2016). A critical review of electric vehicle charging using solar photovoltaic. *International Journal of Energy Research*, 40(4), 439-461.
- Chandra Mouli, G. R., Bauer, P., & Zeman, M. (2016). System design for a solar powered electric vehicle charging station for workplaces. *Applied Energy*, 168, 434-443.
- Chaudhari, K., Ukil, A., Kumar, K. N., Manandhar, U., & Kollimalla, S. K. (2017). Hybrid optimization for economic deployment of ESS in PV-integrated EV charging stations. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 14(1), 106-116.
- Esfandyari, A., Norton, B., Conlon, M., & McCormack, S. J. (2019). Performance of a campus photovoltaic electric vehicle charging station in a temperate climate. *Solar Energy*, 177, 762-771.
- García, P., Torreglosa, J. P., Fernandez, L. M., & Jurado, F. (2014). Improving long-term operation of power sources in off-grid hybrid systems based on renewable energy, hydrogen and battery. *Journal of Power Sources*, 265, 149-159.
- Hafez, O., & Bhattacharya, K. (2017). Optimal design of electric vehicle charging stations considering various energy resources. *Renewable Energy*, 107, 576-589.
- Prajapati, S., & Vyas, S. R. (2023). Management and optimization of Grid-tied Renewable Energy for EV Charging Station. *Transdisciplinary Journal of Engineering & Science*, 14, 317-352.
- Seddig, K., Jochem, P., & Fichtner, W. (2017). Integrating renewable energy sources by electric vehicle fleets under uncertainty. *Energy*, 141, 2145-2153.
- Yan, Q., Zhang, B., & Kezunovic, M. (2019). Optimized operational cost reduction for an EV charging station integrated with battery energy storage and PV generation. *IEEE Transactions on Smart Grid*, 10(2), 2096-2106.

STM32H563 ÜZERİNDE YEDİ DİJİTAL FİLTRE ALGORİTMASININ GÜRÜLTÜ AZALTMA PERFORMANSININ KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ

Tasarım ve Gömülü Sistem Mühendisi, Barış ÇAKIR 1/ Tasarım ve Gömülü Sistem Mühendisi, Ebubekir POLAT 2/ Genel Müdür Yardımcısı, Serkan KABA 3

1 Klemsan Elektrik Elektronik A.Ş İzmir Türkiye, Ar-Ge Departmanı,

bariscakir@klemsan.com.tr, 0009-0009-3149-3649

2 Klemsan Elektrik Elektronik A.Ş İzmir Türkiye, Ar-Ge Departmanı,

ebubekirpolat@klemsan.com.tr, 0009-0001-0685-7641

3 Klemsan Elektrik Elektronik A.Ş İzmir Türkiye, Ar-Ge Departmanı,

SerkanKaba@klemsan.com.tr, ORCID: 0009-0006-1900-031X

Özet

Bu çalışmada, ARM Cortex-M33 tabanlı STM32H563 mikrodenetleyici üzerinde yedi farklı dijital filtre algoritmasının — Basit Hareketli Ortalama (SMA), Üstel Hareketli Ortalama (EMA), Sonlu Dürtü Yanıtlı Hamming penceresi (FIR), Sonsuz Dürtü Yanıtlı Butterworth (IIR), Medyan, 1D Kalman ve normalize edilmiş En Küçük Ortalama Karesel (LMS) — gürültü azaltma performansı sistematik olarak karşılaştırılmıştır. Üç farklı gürültü rejimi incelenmiştir: ağır beyaz gürültü ile ani sıçramaların eşlik ettiği zorlayıcı senaryo (~9 dB giriş SNR), harmonik içerikli durağan olmayan gürültü senaryosu (~10 dB) ve tipik endüstriyel düşük seviye gürültü senaryosu (~23 dB). Hibrit bir metodoloji benimsenmiştir: STM32 ölçümleri yaygın kullanılan varsayılan parametrelerle alınmış, daha geniş parametre uzayı (123 kombinasyon) ise STM32 ile birebir doğrulanmış Python ikiz implementasyonu üzerinde taranarak her filtrenin senaryo-bazlı optimum parametre noktası belirlenmiştir. Performans dört eksenle değerlendirilmiştir: hizalı sinyal-gürültü oranı (dB), kök ortalama karesel hata (RMSE), RMSE-minimize hizalama gecikmesi (örnek) ve DWT döngü sayacı ile ölçüm başına çevrim sayısı. Python ikizi ile STM32 ölçümlerinin 21 filtre konfigürasyonunda 0.01 dB hassasiyetinde birebir eşleşmesiyle çalışmanın tekrar üretilebilirliği sağlanmıştır. Bulgular, filtre seçiminin sinyal bant genişliği ve gürültü seviyesine kritik biçimde bağımlı olduğunu, FIR/IIR kesme frekansı seçiminin tek başına 14 dB'ye varan performans farkı yaratabildiğini ve "tek bir kazanan filtre" yaklaşımının yanıltıcı olduğunu ortaya koymaktadır. Çoklu metrikli radar görselleştirme çerçevesi, gömülü sistem tasarımcısına maliyet/başarım dengesinde pratik bir filtre seçim aracı olarak önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: ARM Cortex-M33, STM32H563, Dijital Filtre, Gömülü Sistem

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE NOISE REDUCTION PERFORMANCE OF SEVEN DIGITAL FILTER ALGORITHMS ON THE STM32H563

Design and Embedded Systems Engineer, Barış ÇAKIR 1/ Design and Embedded Systems Engineer, Ebubekir POLAT 2/ Deputy General Manager, Serkan KABA 3

**1 Klemsan Electrical and Electronics Inc., R&D Department,
bariscakir@klemsan.com.tr, 0009-0009-3149-3649**

**2 Klemsan Electrical and Electronics Inc., R&D Department,
ebubekirpolat@klemsan.com.tr, 0009-0001-0685-7641**

**3 Klemsan Electrical and Electronics Inc., R&D Department,
SerkanKaba@klemsan.com.tr, 0009-0006-1900-031X**

Abstract

In this study, the noise reduction performance of seven different digital filter algorithms—Simple Moving Average (SMA), Exponential Moving Average (EMA), Finite Impulse Response (FIR) with a Hamming window, Infinite Impulse Response (IIR) Butterworth, Median, 1D Kalman, and normalized Least Mean Square (LMS)—implemented on an ARM Cortex-M33-based STM32H563 microcontroller, is systematically compared. Three different noise regimes were investigated: a challenging scenario featuring white noise accompanied by sudden spikes (~9 dB), a non-stationary noise scenario with harmonic content (~10 dB), and a typical industrial low-level noise scenario (~23 dB). A hybrid methodology was adopted: while STM32 measurements were taken using commonly used default parameters, a broader parameter space (123 combinations) was scanned on a Python digital twin implementation—strictly validated against the STM32—to determine the scenario-based optimal parameter point for each filter. Performance was evaluated across four dimensions: aligned Signal-to-Noise Ratio (SNR in dB), Root Mean Square Error (RMSE), RMSE-minimized alignment delay, and the number of clock cycles per sample, measured using the DWT cycle counter. The reproducibility of the study is ensured by achieving an exact match—within a 0.01 dB margin of error—between the Python twin and the STM32 measurements across 21 filter configurations. The findings reveal that filter selection is critically dependent on both signal bandwidth and noise level; for instance, the selection of the FIR/IIR cutoff frequency alone can yield a performance difference of up to 14 dB. Furthermore, the results demonstrate that assuming a "single best filter" approach is misleading. Finally, a multi-metric radar visualization framework is proposed as a practical filter selection tool to help embedded system designers balance computational cost and filtering performance.

Keywords: ARM Cortex-M33, STM32H563, Digital Filter, Embedded Device

LINUX SUNUCU DAĞITIMLARININ KARŞILAŞTIRILMASI: UBUNTU SERVER, DEBIAN VE ALMALINUX

Öğrenci, Emir Sefa Uğurlu (Birinci yazar)1 / Öğrenci, Miray Aksoy (İkinci yazar)2 / Öğrenci, Selim Yüce (Üçüncü yazar)3 / Öğr. Gör. Fatih Gültekin (Dördüncü yazar)4

1 Karabük Üniversitesi, Öğrenci, emirsefaugurlu@hotmail.com, <https://orcid.org/0009-0003-6052-6581>

2 Karabük Üniversitesi, Öğrenci, miraayy87@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0004-0560-0643>

3 Karabük Üniversitesi, Öğrenci, selimyuce011@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0006-0557-8372>

4 Karabük Üniversitesi, Öğr. Gör., fatihgultekin@karabuk.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0003-1112-9830>

Özet

Günümüzde bilgi teknolojileri alanında sunucu sistemleri büyük önem taşımaktadır. Özellikle açık kaynak kodlu Linux tabanlı işletim sistemleri; güvenlik, performans, kararlılık ve maliyet avantajları nedeniyle yaygın olarak tercih edilmektedir. Bu çalışmada Ubuntu Server, Debian ve AlmaLinux adlı üç popüler Linux sunucu dağıtımı karşılaştırılmıştır. Çalışmanın amacı, bu dağıtımların temel özelliklerini incelemek ve kullanım alanlarına göre avantajlarını değerlendirmektir. Ubuntu Server, kullanıcı dostu arayüzü, kolay kurulumu ve geniş topluluk desteği sayesinde özellikle yeni başlayan kullanıcılar ve bulut sistemleri için uygun bir seçenek olarak öne çıkmaktadır. Debian ise yüksek kararlılığı, düşük sistem gereksinimleri ve güçlü güvenlik yapısı ile uzun süre kesintisiz çalışması gereken sunucularda tercih edilmektedir. AlmaLinux ise Red Hat Enterprise Linux tabanlı yapısı sayesinde kurumsal firmalar, veri merkezleri ve hosting şirketleri tarafından yaygın olarak kullanılmaktadır. Karşılaştırma sonucunda her dağıtımın farklı ihtiyaçlara hitap ettiği görülmüştür. Kullanım kolaylığı açısından Ubuntu Server avantaj sağlarken, kararlılık konusunda Debian ön plana çıkmaktadır. Kurumsal çözümler ve uzun süreli destek açısından ise AlmaLinux güçlü bir alternatif oluşturmaktadır. Ayrıca bu dağıtımların açık kaynak yapıda olması, kullanıcıların sistemi özelleştirmesine ve düşük maliyetle yüksek performans elde etmesine olanak sağlamaktadır. Linux dağıtımlarının sunduğu paket yönetim sistemleri, düzenli güvenlik güncellemeleri ve geniş yazılım desteği de kullanıcılar için önemli avantajlar sağlamaktadır. Bunun yanında açık kaynak topluluklarının sürekli geliştirme yapması, sistemlerin güncel ve güvenilir kalmasına katkı sunmaktadır. Bu nedenle Linux dağıtımını seçimi yapılırken sistem gereksinimleri, kullanıcı deneyimi, güvenlik ihtiyacı ve kullanım amacı dikkate alınmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Linux, Ubuntu Server, Debian, AlmaLinux, Sunucu Sistemleri

COMPARISON OF LINUX SERVER DISTRIBUTIONS: UBUNTU SERVER, DEBIAN, AND ALMALINUX

Student, Emir Sefa Uğurlu (First author)¹ / Student, Miray Aksoy (Second author)² / Student, Selim Yüce (Third author)³ / Lecturer Fatih Gültekin (Fourth author)⁴

1 Karabük University, Student, emirsefaugurlu@hotmail.com, <https://orcid.org/0009-0003-6052-6581>

2 Karabük University, Student, miraayy87@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0004-0560-0643>

3 Karabük University, Student, selimyuce011@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0006-0557-8372>

4 Karabük University, Lecturer, fatihgultekin@karabuk.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0003-1112-9830>

Abstract

In today's information technology field, server systems are of great importance. Open-source Linux-based operating systems, in particular, are widely preferred due to their security, performance, stability, and cost advantages. This study compares three popular Linux server distributions: Ubuntu Server, Debian, and AlmaLinux. The aim of the study is to examine the basic features of these distributions and evaluate their advantages according to their areas of use. Ubuntu Server stands out as a suitable option, especially for novice users and cloud systems, thanks to its user-friendly interface, easy installation, and extensive community support. Debian, on the other hand, is preferred in servers that need to operate continuously for a long time due to its high stability, low system requirements, and strong security structure. AlmaLinux, thanks to its Red Hat Enterprise Linux-based structure, is widely used by enterprises, data centers, and hosting companies. The comparison shows that each distribution addresses different needs. Ubuntu Server offers advantages in terms of ease of use, while Debian stands out in terms of stability. AlmaLinux, however, is a strong alternative for enterprise solutions and long-term support. Furthermore, the open-source nature of these distributions allows users to customize the system and achieve high performance at a low cost. The package management systems offered by Linux distributions, regular security updates, and extensive software support provide significant advantages for users. In addition, continuous development by open-source communities contributes to keeping systems up-to-date and reliable. Therefore, when choosing a Linux distribution, system requirements, user experience, security needs, and intended use should be considered.

Keywords: Linux, Ubuntu Server, Debian, AlmaLinux, Server Systems

GİRİŞ

Günümüzde web hizmetleri, veri tabanları, bulut bilişim sistemleri, sanallaştırma ortamları, ağ servisleri ve kurumsal uygulamalar büyük ölçüde sunucu ve veri merkezi altyapıları üzerinde çalışmaktadır. Büyük ölçekli veri merkezleri, bulut bilişim ve internet tabanlı hizmetlerin yürütülmesinde kullanılan temel bilgi işlem platformları olarak değerlendirilmektedir (Barroso et al., 2018). Bulut bilişim ise ağlar, sunucular, depolama, uygulamalar ve hizmetler gibi yapılandırılabilir bilgi işlem kaynaklarına isteğe bağlı ağ erişimi sağlayan bir model olarak tanımlanmaktadır (Mell & Grance, 2011). Bu nedenle sunucu ortamlarında kullanılacak işletim sisteminin seçimi; güvenlik, süreklilik, performans, maliyet ve yönetilebilirlik açısından önemli bir karar olarak görülmektedir. İşletim sistemleri, bilgisayar donanım kaynaklarını yöneten, uygulama programlarına çalışma ortamı sağlayan ve kullanıcı ile donanım arasında aracı görevi üstlenen temel sistem yazılımlarıdır (Silberschatz et al., 2018). Sunucu sistemlerinde bu görevlerin kesintisiz, güvenli ve kararlı biçimde yürütülmesi, hizmet sürekliliği açısından büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda Linux tabanlı işletim sistemleri; esnek kullanım olanakları, geniş yazılım ekosistemi, açık kaynak yapısı ve sistem yönetimine uygun mimarisi nedeniyle sunucu ortamlarında önemli bir yere sahiptir. Açık kaynak yazılım ekosistemi, modern bilgi teknolojileri altyapısının önemli bileşenlerinden biri hâline gelmiştir. Açık kaynak yazılımların kurumlar ve teknoloji ekosistemi için yüksek ekonomik ve teknik değer oluşturduğu belirtilmektedir (Hoffmann et al., 2024). Bununla birlikte açık kaynak sistemlerde güvenlik yalnızca kaynak kodun erişilebilir olmasına bağlı değildir. Açık kaynak yazılım geliştirme süreçlerinde güvenlik uygulamaları, güvenlik açıklarının yönetimi, geliştirici topluluklarının rolü ve yazılımın bakım süreçleri de dikkate alınması gereken önemli unsurlar arasında yer almaktadır (Wen et al., 2017). Linux sunucu dağıtımları, farklı kullanım amaçlarına ve kurum ihtiyaçlarına göre çeşitli avantajlar sunmaktadır. Ubuntu Server, Debian ve AlmaLinux; sunucu ortamlarında değerlendirilebilen, farklı paket yönetim sistemleri, destek yaklaşımları ve kullanım senaryoları bulunan Linux dağıtımlarıdır. Bu dağıtımların karşılaştırılması, kullanıcıların ve kurumların ihtiyaçlarına uygun işletim sistemi seçimi yapabilmeleri açısından önem taşımaktadır. Bu çalışmanın amacı, Ubuntu Server, Debian ve AlmaLinux sunucu dağıtımlarını kullanım kolaylığı, güvenlik, performans, kararlılık, paket yönetimi, destek süresi ve kurumsal kullanım açısından karşılaştırmaktır. Bu kapsamda söz konusu dağıtımların temel özellikleri incelenerek hangi kullanım senaryolarında daha uygun oldukları değerlendirilecek ve Linux sunucu dağıtımı seçiminde dikkate alınması gereken temel ölçütler ortaya konulacaktır.

1. KURAMSAL ÇERÇEVE

Sunucu işletim sistemleri, ağ üzerinden hizmet sunan bilgisayar sistemlerinin yönetilmesini sağlayan temel yazılım bileşenleridir. Bu sistemler; kullanıcı isteklerinin karşılanması, uygulamaların çalıştırılması, veri tabanlarının yönetilmesi, dosya paylaşımı, güvenlik denetimi ve ağ servislerinin sürekliliği gibi görevlerde önemli rol oynar. İşletim sistemlerinin işlem yönetimi, bellek yönetimi, dosya sistemi yönetimi ve donanım kaynaklarının düzenlenmesi gibi temel görevleri, sunucu ortamlarında hizmet sürekliliği açısından kritik öneme sahiptir (Silberschatz et al., 2018). Linux tabanlı işletim sistemleri, sunucu yönetimi alanında yaygın olarak kullanılan sistemler arasında yer almaktadır. UNIX ve Linux sistem yönetimi üzerine hazırlanan temel kaynaklarda Linux tabanlı sistemlerin kurulum, yapılandırma, güvenlik, ağ yönetimi, servis yönetimi ve sistem bakım süreçleri açısından kapsamlı biçimde ele alındığı görülmektedir (Nemeth et al., 2017). Bu durum, Linux dağıtımlarının yalnızca bireysel kullanım için değil, aynı zamanda kurumsal ve sunucu temelli yapılarda da önemli bir teknik altyapı sunduğunu göstermektedir. Açık kaynak yaklaşımı, Linux tabanlı sistemlerin temel özelliklerinden biridir. Açık kaynak yazılımlar; incelenebilir, geliştirilebilir ve farklı ihtiyaçlara göre uyarlanabilir yapıları sayesinde teknoloji ekosisteminde önemli bir yer edinmiştir. Açık kaynak yazılımların ekonomik ve teknik açıdan yüksek değer oluşturduğu belirtilmektedir (Hoffmann et al., 2024). Ancak açık kaynak yapının varlığı tek başına güvenli bir sistem anlamına gelmemektedir. Açık kaynak yazılım geliştirme süreçlerinde güvenlik uygulamaları, güvenlik açıklarının yönetimi, geliştirici topluluklarının katkısı ve yazılımın bakım süreçleri birlikte değerlendirilmelidir (Wen et al., 2017). Sunucu sistemlerinde güvenliğin sürdürülebilmesi için düzenli güncelleme yönetimi ve

güvenlik yamalarının uygulanması önemlidir. Yazılım güvenlik yama yönetimi üzerine yapılan sistematik literatür çalışmaları, yama yönetiminin yalnızca teknik bir işlem olmadığını; aynı zamanda planlama, test etme, uygulama ve izleme süreçlerini içeren yönetsel bir konu olduğunu göstermektedir (Dissanayake et al., 2022). Bu nedenle Linux sunucu dağıtımları değerlendirilirken yalnızca açık kaynak yapıları değil, aynı zamanda güncelleme süreçleri, paket yönetimi, bakım politikaları ve uzun vadeli destek olanakları da dikkate alınmalıdır. Linux ekosisteminde farklı kullanım amaçlarına yönelik birçok sunucu dağıtımı bulunmaktadır. Ubuntu Server, Debian ve AlmaLinux bu dağıtımlar arasında farklı özellikleriyle öne çıkmaktadır. Ubuntu Server; sunucu, bulut ve veri merkezi altyapılarında kullanılabilen bir dağıtım olarak değerlendirilmektedir. Ubuntu'nun uzun süreli destek sürümleri, güvenlik güncellemeleri ve bakım süreçleri açısından üretim ortamlarında avantaj sağlamaktadır (Canonical, n.d.-a, n.d.-b). Debian, köklü yapısı, özgür yazılım anlayışı ve geniş paket arşiviyle uzun süreli sunucu kullanımları için önemli bir seçenek olarak görülmektedir. Debian Administrator's Handbook, Debian sistem yönetimini kurulumdan servis yapılandırmasına kadar ele alan kapsamlı bir kaynak niteliğindedir (Hertzog & Mas, 2022). AlmaLinux ise Red Hat Enterprise Linux ile uyumlu, topluluk destekli ve kurumsal kullanım senaryolarına yönelik geliştirilen bir Linux dağıtımıdır (AlmaLinux OS Foundation, n.d.). Sunucu dağıtımlarının karşılaştırılmasında performans, güvenlik, kararlılık, paket yönetim sistemi, güncelleme desteği, topluluk desteği, kurumsal kullanım uygunluğu, donanım uyumluluğu ve kullanım kolaylığı gibi ölçütler önemli rol oynamaktadır. Bu çalışma kapsamında Ubuntu Server, Debian ve AlmaLinux dağıtımları bu ölçütler doğrultusunda incelenmiş ve farklı kullanım senaryolarına göre avantajları değerlendirilmiştir.

2. YÖNTEM

Bu çalışmada Linux tabanlı sunucu işletim sistemlerinden Ubuntu Server, Debian ve AlmaLinux dağıtımları karşılaştırmalı analiz yöntemiyle incelenmiştir. Araştırmada nitel araştırma yaklaşımı benimsenmiş ve veriler doküman inceleme yöntemiyle elde edilmiştir. Doküman inceleme, araştırma konusu ile ilgili yazılı ve elektronik belgelerin sistematik biçimde incelenmesine dayanan nitel bir araştırma yöntemi olarak değerlendirilmektedir (Bowen, 2009). Nitel araştırma yaklaşımı ise araştırılan olgunun bağlamı içinde anlaşılmasına ve elde edilen verilerin yorumlanmasına olanak sağlamaktadır (Creswell & Creswell, 2018). Çalışma kapsamında Ubuntu Server, Debian ve AlmaLinux dağıtımlarına ilişkin akademik yayınlar, teknik dokümantasyonlar, resmî dağıtım belgeleri ve açık kaynak toplulukları tarafından sunulan kaynaklar incelenmiştir. Elde edilen bilgiler doğrultusunda dağıtımlar; kullanım kolaylığı, güvenlik yapısı, sistem kararlılığı, paket yönetim sistemi, güncelleme süreçleri, uzun süreli destek politikaları, topluluk desteği, kurumsal kullanım uygunluğu ve sistem yönetimi açısından karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sürecinde Ubuntu Server'ın kullanım kolaylığı, bulut sistemleriyle uyumluluğu ve uzun süreli destek yapısı; Debian'ın kararlı sistem mimarisi, geniş paket arşivi ve sistem yönetimi özellikleri; AlmaLinux'un ise Red Hat Enterprise Linux uyumluluğu, kurumsal kullanım yapısı ve uzun vadeli destek yaklaşımı temel değerlendirme ölçütleri olarak ele alınmıştır. Bu ölçütler doğrultusunda dağıtımların benzer ve farklı yönleri incelenmiş, farklı kullanım senaryolarına göre hangi dağıtımın daha uygun olabileceği değerlendirilmiştir. Bu çalışma deneysel performans testi veya gerçek sunucu ortamında uygulamalı ölçüm içermemektedir. Değerlendirmeler, literatürde yer alan bilgiler, teknik dokümantasyonlar ve dağıtımların sistem yönetimi özellikleri üzerinden yapılmıştır. Bu yönüyle çalışma, Ubuntu Server, Debian ve AlmaLinux dağıtımlarını teknik ve yönetsel ölçütler doğrultusunda karşılaştıran betimsel bir inceleme niteliği taşımaktadır.

3. BULGULAR

Araştırma kapsamında incelenen kaynaklar doğrultusunda Ubuntu Server, Debian ve AlmaLinux dağıtımlarına ilişkin temel teknik bulgular aşağıda sunulmuştur.

Sunucu Tercihleri ve Operasyonel Altyapı Parametreleri: Sektörel araştırmalar doğrultusunda, sunucu ortamlarında dağıtım tercihlerini belirleyen temel operasyonel farklar saptanmıştır. Özellikle çoklu müşteri, yeniden satış hizmetleri ve klasik web hosting yönetiminde yoğun olarak kullanılan cPanel/WHM gibi ticari kontrol panelleriyle ve kurumsal güvenlik çözümleriyle yüksek uyumluluk sağlayan dağıtımın AlmaLinux olduğu

görülmüştür. Buna karşın, web geliştiricileri ve DevOps süreçleri için güncel paket kütüphaneleri ve 5 yıllık ana destek süresiyle ön plana çıkan Ubuntu Server yaygın kullanılan bir ekosistem sunmaktadır. Kesintisiz çalışma ve kararlılık odaklı üretim ortamlarında ise Debian'ın bilinçli olarak daha muhafazakâr bir paket politikası izlediği ve bu sayede uzun süre sorunsuz çalışan kararlı sunucu altyapıları için öne çıkan seçeneklerden biri olduğu tespit edilmiştir (Bulut, 2025). Ubuntu Server, Debian ve AlmaLinux sunucu dağıtımlarının belirli teknik kriterlere göre genel karşılaştırma matrisi Tablo 1'de sunulmuştur.

3.1. Sunucu Dağıtımlarının Teknik Kriterlere Göre Karşılaştırılması

Tablo 1. Linux sunucu dağıtımlarının teknik kriterlere göre karşılaştırılması

Kriterler	Ubuntu	Debian	AlmaLinux
Sürüm Döngüsü	Her 2 yılda bir (LTS)	Her ~2 yılda bir	RHEL'i takip eder, uzun yaşam döngüsü
Destek Süresi	5+ yıl	~5 yıl	8–10 yıl
Varsayılan Paket Güncelliği	Daha Güncel	Muhafazakâr	Muhafazakâr (Backports)
Kontrol Paneli Ekosistemi	Gelişmekte	Karışık (Kısıtlı)	Güçlü
Yeni Başlayanlar İçin Uygunluk	Evet	Temel Linux bilgisi olan kullanıcılar için uygun	Evet, panel kullanıldığında
Güvenlik Araçları	AppArmor, ufw	Varsayılan olarak sınırlı; ek yapılandırma gerekebilir	SELinux, firewalld

Not. Tablo, DCHost (2026) kaynağındaki bilgilerden uyarlanmıştır.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışmada; bulut bilişim, web barındırma ve kurumsal sunucu altyapılarının temelini oluşturan Linux tabanlı işletim sistemlerinden Ubuntu Server, Debian ve AlmaLinux dağıtımları teknik ve yönetsel özellikleri doğrultusunda karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Elde edilen veriler ve doküman incelemesi sonucunda, sunucu ekosisteminde tüm kullanım senaryoları için tek ve mutlak bir “en iyi” işletim sisteminin bulunmadığı sonucuna ulaşılmıştır. En uygun dağıtım tercihinin projenin operasyonel ihtiyaçlarına, güvenlik politikalarına, destek süresi beklentilerine ve kurumsal yönetim gereksinimlerine göre belirlenmesi gerektiği değerlendirilmiştir. Bulgular bölümünde yer alan karşılaştırma ölçütleri dikkate alındığında Ubuntu Server'ın güncel teknolojilerle uyumlu paket yapısı, geniş dokümantasyon desteği ve bulut otomasyon araçlarıyla uyumluluğu sayesinde yazılım geliştiriciler ve DevOps ekipleri için uygun bir seçenek olarak öne çıktığı görülmektedir. Debian ise köklü topluluk yapısı ve kararlılık odaklı yapısı sayesinde sık güncelleme gerektirmeyen, uzun süreli ve kararlı çalışması hedeflenen sunucu ortamları için uygun bir dağıtım olarak değerlendirilmektedir. AlmaLinux ise Red Hat Enterprise Linux ekosistemiyle uyumluluğu, SELinux desteği ve ticari kontrol panelleriyle entegrasyonu sayesinde kurumsal web hosting operasyonları ve veri merkezi altyapılarında güçlü bir seçenek olarak öne çıkmaktadır. Sonuç olarak, Linux sunucu dağıtımı seçimi yapılırken kullanım kolaylığı, güvenlik, kararlılık, destek süresi, paket yönetimi, donanım uyumluluğu ve kurumsal kullanım gereksinimleri birlikte değerlendirilmelidir. Bu nedenle dağıtım seçiminin yalnızca genel popülerliğe göre değil, projenin teknik gereksinimleri, güvenlik ihtiyaçları, destek süresi ve yönetim kapasitesi dikkate alınarak yapılması önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- AlmaLinux OS Foundation. (n.d.). *AlmaLinux OS: Forever-free enterprise-grade operating system*. Erişim tarihi: 22 Mayıs 2026, <https://almalinux.org/>
- Barroso, L. A., Hölzle, U., & Ranganathan, P. (2018). *The datacenter as a computer: Designing warehouse-scale machines* (3rd ed.). Morgan & Claypool Publishers. <https://doi.org/10.2200/S00874ED3V01Y201809CAC046>
- Bowen, G. A. (2009). Document analysis as a qualitative research method. *Qualitative Research Journal*, 9(2), 27–40. <https://doi.org/10.3316/QRJ0902027>
- Bulut, B. (2025, 22 Kasım). *VPS için Linux dağıtımı seçimi: Ubuntu, Debian, AlmaLinux ve Rocky Linux karşılaştırması*. DCHost Blog. Erişim tarihi: 22 Mayıs 2026, <https://www.dchost.com/blog/vps-icin-linux-dagitimi-secimi-ubuntu-debian-almalinux-ve-rocky-linux-karsilastirmasi/>
- Canonical. (n.d.-a). *Ubuntu release cycle*. Erişim tarihi: 22 Mayıs 2026, <https://ubuntu.com/about/release-cycle>
- Canonical. (n.d.-b). *Ubuntu Server documentation*. Erişim tarihi: 22 Mayıs 2026, <https://ubuntu.com/server/docs/>
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (5th ed.). SAGE Publications.
- DCHost. (2026, 1 Ocak). *Ubuntu vs. Debian vs. AlmaLinux: Best Linux distro for VPS web hosting*. DCHost Blog. Erişim tarihi: 22 Mayıs 2026, <https://www.dchost.com/blog/en/ubuntu-vs-debian-vs-almalinux-best-linux-distro-for-vps-web-hosting/>
- Dissanayake, N., Jayatilaka, A., Zahedi, M., & Babar, M. A. (2022). Software security patch management: A systematic literature review of challenges, approaches, tools and practices. *Information and Software Technology*, 144, 106771. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2021.106771>
- Hertzog, R., & Mas, R. (2022). *The Debian Administrator's Handbook: Debian Bullseye from discovery to mastery*. Freexian SARL. Erişim tarihi: 22 Mayıs 2026, <https://debian-handbook.info/>
- Hoffmann, M., Nagle, F., & Zhou, Y. (2024). *The value of open source software* (Harvard Business School Strategy Unit Working Paper No. 24-038). Harvard Business School. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4693148>
- Mell, P., & Grance, T. (2011). *The NIST definition of cloud computing* (Special Publication 800-145). National Institute of Standards and Technology. <https://doi.org/10.6028/NIST.SP.800-145>
- Nemeth, E., Snyder, G., Hein, T. R., Whaley, B., & Mackin, D. (2017). *UNIX and Linux system administration handbook* (5th ed.). Addison-Wesley Professional.
- Silberschatz, A., Galvin, P. B., & Gagne, G. (2018). *Operating system concepts* (10th ed.). John Wiley & Sons.
- Wen, S. F., Katt, B., & Nydal, O. J. (2017). Software security in open source development: A systematic literature review. In *2017 21st Conference of Open Innovations Association (FRUCT)* (pp. 364–373). IEEE. <https://doi.org/10.23919/FRUCT.2017.8250205>

SİNERİN MEKANİK DAYANIMI VE İNDİRGEME BOZUNMA DAVRANIŞINA TOZ VE BRİKET FORMDA MANYETİT İLAVESİNİN ETKİSİ

Ömer Faruk AKÇAY¹/ Doç. Dr, Engin ÇEVİK²

¹KARDÖKMAK A.Ş, Demir Çelik Üretimi, oakcay@kardokmak.com.tr, ORCID:0009-0001-3833-938X

²Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği, Karabuk Üniversitesi, Demir Çelik Üretimi

engincevik@karabuk.edu.tr, ORCID:0000-0002-4863-8762

Özet

Sinterleme, entegre çelik üretiminde sonraki metalürjik süreçlerin verim ve kalitesini belirleyen kritik bir adımdır. Yerli manyetit bazlı demir cevheri konsantresinin kullanımı ithal hammadde bağımlılığını azaltma potansiyeli taşıırken, ince taneli toz formunun yatak geçirgenliğini düşürerek sinter kalitesini ve proses kararlılığını olumsuz etkilemesi önemli bir sınırlılıktır.

Bu çalışmanın amacı, bağlayıcı içermeyen vakum ekstrüzyonlu ön-aglomerasyon (3,8 mm silindirik briketler) yaklaşımının manyetit bazlı konsantre ilavesinde sinterin mekanik performansını, Tambur Testi (TS 2828 ISO 3271) ve indirgenme bozunması davranışını RDI testi (TS ISO 4696-1/ISO 4695) üzerinden değerlendirmektir.

Kardökmak AR-GE laboratuvarındaki sinter pot ile endüstriyel koşulları simüle eden deneylerde Kardemir 2 No'lu harman sahası baz reçetesi referans alınmış, konsantre %15, %20 ve %30 oranlarında toz ve briket formunda denenmiş; baziklik $\text{CaO/SiO}_2=1,30\pm0,10$ aralığında kireçtaşı/kok dengelenerek korunmuştur. XRF ile kimyasal bileşim, yaş kimya ile FeO tayini yapılmıştır. Mekanik açıdan briketli harmanlar RDI'yi baz sintere yakın tutmuş (-3,15+0,5 mm: %15,39–16,87) ve %20 briket ilavesi baz sinterle neredeyse eşdeğer sonuç vermiştir; toz konsantrede RDI belirgin artmış (%19,72–26,08) ve %30 toz ilavesinde -0,5 mm ince fraksiyon %5,4'e çıkarak kritik indirgenme kırılgenliğine işaret etmiştir. Tambur indeksi bazda %57,24 olup numunelerde %46,0–58,14 aralığında değişmiş; değişkenlik yalnızca form etkisiyle değil FeO, MgO, baziklik, ergiyik fazı viskozitesi, yanma davranışı ve SFCA faz dağılımı gibi çoklu parametrelerle ilişkilendirilmiştir.

Sonuç olarak, vakum ekstrüzyonlu bağlayıcısız briketleme, yerli manyetit konsantresinin sinterlemede kullanımında indirgenme bozunmasını sınırlayarak mekanik performansı baz seviyelerine yakınlıştırmakta; toz form ise özellikle yüksek oranlarda kırılgenliği artırmaktadır. Bu bulgular, uygun kimyasal/ısı optimizasyonla briket entegrasyonunun endüstriyel sinterlemede proses kararlılığı ve ürün kalitesi için uygulanabilir bir yol sunduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Sinter Prosesi, Konsantre Cevher, Briketleme

THE EFFECT OF MAGNETİTE ADDİTİON İN POWDER AND BRİQUETTE FORM ON THE MECHANİCAL STRENGTH AND REDUCTİON DEGRADATİON BEHAVİOR OF SİNTER

Ömer Faruk AKÇAY¹/ Doç. Dr, Engin ÇEVİK²

¹KARDÖKMAK A.Ş., Iron and Steel Production, oakcay@kardokmak.com.tr, ORCID:0009-0001-3833-938X

²Engineering Faculty, Machine Engineering, Karabuk University, Iron and Steel Production
engincevik@karabuk.edu.tr, ORCID:0000-0002-4863-8762

Abstract

Sintering is a critical step in integrated steel production that determines the efficiency and quality of subsequent metallurgical processes. While the use of domestic magnetite-based iron ore concentrate offers the potential to reduce dependence on imported raw materials, its fine powder form significantly lowers bed permeability, adversely affecting sinter quality and process stability.

The aim of this study is to evaluate the mechanical performance and reduction degradation behavior of sinter with magnetite-based concentrate addition using a binder-free vacuum-extruded pre-agglomeration approach (3.8 mm cylindrical briquettes), assessed via the Tumbler Test (TS 2828 ISO 3271) and RDI test (TS ISO 4696-1/ISO 4695).

In experiments simulating industrial conditions with a sinter pot at the Kardökmak R&D laboratory, the base recipe of the Kardemir Blending Yard No. 2 was used as a reference. The concentrate was tested at 15%, 20%, and 30% ratios in both powder and briquette forms; basicity was maintained in the range $\text{CaO/SiO}_2=1.30\pm0.10$ by balancing limestone/coke. Chemical composition was analyzed by XRF and FeO determination by wet chemistry. Mechanically, briquette-containing blends maintained RDI close to base sinter ($-3.15+0.5$ mm: 15.39–16.87%) and 20% briquette addition yielded results nearly equivalent to base sinter; with powder concentrate, RDI increased markedly (19.72–26.08%), and at 30% powder addition, the -0.5 mm fine fraction rose to 5.4%, indicating critical reduction brittleness. The tumbler index for the base was 57.24% and varied between 46.0–58.14% in the samples; the variability was attributed not only to form but also to multiple parameters such as FeO, MgO, basicity, melt phase viscosity, combustion behavior, and SFCA phase distribution.

In conclusion, binderless vacuum-extruded briquetting limits reduction degradation and brings mechanical performance closer to base levels in sintering with domestic magnetite concentrate, whereas powder form, especially at high ratios, increases brittleness. These findings demonstrate that, with appropriate chemical/thermal optimization, briquette integration offers a viable route for process stability and product quality in industrial sintering.

Keywords: Sintering Process, Ore Concentrate, Briquetting

GİRİŞ

Sinterleme prosesi, entegre çelik üretiminde kritik bir aşama olup, sonraki metalürjik işlemlerin verimliliği ve ürün kalitesi üzerinde doğrudan etkili olmaktadır. Son yıllarda, yerli manyetit bazlı demir cevheri konsantresinin sinterlemede kullanımı, ithal hammaddeye olan bağımlılığı azaltma ve kaynak verimliliğini artırma potansiyeli nedeniyle önem kazanmıştır. Ancak, manyetit konsantresinin ince taneli toz formu, sinter yatağındaki geçirgenliği düşürerek sinter kalitesi ve proses kararlılığında olumsuz etkilere yol açmaktadır [1].

Bu zorlukların aşılması için, bağlayıcı içermeyen vakum ekstrüzyon yöntemiyle üretilen ön-aglomerasyon briketleri, geçirgenliği koruyarak sinter mekanik performansını iyileştirme açısından umut verici bir yaklaşım olarak ortaya koymaktadır.

Bu çalışmanın amacı, vakum ekstrüzyonla üretilen 3,8 mm çapındaki silindirik briketlerin manyetit bazlı konsantre ilavesinde sinterin mekanik dayanımını ve indirgenme bozunması davranışını değerlendirmektir. Bu değerlendirme, TS 2828 ISO 3271 standardına uygun Tambur Testi ile mekanik dayanıklılık ve TS ISO 4696-1/ISO 4695 standardına uygun RDI testi ile indirgeme koşullarındaki kırılma dayanımı ölçümleri üzerinden gerçekleştirilmiştir. Laboratuvar ölçekli sinter pot deneylerinde, endüstriyel koşulları yansıtan Kardemir 2 No'lu harman sahası baz reçetesi referans alınmış, konsantre %15, %20 ve %30 oranlarında toz ve briket formunda denenmiş, baziklik $CaO/SiO_2 = 1,30 \pm 0,10$ aralığında kireçtaşı ve kok dengelenerek korunmuştur.

Çalışma, vakum ekstrüzyonlu briketlerin sinter mekanik performansını stabilize ederek indirgenme bozunmasını sınırladığı; buna karşın toz formundaki konsantrelerin özellikle yüksek oranlarda mekanik dayanımı olumsuz etkilediğini ortaya koymaktadır. Bu sonuçlar, uygun kimyasal ve ısı optimizasyonlarla briket entegrasyonunun endüstriyel sinterleme proseslerinde proses kararlılığı ve ürün kalitesinin artırılması için uygulanabilir bir yöntem olduğunu göstermektedir.

Bu potansiyel avantajlara rağmen, vakumla ekstrüde edilen briketlerin endüstriyel sinterleme proseslerine entegrasyonunun pratik sonuçları, özellikle de endüstriyel operasyon koşullarını yakından simüle eden durumlarda, kapsamlı inceleme gerektirmektedir.

1. YÖNTEM

1.1. Laboratuvar Ölçekli Karşılaştırmalı Deneyler

Çalışma, sinterleme proseslerinde yerli demir cevheri konsantresinin etkinliğini değerlendirmek için sistematik karşılaştırmalı deneysel bir metodoloji kullanılmaktadır. Laboratuvar ölçekli sinter pot deneylerinde, baz sinter test sonuçları ile vakumla ekstrüde edilmiş briketlerin performansı ve toz konsantre formları (%15, %20 ve %30) gibi değişen ilave oranlarında karşılaştırılmaktadır.

1.2. Hammadde ve Kaynak Seçimi

Çizelge 1 de Sivas Otluklisse cevherine ait kimyasal analiz yer alırken çizelge 2 de Kardemir fabrikasında kullanılan sinter harmanının kimyasal bileşimi verilmiştir. Bu harman referans değer olarak kabul edilmiştir.

Fe	SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃	MgO	Mn	S	K ₂ O	Na ₂ O	P	Zn
60,19	6,95	0,24	1,70	0,26	0,10	0,09	0,41	0,18	0,02	0,008

Çizelge 1: Deneysel çalışmalarda kullanılan konsantre cevher kimyasal analizi

Fe	SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃	MgO	Mn	S	K ₂ O	Na ₂ O	P	Zn
53,69	5,59	3,00	1,12	1,82	1,41	0,29	0,11	0,17	0,05	0,022

Çizelge 2: Deneysel çalışmalarda kullanılan sinter harman analizi

Çizelge 1 de kimyasal analizi verilen cevher kullanılarak Kardökmak Ar-Ge Laboratuvarı'nda bulunan vakum ekstruder makinası ile biriket formunda konsatre üretimi gerçekleştirilmiştir. Şekil 1'de kullanılan cihazın fotoğrafları yer almaktadır.



Şekil 1: Kardökmak Ar-Ge laboratuvarında vakum ekstruder ile briket üretimi

Sonrasında farklı formlarda (toz ve biriket) hazırlanan konsantre çizelge 3 de verildiği üzere sinter harmanına ilave edilerek sinter pot deneyleri gerçekleştirilmiştir (Şekil 2).



Şekil 2: Kardökmak ArGe Laboratuvarı Sinter POT

Deney	Form	Parametre	2 No'lu Harman	Konsantre	Kireç Taşı	Sinter Tozu	Kalsine Kireç	Kok Tozu	Toplam
Baz Sinter	-	%	75,22	0	2,63	15,04	1,84	5,27	100
		g	11282	0	395	2256	276	790	15000
15%	Toz	%	62,8	11,08	3,77	14,78	1,81	5,76	100
		g	9420	1662	565	2216	272	864	15000
15%	Briket	%	62,8	11,08	3,77	14,78	1,81	5,76	100
		g	9420	1662	565	2216	272	864	15000
20%	Toz	%	58,91	14,73	3,98	14,73	1,8	5,85	100
		g	8837	2209	596	2209	271	878	15000
20%	Briket	%	58,91	14,73	3,98	14,73	1,8	5,85	100
		g	8837	2209	596	2209	271	878	15000
30%	Toz	%	50,93	21,83	4,73	14,55	1,78	6,18	100
		g	7639	3274	709	2183	267	928	15000
30%	Briket	%	50,93	21,83	4,73	14,55	1,78	6,18	100
		g	7639	3274	709	2183	267	928	15000

Çizelge 3: Deneylerde kullanılan reçete içerikleri

1.3. Fiziksel ve Kimyasal Test Yöntemleri

1.3.1. RDI Testleri (Reduction Degradation Index)

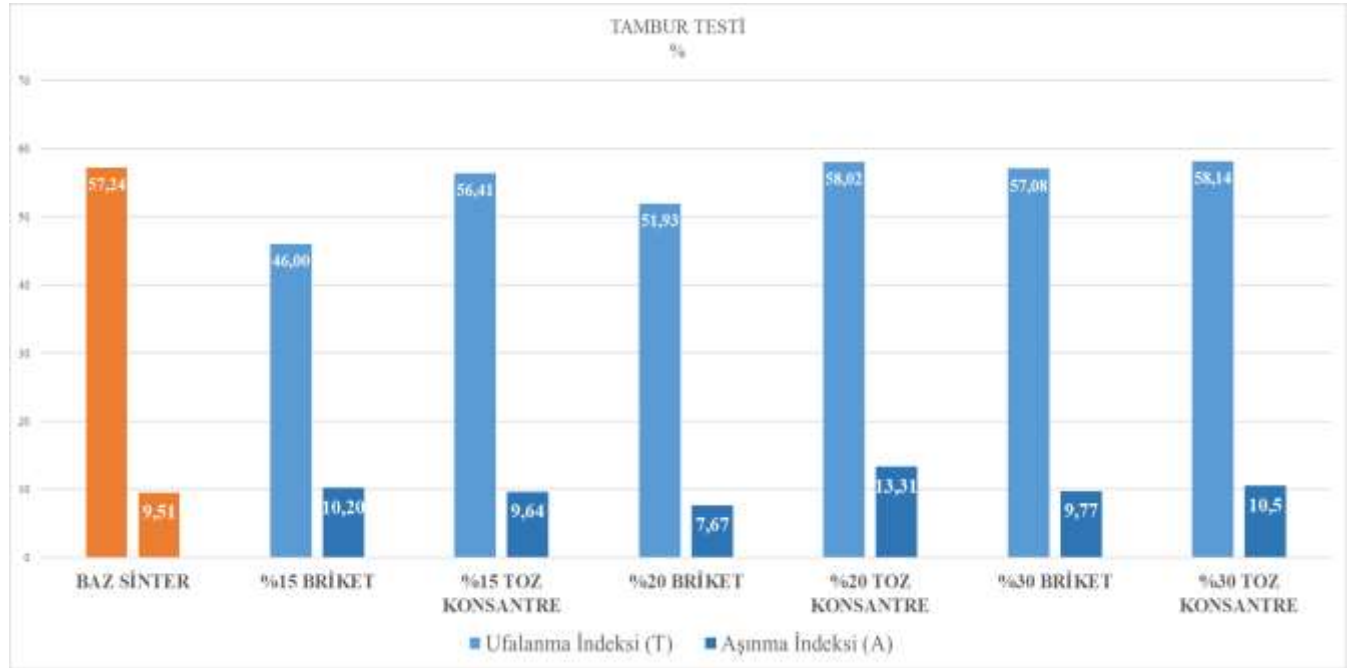
TS ISO4695 standardına göre sinter numuneleri (10–12,5 mm boyutunda) üzerinde indirgeme atmosferinde (CO, CO₂, N₂) yaklaşık 550°C'de gerçekleştirildi. İndirgeme ve mekanik tambur döndürme sonrasında, elek analizi ile ince tanelerin (<3,15 mm) oluşumu belirlendi.

1.3.2. Tambur Testi

TS 2828 ISO 3271 standardına uygun olarak numuneler (+6,3 mm) üzerinde gerçekleştirildi. 2223 numuneye döner tamburda darbe ve aşınma uygulandı ve kalan +6,3 mm fraksiyon, tambur indeksi (TI) olarak değerlendirildi.

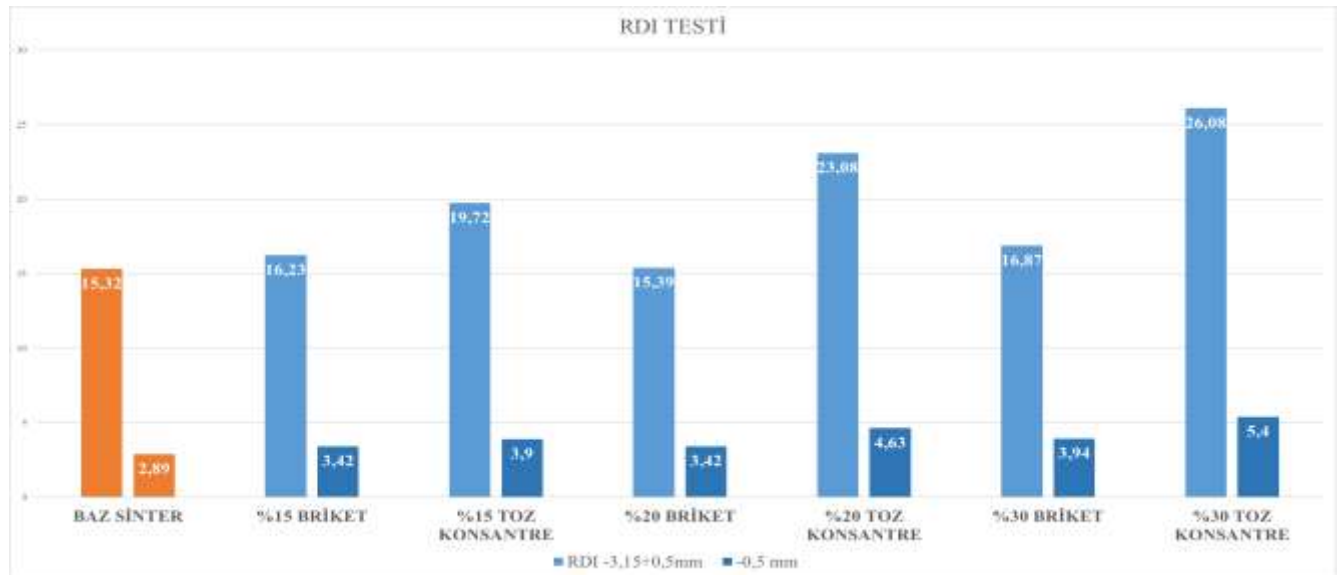
2. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Şekil 4'te verilen tambur mukavemeti değerleri, hem briket hem de toz numunelerinde değişken bir davranış sergilerken (baz: %57,24; numuneler %46,0–58,14 aralığında), bu durum yalnızca konsantre formundan ziyade birden çok etkileşimli parametre (FeO, MgO, baziklik, ergiyik fazı viskozitesi, yanma davranışı, SFCA fazı dağılımı) ile açıklanabilmektedir. Ancak, %30 briket ilavesinde tambur mukavemeti, baz sinter seviyelerine yaklaştı ve bu da mekanik performansın uygun kimyasal ve ısı optimizasyonu ile stabilize edilebileceğini göstermektedir.



Şekil 4: Tambur test sonuçları

Briket içeren harmanlarda, baz sinter seviyelerine yakın RDI değerleri (-3,15+0,5 mm fraksiyonu için %15,39–16,87 aralığında) elde edilmiştir ve %20 briket ilavesi, baz sinter ile neredeyse eşdeğer performans gösterdiği görülmüştür. Toz konsantre örneklerinde ise RDI’de belirgin artışlar gözlenirken (%19,72–26,08) %30 toz ilavesiyle kritik bozunma seviyelerine ulaşılmıştır; -0,5 mm ince fraksiyon %5,4’e yükselmiş ve bu durum önemli bir indirgenme kırılganlığı olarak rapor edilmiştir.



Şekil 5: RDI Test Sonuçları

3. GENEL SONUÇLAR

Bu çalışmada, yerli manyetit bazlı demir cevheri konsantresinin sinterlemede kullanımı, vakum ekstrüzyonlu bağlayıcısız briket ve toz formunda karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

Vakum ekstrüzyon yöntemiyle üretilen 3,8 mm silindirik briketlerin sinter mekanik performansını stabilize ettiği ve indirgenme bozunmasını sınırlandırarak baz sinter seviyelerine yakın sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Özellikle %20 oranındaki briket ilavesi, mekanik dayanım açısından baz sinterle eşdeğer performans sağlamıştır. Buna karşın, toz formundaki konsantrelerin yüksek oranlarda kullanımı, RDI değerlerinde belirgin artışa ve indirgenme kırılgenliğinde kritik seviyelere ulaşmaya neden olmuştur. Tambur testi sonuçları, mekanik dayanımın sadece konsantre formuna değil, FeO, MgO, baziklik, ergiyik fazı viskozitesi, yanma davranışı ve SFCA faz dağılımı gibi çoklu parametrelerin etkileşimine bağlı olduğunu göstermiştir.

Sonuç olarak, uygun kimyasal ve ısı optimizasyonlarla vakum ekstrüzyonlu briket entegrasyonunun endüstriyel sinterleme proseslerinde proses kararlılığı ve ürün kalitesinin artırılması için uygulanabilir ve etkili bir yöntem olduğu kanıtlanmıştır.

KAYNAKLAR

1. Han, H. and Lu, L., \Recent advances in sintering with high proportions of magnetite concentrates\, Mineral Processing And Extractive Metallurgy Review, 39 (4): 217–230 (2017).
2. Kurunov, I. and Bizhanov, A., \Stiff Vacuum Extrusion for Agglomeration of Natural and Anthropogenic Materials in Metallurgy\, Institute For New Technologies, (2018).
3. Zhang, J. L., Hu, Z. W., Zuo, H. B., Liu, Z. J., Zhao, Z. X., and Yang, T. J., \Ore blending ratio optimisation for sintering based on iron ore properties and cost\, Ironmaking & Steelmaking, 41 (4): 279–285 (2014).
4. Wang, Z., Zhang, J., Xing, X., Ren, S., Gao, B., and Zhang, X., \Comprehensive Effect of Coke Breeze and Limestone Particle Size on Sinter Performance in Sintering of a Coarse Hematite Iron Ore\, 469–476 (2013).

MANYETİT KONSANTRESİNİN TOZ VE BRİKET FORMUNUN SİNER ÜRETİM VERİMİNE ETKİSİ

Ömer Faruk AKÇAY¹/ Doç. Dr, Engin ÇEVİK²

¹KARDÖKMAK A.Ş, Demir Çelik Üretimi, oakcay@kardokmak.com.tr, ORCID:0009-0001-3833-938X

²Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği, Karabuk Üniversitesi, Demir Çelik Üretimi

engincevik@karabuk.edu.tr, ORCID:0000-0002-4863-8762

Özet

Entegre demir-çelik üretiminde sinterleme performansı, hammadde kaynaklarının çeşitlenmesiyle birlikte kritik hâle gelmiş; yerli manyetit esaslı ince taneli konsantrelerin doğrudan toz formda kullanımı ise sinter yatağı geçirgenliğini düşürerek yanma ve ürün kalitesinde bozulmalara yol açmıştır.

Bu çalışmada, Sivas-Otlukilise kaynaklı yerli manyetit konsantresinin (%60,19 TFe; D80=105 µm) sinter harmanına %15–%30 aralığında toz veya briket formunda ilavesinin üretim parametrelerine etkisi laboratuvar ölçekli sinter pot deneyleriyle değerlendirilmiştir.

Kardemir sinter tesisinden alınan 2 No’lu harman reçetesi laboratuvarında uygulanmış, baziklik oranı CaO/SiO₂ ≈1,30±0,05–0,10 aralığında kireçtaşı ayarlamalarıyla korunmuş; harmanlar 4 dk kuru karıştırma ve 4 dk granülasyon ile hazırlanmıştır. Sinterleme, termokupl ve termal kamera ile izlenmiş; düşey sinterleme hızı, +6 mm üretim verimi ve -6 mm ince fraksiyon karşılaştırılmıştır.

Toz konsantre ilavesi düşey sinterleme hızını 24,03’ten 17,43 mm/dk’ya düşürmüş, -6 mm fraksiyonu 31,82% (ve %30 ilavede 30,42%) seviyelerine yükseltmiş ve verimi 26,5’ten 19,8 t/m²·gün’e azaltmıştır; termal görüntüleme yanmanın yavaş ve heterojenleştiğini göstermiştir. Briket ilavesi geçirgenliği koruyarak hızı 22,36–24,83 mm/dk aralığında tutmuş, -6 mm fraksiyonu baz sintere yakın 23,42–25,65% düzeylerinde sınırlamış ve verimi 27,2–29,24 t/m²·gün’e yükseltmiştir.

Sonuçlar, yerli manyetit konsantrelerinin sinter harmanında %30’a kadar vakum-ekstrüde bağlayıcısız briket olarak kullanımının, geçirgenliği ve yanma dinamiklerini iyileştirerek ince fraksiyonu azaltıp üretkenliği artıran, enerji açısından verimli ve endüstriyel olarak uygulanabilir bir strateji olduğunu ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Sinter Prosesi, Konsantre Cevher, Briketleme, Sinter Üretim Verimi

THE EFFECT OF POWDER AND BRIQUETTE FORMS OF MAGNETİTE CONCENTRATE ON SİNTER PRODUCTION EFFİCIENCY

Ömer Faruk AKÇAY¹/ Doç. Dr, Engin ÇEVİK²

¹KARDÖKMAK A.Ş., Iron and Steel Production, oakcay@kardokmak.com.tr, ORCID:0009-0001-3833-938X

²Engineering Faculty, Machine Engineering, Karabuk University, Iron and Steel Production
enginecevik@karabuk.edu.tr, ORCID:0000-0002-4863-8762

Abstract

In integrated iron and steel production, sintering performance has become critical with the diversification of raw material sources; the direct use of domestic magnetite-based fine-grained concentrates in powder form reduces sinter bed permeability, leading to deterioration in combustion and product quality.

In this study, the effect on production parameters of adding domestic magnetite concentrate from Sivas-Otlukilise (%60.19 TFe; D80=105 µm) to the sinter blend in the range of 15%–30%, either as powder or in briquette form were evaluated through laboratory-scale sinter pot tests.

Blend recipe No. 2, obtained from the Kardemir sinter plant, was applied in the laboratory; basicity ratio was maintained in the range $\text{CaO/SiO}_2 \approx 1.30 \pm 0.05 - 0.10$ by adjusting the limestone addition; blends were prepared by 4 min dry mixing and 4 min granulation. Sintering was monitored with a thermocouple and thermal camera; vertical sintering speed, +6 mm yield, and -6 mm fine fraction were compared.

The addition of powder concentrate decreased the vertical sintering speed from 24.03 to 17.43 mm/min, increased the -6 mm fraction to 31.82% (and to 30.42% at 30% addition), and reduced yield from 26.5 to 19.8 t/m²·day; thermal imaging showed that combustion slowed and became heterogeneous. Briquette addition, by preserving permeability, kept the speed in the range of 22.36–24.83 mm/min, limited the -6 mm fraction to 23.42–25.65%—close to basic sinter levels—and increased yield to 27.2–29.24 t/m²·day.

The results demonstrate that the use of domestic magnetite concentrates in the sinter blend as vacuum-extruded, binderless briquettes at up to 30% is an energy-efficient and industrially applicable strategy that improves permeability and combustion dynamics, reduces the fine fraction, and increases productivity.

Keywords: Sintering Process, Ore Concentrate, Briquetting, Sinter Production Performance

GİRİŞ

Sinterleme prosesi, entegre demir ve çelik üretiminde kritik bir rol oynar ve sonraki metalurjik işlemlerin verimliliği ile kalitesini doğrudan etkiler. Son zamanlarda, sinterlemede yerli kaynaklı manyetit esaslı demir cevheri konsantresi kullanımı, kaynak verimliliğini artırma ve ithal malzemelere bağımlılığı azaltma potansiyeli nedeniyle önemli ölçüde ilgi görmektedir. Bu yaklaşım, yalnızca hammadde kullanımını optimize etme çabalarıyla uyumlu olmakla kalmaz, aynı zamanda daha sürdürülebilir ve maliyet etkin çelik üretim uygulamalarının geliştirilmesini de destekler. [1].

Bununla birlikte, ince taneli manyetit konsantre tozunun doğrudan sinterleme prosesinde kullanılması yatak geçirgenliğinde bir azalmaya yol açar. Bu durum, toz parçacıkları arasındaki boşlukların daralması ve gaz akışının engellenmesinden kaynaklanır. Sinterleme sırasında gazlar etkin bir şekilde hareket edemezse, homojen ısı dağılımı ve reaksiyon verimliliği olumsuz etkilenir ve bu da sinter kalitesinde azalmaya neden olur. Ayrıca, azalan geçirgenlik proses boyunca gazların ve reaksiyon ürünlerinin uzaklaştırılmasını daha da zorlaştırır; bu ise mikroyapısal kusurların artmasına ve mekanik dayanımın azalmasına yol açabilir [2].

Bu geçirgenlik azalması ve sinter kalitesindeki bozulma genellikle proses performansının düşmesine ve ürün tutarlılığının azalmasına neden olur. Özellikle, ince taneli manyetit tozlarının yüksek yüzey alanı nedeniyle, sinter yatağı içerisindeki kısıtlı gaz difüzyonu sinterleme kinetiğini olumsuz etkiler ve istenen yoğunluğa ve mekanik özelliklere ulaşmayı zorlaştırır. Bu zorluklar, üretim sırasında kontrol parametrelerinin dikkatle optimize edilmesini ve toz özelliklerinin sinterleme koşullarına uygun şekilde ayarlanmasını gerektirir. Bu şekilde, yatak geçirgenliği artırılarak ürün kalitesi ve proses verimliliği iyileştirilebilir [1].

Vakum ekstrüzyon briketleme yöntemi, geleneksel aglomerasyon tekniklerine kıyasla önemli avantajlar sunmaktadır. Bu yöntem, ön-aglomeraları bağlayıcı kullanmaksızın şekillendirmeye olanak tanır; böylece malzemenin kimyasal ve fiziksel özelliklerinin bozulmasını önler. Ayrıca, vakum altında gerçekleştirilen ekstrüzyon işlemi, briketler içerisinde yoğunluk ve gözenekliliğin daha homojen dağılmasını sağlar. Bu durum, sinterleme aşamasında geçirgenliğin artmasına ve dolayısıyla malzemenin reaksiyon kinetiğinin iyileştirilmesine neden olur. Sonuç olarak, vakum ekstrüzyon ile üretilen briketler, yüksek yapısal bütünlükleri ve dayanıklılıkları ile öne çıkar [3].

Ayrıca, vakum ekstrüzyon briketleme yöntemi enerji verimliliği ve çevresel sürdürülebilirlik açısından umut verici bir yöntemdir. Bağlayıcı kullanımının olmaması, sinterleme sırasında toksik gaz emisyonunu azaltır ve süreci çevre dostu hale getirir. Buna ek olarak, bu teknikle üretilen briketlerin mekanik mukavemeti ve kimyasal stabilitesi, kullanım alanlarını endüstriyel uygulamalarda genişletmektedir. Bu özellikler, vakum ekstrüzyon briketleme yönteminin özellikle metalurji, seramik ve katalizör üretimi gibi alanlarda alternatif aglomerasyon tekniklerine tercih edilmesini sağlamaktadır [3].

Bu çalışma, manyetit esaslı konsantre demir cevherinin sinterleme sürecinde bağlayıcı kullanılmadan vakum ekstrüzyon yöntemiyle ön-aglomerasyonunun etkilerini kapsamlı bir şekilde incelemektedir. Laboratuvar ölçekli sinter pot deneylerinde, Kardemir sinter tesisinden temin edilen baz karışım reçeteleri kullanılarak, CaO/SiO_2 oranı sabit tutulmuş ve böylece baziklik etkisi kontrol altına alınmıştır. Bu kontrollü ortamda, Sivas-Otlukilise maden ocağından elde edilen konsantre, hem toz formda (%15–30 oranında) hem de 3,8 mm çapında vakum ekstrüzyonlu briket halinde ana sinter karışımına dahil edilmiştir. Bu yöntem, farklı konsantre formasyonlarının sinter yatağı geçirgenliği ve yanma verimliliği üzerindeki performans farklarının karşılaştırılmasına olanak sağlamaktadır.

Bu yaklaşım, özellikle bağlayıcı kullanımı olmadan gerçekleştirilen vakum ekstrüzyon ön-aglomerasyonunun, manyetit esaslı konsantrelerin sinterleme performansını optimize etme potansiyelini ortaya koymakta ve endüstriyel uygulamalar için önemli veriler sağlamaktadır.

4. YÖNTEM

4.1. Hammadde ve Kaynak Seçimi

4.1.1. Demir Cevheri Konsantresi

Çalışmada, Sivas ilindeki Otlukilise demir cevheri madeninden temin edilen yerli manyetit bazlı demir cevheri konsantresi kullanılmıştır. Çizelge 1’de yer alan analizler cevherin yaklaşık %60 toplam demir (TFe) içeriğine sahip olduğunu göstermektedir.

Fe	SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃	MgO	Mn	S	K ₂ O	Na ₂ O	P	Zn
60,19	6,95	0,24	1,70	0,26	0,10	0,09	0,41	0,18	0,02	0,008

Çizelge 1: Deneysel çalışmalarda kullanılan konsantre cevher kimyasal analizi

4.1.2. Baz Sinter Harmanı

Çizelge 2 de kimyasal analizi verilen baz sinter harmanı, Kardemir Sinter Tesisleri’nden 15–29 Aralık 2025 tarihleri arasında kullanılan 2 nolu sinter sahasından kireçtaşı, kok tozu, sinter dönüş tozu ve metalurjik kireç ile birlikte temin edilmiştir.

Fe	SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃	MgO	Mn	S	K ₂ O	Na ₂ O	P	Zn
53,69	5,59	3,00	1,12	1,82	1,41	0,29	0,11	0,17	0,05	0,022

Çizelge 2: Deneysel çalışmalarda kullanılan sinter harman analizi

4.2. Briket Üretim Metodolojisi

3,8 mm çapında silindirik briketler, herhangi bir bağlayıcı eklenmeden Kardökmak Ar-Ge Laboratuvarı’nda vakum ekstruder makinası kullanılarak üretildi. Briketleme sonrası, düşük maliyetli ve enerji açısından verimli bir süreç sağlamak amacıyla kurutma veya termal işlem uygulanmadı.



Şekil 1: Kardökmak Ar-Ge laboratuvarında vakum ekstruder ile briket üretimi

4.3. Sinter POT Deneysel Tasarımı

Sinterleme deneyleri, Kardökmak ARGE Laboratuvarı’ndaki sinter pot kullanılarak yapılmıştır. Sinter potu, endüstriyel sinter makinelerindeki üretim koşullarını laboratuvar ortamında simüle etmek için tasarlanmış, makinenin belirli bir kesitini temsil eden deneysel bir ünitidir.



Şekil 2: Kardökmak ArGe Laboratuvarı Sinter POT

Bu sistem, tesis ölçeğindeki büyük operasyonları durdurmaya gerek kalmadan hammadde karışımlarının verimliliğini, yanma karakteristiğini ve kalite parametrelerini küçük ölçekte test ederek üretim süreçlerinin optimize edilmesine olanak tanır.

4.3.1. Baz Sinter Reçetesinin Oluşturulması

Deney sürecinde, Kardemir Sinter Tesisleri'ndeki 2 Nolu Harman Sahası reçetesinin laboratuvar ölçeğinde uygulanması, sonuçların endüstriyel koşullarla karşılaştırılmasına olanak tanıdı. Konsantre eklenmeden hazırlanan bu reçete, sinter numunesinin “baz sinter” olarak kabul edilmesine olanak tanıdı. Baz sinter, deneylerin temel referans noktası olarak belirlenmiş ve sonraki aşamalarda yapılan toz konsantre ve briket ilaveli deneylerin performans değerlendirmelerinde kıyaslama standardı olarak kullanılmıştır.

4.3.2. Deneysel Reçete Sistematiği

Sinter reçetelerindeki göreceli harmanlama yaklaşımı, demir cevheri oranlarındaki değişimlere yanıt olarak cüruf yapıcı ve yakıt oranlarını yeniden dengeler. Bu yöntem, sinter bileşiminin optimize edilmesi ve proses verimliliğinin korunması için önemlidir. Harmana konsantre cevher eklenmesiyle harmandaki silika ve toplam demir dağılımı değişir ve bu da sabit bir baziklik için kireçtaşı oranının revize edilmesini gerektirir. Sinterleme sırasında kireçtaşı endotermik reaksiyonla CaCO_3 'ü CaO ve CO_2 'ye ayırır; bu ayrışma ısı enerji tüketir ve sinter yatağındaki enerji ihtiyacını artırır [4].

Literatürde kok oranının sinterleme için kritik bir parametre olduğu vurgulanır. Kireçtaşı artışıyla, sinter yatağındaki daha yüksek enerji ihtiyacı nedeniyle kok oranı ayarlanmalıdır. Bu, gerekli ısı enerjisi sağlayarak proses sürdürülebilirliğini ve sinter kalitesini korur. Malzeme bileşimi ve enerji girdilerinin dengelenmesi, sinter tariflerinin optimize edilmesi, proses performansı ve ürün kalitesi için gereklidir [5].

Bu veriler ışığında deneysel tasarımda endüstriyel uygulamalara paralel olarak aşağıdaki reçeteler hazırlanmış ve uygulanmıştır (Çizelge 3).

Deney	Form	Parametre	2 No'lu Harman	Konsantre	Kireç Taşı	Sinter Tozu	Kalsine Kireç	Kok Tozu	Toplam
Baz Sinter	-	%	75,22	0	2,63	15,04	1,84	5,27	100
		g	11282	0	395	2256	276	790	15000
15%	Toz	%	62,8	11,08	3,77	14,78	1,81	5,76	100
		g	9420	1662	565	2216	272	864	15000
15%	Briket	%	62,8	11,08	3,77	14,78	1,81	5,76	100
		g	9420	1662	565	2216	272	864	15000
20%	Toz	%	58,91	14,73	3,98	14,73	1,8	5,85	100
		g	8837	2209	596	2209	271	878	15000
20%	Briket	%	58,91	14,73	3,98	14,73	1,8	5,85	100
		g	8837	2209	596	2209	271	878	15000
30%	Toz	%	50,93	21,83	4,73	14,55	1,78	6,18	100
		g	7639	3274	709	2183	267	928	15000
30%	Briket	%	50,93	21,83	4,73	14,55	1,78	6,18	100
		g	7639	3274	709	2183	267	928	15000

Çizelge 3: Deneylerde kullanılan reçete içerikleri

4.3.3. Harman Hazırlama ve Granülasyon Prosedürü

Deneylerde malzeme homojenliği ve tutarlılığı sağlamak için önce 4 dakika kuru karıştırma yapılmış, ardından 4 dakikalık granülasyon aşaması peletizer kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu süreç, laboratuvar ölçeğinde endüstriyel sistemlerin başarılı temsilini mümkün kılmıştır. Ayrıca, harmana konsantre toz cevher ve 3,8 mm çapında briketler eklenerek karışımın bileşimi ve proses parametreleri kontrollü ve optimize edilmiştir.

4.4. Kimyasal Test Yöntemleri

4.4.1. Kimyasal Analizler

Başlıca oksit bileşenlerini (Fe_2O_3 , SiO_2 , Al_2O_3 , CaO , MgO , vb.) belirlemek için X-Ray Fluorescence (XRF) yöntemi kullanılmıştır.

4.4.2. FeO Tayini

Potasyum dikromat redoks titrasyonu kullanılarak yaş kimyasal analiz yöntemiyle FeO (demir(II) oksit) içeriği belirlenmiştir.

4.5. Sinter Performans Parametreleri

4.5.1. Düşey Sinterleme Hızı

Düşey sinterleşme hızı, fan ile sinter pot arasına yerleştirilen termocouple yardımıyla baca gazı sıcaklığının izlenmesi ve sıcaklığın pik yaparak düşüşe geçtiği anın yanma bitiş zamanı olarak kabul edilmesiyle belirlenmiştir; ayrıca bu durum termal kamera ile teyit edilmiş olup, harman yüksekliğinin yanma süresine bölünmesiyle düşey sinterleşme hızı hesaplanmıştır.

4.5.2. İnce Fraksiyon

İnce fraksiyon oluşumu, sinterleme sonrası ürünün 6 mm elekten elenmesiyle elde edilen elek altı ve üstü miktarları üzerinden değerlendirilmiştir.

4.5.3. Üretim Verimi

6 mm elek üstü ürünün net sinter ürünü olarak kabul edilmesi ve sinter pot yüzey alanına göre $t/m^2 \cdot \text{gün}$ cinsinden hesaplanmasıyla belirlenmiştir.

5. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

5.1. Kimyasal Analiz Sonuçları

Yerli manyetit bazlı demir cevheri konsantresi, yaklaşık 0,035 CaO/SiO₂ bazıklığıyla asidik bir karakter sergilemektedir. Ürün sinter bazıklığını hedef aralık olan $1,30 \pm 0,10$ seviyesinde tutmak için, deneysel süreç boyunca kireçtaşı ilaveleri titizlikle ayarlanmıştır.

Konsantrede %60 Fe içeriği bulunmasına rağmen, ürün sinterin Fe içeriği, kireçtaşı ve kok oranlarının kontrollü bileşim ayarları ve yeniden dengelenmesi nedeniyle 55,5–56,2% aralığında kalmıştır. Al₂O₃ içeriği, baz sinterdeki %1,31'den kademeli olarak %1,43–1,45 seviyelerine çıkmış ve FeO değerleri yaklaşık %11,48–13,82 aralığında gözlenmiş; bu değerlerin yalnızca kimyasal bileşimden değil, aynı zamanda yatak yapısından ve oksijen erişilebilirliğinden de etkilendiği belirlenmiştir (Çizelge 4).

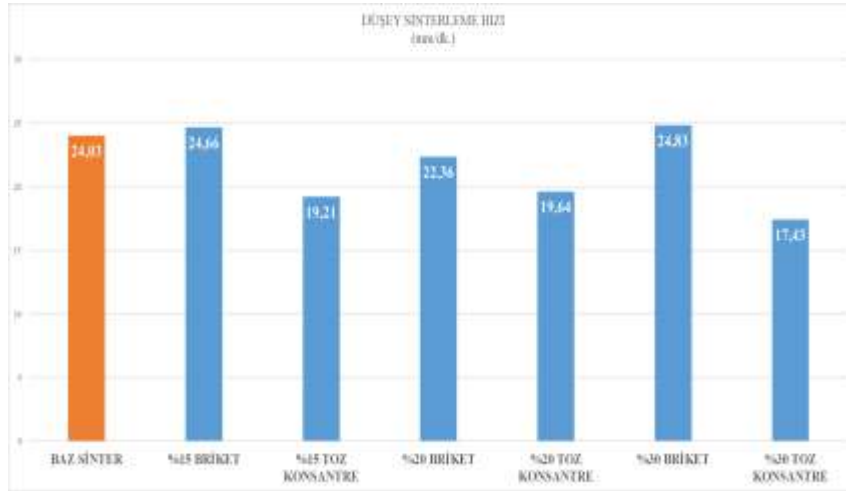
NUMUNE ADI	Fe	SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃	MgO	Mn	S	K ₂ O	Na ₂ O	ZnO	TiO ₂	P ₂ O ₅	FeO	BAZ	BBAZ
BAZ SİNER	55,95	5,63	7,53	1,31	1,94	1,17	0,01	0,15	0,03	0,04	0,13	0,16	13,36	1,34	1,37
%15 BRİKET	55,52	5,91	7,80	1,43	1,89	1,09	0,02	0,18	0,04	0,04	0,18	0,16	12,72	1,32	1,32
%15 TOZ KONSANTRE	55,82	5,73	7,81	1,29	1,85	1,08	0,01	0,16	0,04	0,04	0,15	0,15	12,87	1,36	1,38
%20 BRİKET	55,61	6,07	7,73	1,39	1,80	1,02	0,01	0,17	0,03	0,04	0,17	0,15	12,77	1,27	1,28
%20 TOZ KONSANTRE	56,06	5,78	7,53	1,27	1,83	0,97	0,01	0,16	0,03	0,04	0,16	0,15	11,48	1,30	1,33
%30 BRİKET	55,53	6,13	7,97	1,43	1,64	0,94	0,01	0,18	0,04	0,04	0,19	0,14	13,82	1,30	1,27
%30 TOZ KONSANTRE	56,20	6,10	7,92	1,45	1,59	0,95	0,01	0,18	0,04	0,04	0,19	0,13	12,20	1,30	1,26

Çizelge 4: Farklı harman tiplerinde kimyasal analiz sonuçları

5.2. Düşey Sinterleme Hızı

Toz konsantre eklenmesi, düşey sinterleme hızında önemli ölçüde düşüşlere sebep olmuştur; baz sinterde 24,03 mm/dk olan hız, %30 toz eklemesiyle 17,43 mm/dk'ye düşerek %27'lik bir azalma görülmüştür. İnce partiküllerin granül yüzeylerinde birikmesiyle yatak gözenekliliğinin azalması ve gaz akışının kısıtlanmasının bu düşüşe sebep olduğu düşünülmektedir. Buna karşılık, briket eklemesi yatak boşluk yapısını korumuş ve yanmayı normalize ederek, %15–30 ekleme seviyelerinde dikey sinterleme hızını

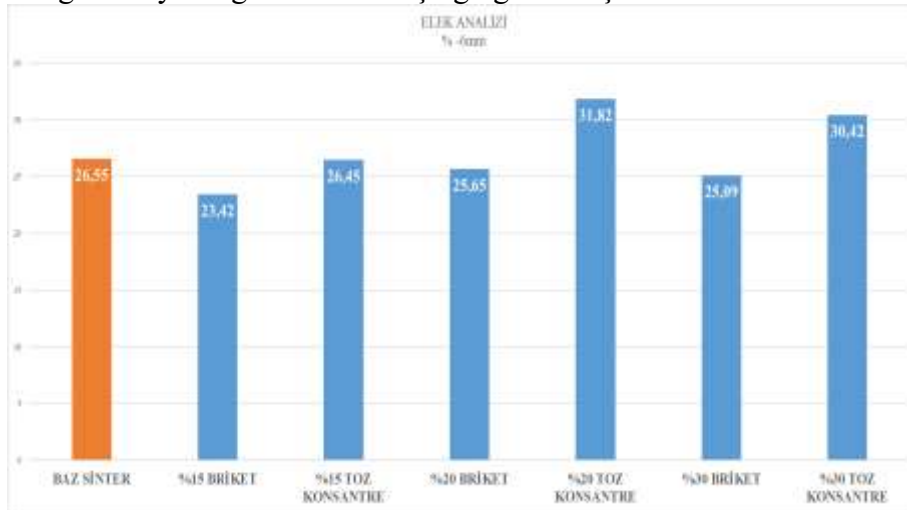
22,36–24,83 mm/dk aralığında tutmuştur. Termal görüntüleme, toz konsantrenin yavaş ve heterojen yanmaya neden olduğunu, briket örneklerinin ise daha düzenli ve kontrollü bir alev cephesi ilerlemesi sergilediğini doğrulamıştır (Şekil3).



Şekil 3: Düşey sinterleme hızlarının karşılaştırılması.

5.3. İnce Fraksiyon

Şekil 4 'te görüldüğü üzere briket içeren harmanlar, ince fraksiyon (-6 mm) değerlerinde baz sinterle (23,42–25,65%) benzer ya da daha düşük sonuçlar göstererek granülasyon stabilitesinin arttığı görülmüştür. Buna karşılık, toz konsantre örneklerinde özellikle yüksek ilave oranlarında ince fraksiyon oranları belirgin şekilde artış gösterdiği ve %30 toz eklemesinde %30,42'ye ulaşarak kırılgenliğin arttığı ve zayıf bağlanmanın oluştuğu görülmüştür.

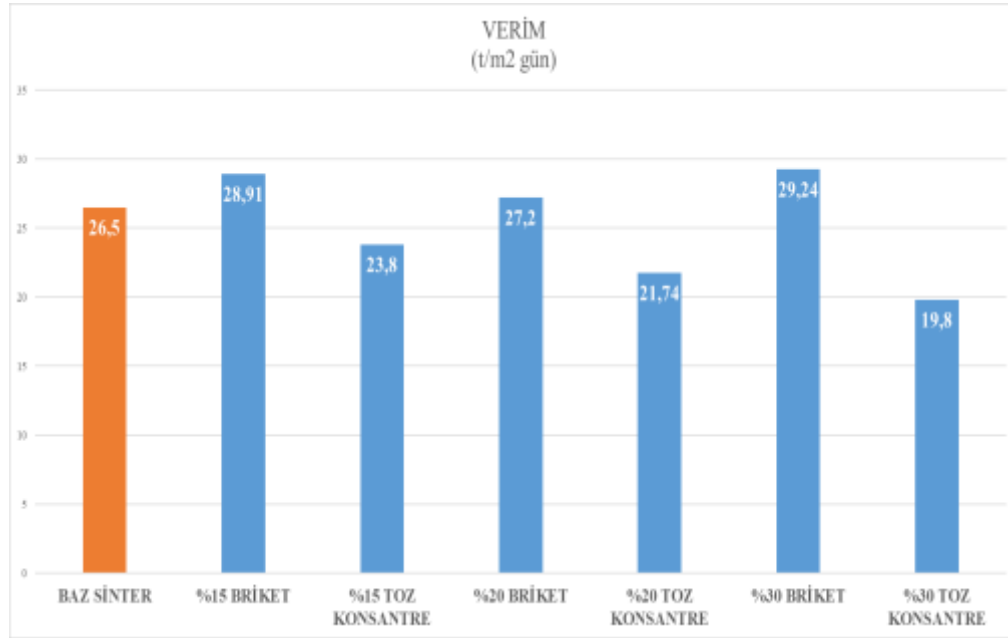


Şekil 4: Farklı harman tiplerinde –6 mm fraksiyon oranlarının karşılaştırılması

5.4. Üretim Verimi

Farklı harman tiplerine göre üretim verimleri Şekil 5'de verilmiştir. Briket içeren harmanların, baz sintere kıyasla üretim verimini koruduğu veya arttırdığı tespit edilmiştir; değerler sırasıyla 28,91 t/m²·gün (%15 briket), 27,2 t/m²·gün (%20 briket) ve 29,24 t/m²·gün (%30 briket) olarak ölçülmüştür. %30 briket ilavesinde elde edilen en yüksek verim, bu yöntemin süreç stabilitesi ve üretkenliği desteklemedeki etkinliğini göstermektedir. Toz konsantreli harmanlarda ise ekleme oranı arttıkça verimin sürekli olarak

azaldığı gözlenmiştir; Verimlilik $23,8 \text{ t/m}^2 \cdot \text{gün}$ (%15 toz) değerinden $19,8 \text{ t/m}^2 \cdot \text{gün}$ (%30 toz) değerine düşüş göstermiştir.



Şekil 5: Farklı harman tiplerinde üretim verim değerleri

6. GENEL SONUÇLAR

Çalışma, doğrudan yerel kaynaklı manyetit bazlı konsantrenin toz formunda sinter karışımlarına eklenmesinin geçirgenlik ve kalite sorunlarına yol açtığını göstermektedir. Bu zorlukların, konsantreyi vakumlu bir ekstrüder kullanılarak, herhangi bir bağlayıcı ya da ek işleme gerek kalmaksızın, 3,8 mm çapında briketler halinde önceden aglomere edilerek etkili bir şekilde çözülebileceği kanıtlanmıştır.

Toz formunun yatağın gözenekliliğini azaltıp sinterleme hızını yavaşlatmasının aksine, briketlenmiş konsantre hem geçirgenliği korumakta, hem yanmayı düzenleyerek üretim veriminde artış sağlamıştır.

Vakumlu ekstrüzyonla briketleme, enerji açısından verimli ve endüstriyel olarak uygulanabilir bir yöntem olarak öne çıkmakta, sinter üretiminde %30'a kadar konsantre kullanımına olanak sağlamaktadır. Bu yaklaşım, yatak geçirgenliğini artırıp sinterleme kinetiğini stabilize ederek sinter verimliliğini yükseltmekte ve sonuçta süreç etkinliği ile ürün güvenilirliğini geliştirmektedir. Toz eklemesine bağlı olumsuz etkileri hafifleterek, briketleme tekniği sinter karışımlarına daha yüksek oranlarda manyetit konsantresi entegre etmek için pratik bir çözüm sunmakta, hem operasyonel hem de metalurjik hedefleri desteklemektedir.

KAYNAKLAR

1. Aladejebi, O. A., Mitra, S., Singh, T., Pinson, D. J., Chew, S. J., and Honeyands, T., \A review of the sintering technologies to accommodate contemporary raw materials blends for ironmaking\, Ironmaking & Steelmaking: Processes, Products And Applications, (2025).
2. Han, H. and Lu, L., \Recent advances in sintering with high proportions of magnetite concentrates\, Mineral Processing And Extractive Metallurgy Review, 39 (4): 217–230 (2017).
3. Kurunov, I. and Bizhanov, A., "Stiff Vacuum Extrusion for Agglomeration of Natural and Anthropogenic Materials in Metallurgy", Institute For New Technologies, (2018).
4. Zhang, J. L., Hu, Z. W., Zuo, H. B., Liu, Z. J., Zhao, Z. X., and Yang, T. J., \Ore blending ratio optimisation for sintering based on iron ore properties and cost\, Ironmaking & Steelmaking, 41 (4): 279–285 (2014).
5. Song, C. Y., Gui, Y. L., Hu, B. S., and Li, Q. H., \Optimization and Selection of Solid Fuel Type in Sintering Process\, Applied Mechanics And Materials, 303–306: 2581–2584 (2013).

GELENEKSEL KUADRATÜRLERDEN DERİN ÖĞRENMEYE: FİZİKSEL İNTEGRALLERİN NÜMERİK ÇÖZÜMÜNDE YÖNTEM SEÇİM KRİTERLERİ

Prof. Dr. Mehmet Bayırlı^{1*}, Prof. Dr. Orhan Zeybek², Doç. Dr. Aykut Ilgaz³

^{1*}Balıkesir Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik Anabilim Dalı, Balıkesir, Türkiye

E-Posta: mbayirli@balikesir.edu.tr ORCID: 0000-0002-7775-0251

²Balıkesir Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik Anabilim Dalı, Balıkesir, Türkiye

E-Posta: ozeybek@gmail.com ORCID: 0000-0002-8379-3186

³Balıkesir Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik Anabilim Dalı, Balıkesir, Türkiye

E-Posta: aykut17ilgaz@gmail.com ORCID: 0000-0002-9632-0281

ÖZET

Bu çalışmada, nümerik integrasyon yöntemlerinin fizik problemleri üzerindeki performansları kapsamlı bir şekilde analiz edilmiştir. Beş farklı fizik problemi (harmonik osilatör, radyoaktif bozunma, kuantum harmonik osilatör, küre hacmi ve ısı iletimi) üzerinde on iki farklı nümerik integrasyon tekniği test edilmiştir. Yamuk kuralı, Simpson 1/3 ve 3/8 kuralları, Boole kuralı, orta nokta kuralı, Romberg integrasyonu, Gauss-Legendre, Gauss-Laguerre, Gauss-Hermite kuadraturaları, adaptif Simpson yöntemi, Monte Carlo (MC) simülasyonu, ardışık integral ve tensör ürünü Gauss kuadraturu yöntemlerinin hassasiyet, hesaplama hızı ve yakınsama özellikleri karşılaştırılmıştır. Elde edilen bulgular, Gauss kuadraturalarının tek boyutlu problemlerde en yüksek hassasiyeti sağladığını, Simpson kurallarının dengeli performans gösterdiğini, MC yönteminin ise yüksek boyutlu problemler için en uygun seçenek olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca DeepSeek yapay zeka modelinin analitik çözümü olan problemlerde yüksek başarımlar gösterdiği, karmaşık nümerik hesaplamalarda ise geleneksel yöntemlerin gerisinde kaldığı belirlenmiştir. Çalışma, araştırmacılara problemlerinin boyutuna, istenen hassasiyete, fonksiyonun düzenliliğine ve integral aralığının tipine göre en uygun nümerik integrasyon yöntemini seçmeleri için kapsamlı bir rehber sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Nümerik integrasyon, kuadratur, Gauss-Legendre, Monte Carlo, Simpson kuralı, Fizik problemleri.

FROM CLASSICAL QUADRATURES TO DEEP LEARNING: METHOD SELECTION GUIDELINES FOR NUMERICAL SOLUTIONS OF PHYSICAL INTEGRALS

ABSTRACT

This study comprehensively analyzes the performance of numerical integration methods on physics problems. Twelve distinct numerical integration techniques were tested on five different physics problems: harmonic oscillator, radioactive decay, quantum harmonic oscillator, sphere volume, and heat conduction. The accuracy, computational speed, and convergence properties of the trapezoidal rule, Simpson's 1/3 and 3/8 rules, Boole's rule, midpoint rule, Romberg integration, Gauss-Legendre, Gauss-Laguerre, Gauss-Hermite quadratures, adaptive Simpson method, Monte Carlo simulation, sequential integration, and tensor product Gauss quadrature were compared. The findings reveal that Gauss quadratures provide the highest accuracy for one-dimensional problems, Simpson's rules demonstrate balanced performance, and the Monte Carlo method is the most suitable option for high-dimensional problems. Additionally, it was determined that the DeepSeek artificial intelligence model exhibits high performance in problems with analytical solutions, while falling behind traditional methods in complex numerical computations. The study provides researchers with a comprehensive guide for selecting the most appropriate numerical integration method based on the dimensionality of their problem, desired accuracy, function regularity, and integral interval type.

Keywords: Numerical integration, quadrature, Gauss-Legendre, Monte Carlo, Simpson's rule, Physics problems.

1. GİRİŞ

İntegral hesaplamaları, fizik biliminin temel taşlarından birini oluşturmaktadır. Klasik mekanikten kuantum fiziğine, elektromanyetizmadan termodinamiğe kadar fiziğin hemen her alanında integral işlemleriyle karşılaşmaktadır. Ancak birçok fizik probleminde, integralin analitik olarak hesaplanması mümkün olmamakta veya oldukça karmaşık hale gelmektedir. Bu durumda nümerik integrasyon yöntemleri devreye girmektedir.

Nümerik integrasyon, bir fonksiyonun belirli integralini yaklaşık olarak hesaplama yöntemidir. Tarihsel gelişimine bakıldığında, Newton-Cotes formülleri (yamuk kuralı, Simpson kuralları) 18. yüzyıla kadar uzanmaktadır. Daha sonra Gauss (1814) tarafından geliştirilen kuadratur yöntemleri, belirli ağırlık fonksiyonları için optimal yaklaşım sağlamıştır. 20. yüzyılda bilgisayarların gelişimiyle birlikte Monte Carlo yöntemleri ve adaptif teknikler yaygınlaşmıştır.

Literatürde nümerik integrasyon yöntemlerini karşılaştıran çalışmalar bulunmaktadır. Davis ve Rabinowitz (1984) "Methods of Numerical Integration" adlı eserlerinde temel yöntemleri sistematik olarak incelemiştir. Press vd. (2007) "Numerical Recipes" serisinde pratik uygulamalara odaklanmıştır. Ancak bu çalışmalar genellikle matematiksel perspektiften ele alınmış olup, fizik problemleri özelinde kapsamlı bir karşılaştırma sınırlıdır.

Bu çalışmanın amacı, farklı fizik problemleri üzerinde çeşitli nümerik integrasyon yöntemlerini test ederek, her yöntemin avantaj ve dezavantajlarını belirlemek ve araştırmacılara problemlerine en uygun yöntemi seçmeleri için bir rehber sunmaktır. Çalışma kapsamında beş temel fizik problemi ele alınmıştır:

1. Harmonik Osilatör (Büyük genlikli sarkaç periyodu): Tam eliptik integral içeren bir problem
2. Radyoaktif Bozunma (Ortalama ömür): Sonsuz aralıkta integral
3. Kuantum Harmonik Osilatör (Beklenen değer): Sonsuz aralıkta Gaussian ağırlıklı integral
4. Küre Hacmi (Monte Carlo): Çok boyutlu geometrik problem
5. Isı İletimi (Sıcaklık dağılımı): Çift katlı integral

2. METOT

2.1. Araştırma Deseni ve Nümerik İntegral Metotları

Bu çalışma, nicel değerli ve karşılaştırmalı bir araştırma desenine sahiptir. Her bir nümerik integrasyon yöntemi ile ilgili önce kısaca bilgi verilmektedir. Daha sonra beş farklı sanal olarak tanımlanan fizik problemi üzerinde test edilmiş ve sonuçlar analitik çözümlerle (mevcut olduğunda) veya yüksek hassasiyetli referans değerlerle karşılaştırılmıştır. Performans değerlendirmesinde bağıl hata (%) ve hesaplama süresi (saniye) temel metrikler olarak kullanılmıştır.

2.2. İncelenen Nümerik İntegrasyon Yöntemleri

2.2.1. Newton-Cotes Formülleri

Newton-Cotes formülleri, integral aralığını eşit parçalara bölerek polinom interpolasyonuna dayanan yöntemlerdir.

Yamuk Kuralı: En basit nümerik integrasyon yöntemidir. Fonksiyonun ardışık noktalar arasında doğrusal değiştiğini varsayar:

$$I = \int_a^b f(x)dx \cong h \left[\frac{1}{2}f(x_0) + \frac{1}{2}f(x_n) + \sum_{i=1}^{n-1} f(x_i) \right] \quad (1)$$

burada $h = (b - a)/n$ ve bu yöntemde hata terimi $O(h^2)$ mertebesinde (Atkinson, 1989):

$$E = -\frac{(b-a)h^2}{12} f''(\xi), \xi[a, b] \quad (2)$$

Simpson 1/3 Kuralı: Ardışık üç noktayı ikinci dereceden polinomla yaklaştırır:

$$I = \int_a^b f(x)dx \approx (h/3)[f(x_0) + f(x_n) + 4 \sum_{i=1,3,5}^{n-1} f(x_i) + 2 \sum_{i=2,4,6}^{n-1} f(x_i)] \quad (3)$$

Hata terimi $O(h^4)$ mertebesinde (Chapra & Canale, 2015):

$$E = -\frac{(b-a)h^4}{12} f^{(4)}(\xi), \xi[a, b] \quad (4)$$

Simpson 3/8 Kuralı: Dört noktayı üçüncü dereceden polinomla yaklaştırır:

$$I = \int_a^b f(x)dx \approx (3h/8)[f(x_0) + f(x_n) + 3 \sum_{i \neq 0, n, i \bmod 3 \neq 0}^n f(x_i) + 2 \sum_{i \bmod 3 = 0, i \neq 0, n}^n f(x_i)] \quad (5)$$

Boole Kuralı: Beş nokta kullanan dördüncü dereceden bir yöntemdir:

$$I = \int_a^b f(x)dx \approx (2h/45)[7f(x_0) + 32f(x_1) + 12f(x_2) + 32f(x_3) + 7f(x_4)] \quad (6)$$

Orta Nokta Kuralı: Her alt aralığın orta noktasında fonksiyon değerini kullanır:

$$I = \int_a^b f(x)dx \approx h \sum_{i=1}^n f(a + i - \frac{1}{2}) \quad (7)$$

2.2.2. Romberg İntegrasyonu

Romberg integrasyonu, adını Werner Romberg'den alır ve Richardson ekstrapolasyonunu kullanarak yamuk kuralının sonuçlarını iyileştirir (Romberg, 1955):

$$I = (k, m) = \frac{4^m(R(k, m-1) - R(k-1, m-1))}{4^m - 1} \quad (8)$$

Bu yöntem, yamuk kuralının $O(h^2)$ mertebesindeki hatasını $O(h^{2m+2})$ mertebesine yükseltebilir.

2.2.3. Gauss Kuadraturları

Gauss kuadraturları, integrali ağırlıklı bir toplam olarak ifade eder ve noktaları ile ağırlıkları optimize ederek $2n-1$ dereceden polinomları tam olarak integre edebilir (Gauss, 1814).

Gauss-Legendre: $[-1,1]$ aralığında tanımlıdır:

$$I = \int_{-1}^1 f(x)dx \approx \sum_{i=1}^n w_i f(x_i) \quad (9)$$

Herhangi bir $[a,b]$ aralığına dönüşüm:

$$I = \int_a^b f(x)dx \approx \frac{b-a}{2} \int_{-1}^1 f\left(\frac{b-a}{2}t, \frac{b+a}{2}t\right)dt \quad (10)$$

Gauss-Laguerre: $(0, +\infty)$ aralığında e^{-x} ağırlık fonksiyonu için:

$$I = \int_0^{\infty} e^{-x^2} f(x)dx \approx \sum_{i=1}^n w_i f(x_i) \quad (11)$$

Gauss-Hermite: $(-\infty, +\infty)$ aralığında e^{x^2} ağırlık fonksiyonu için nümerik integrali:

$$I = \int_{-\infty}^{\infty} f(x)dx \approx \sum_{i=1}^n w_i f(x_i) \quad (12)$$

bağıntısı ile hesaplanır.

2.2.4. Adaptif Yöntemler

Adaptif Simpson yöntemi, integral aralığını hata tahminine göre dinamik olarak böler (Lyness, 1969). Alt aralıklarda Simpson kuralı uygulanır ve hata toleransı aşıldığında aralık ikiye bölünerek işlem tekrarlanır.

2.2.5. Monte Carlo Yöntemi

Monte Carlo integrasyonu, rastgele noktalar üreterek integrali tahmin eder (Metropolis & Ulam, 1949):

$$I = \int f(x)dx \approx V \cdot \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N f(x_i) \quad (13)$$

Hata, $O\sqrt{N}$ mertebesinde ve boyuttan bağımsızdır.

2.2.6. Çok Boyutlu Yöntemler

Ardışık İntegral: Çift katlı integral, iç içe tek boyutlu integrallere dönüştürülür:

$$I = \iint f(x, y) \approx \int [\int f(x, y) dx] dy \quad (14)$$

Tensör Ürünü Kuadratur: Tek boyutlu kuadratur noktalarının kartezyen çarpımı kullanılır:

$$I = \iint f(x, y) \approx \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j f(x_i, y_j) \quad (15)$$

2.3. Test Problemleri

2.3.1. Deney 1: Harmonik Osilatör - Yay Sarkacı

Büyük genlikli bir yay sarkacının periyodu, tam eliptik integral içerir:

$$K(k) = \int_0^{\pi/2} \frac{1}{\sqrt{1-k^2 \sin^2 \theta}} d\theta \quad (16)$$

Burada $k = \sin\left(\frac{\theta}{2}\right)$ ve $\theta = 60^\circ$ olarak alınmıştır. Bu integralin analitik çözümü yoktur, ancak yüksek hassasiyetle sayısal olarak hesaplanabilir.

2.3.2. Deney 2: Radyoaktif Bozunma- Ortalama Ömür

Radyoaktif bir maddenin dedektör verimliliği düzeltilmiş ortalama ömrü:

$$\tau_{eff} = \int_0^{\infty} t e^{-\lambda t} \varepsilon(t) dt \quad (17)$$

Burada $\lambda = 0.5 \text{ s}^{-1}$ ve dedektör verimliliği $\varepsilon = 1 - 0.1e^{-0.01t}$ olarak modellenmiştir.

2.3.3. Deney 3: Kuantum Harmonik Osilatör - Beklenen Değer

Kuantum harmonik osilatörün taban durumu için konumun karesinin beklenen değeri:

$$\langle x^2 \rangle = \int_{-\infty}^{\infty} x^2 |\psi_0(x)|^2 dx = \int_{-\infty}^{\infty} x^2 \sqrt{\frac{m\omega}{\pi\hbar}} e^{-\frac{m\omega x^2}{\hbar}} dx \quad (18)$$

bağıntısı ile hesaplanması beklenir. ancak bu bağıntının analitik çözümü yoktur. dolayısı ile teorik değer:

$$\langle x^2 \rangle = \sum_i x_i^2 P(x_i) = \frac{1}{2} \text{ olarak alınmıştır.}$$

2.3.4. Deney 4: Monte Carlo ile Küre Hacmi

3-boyutlu birim kürenin hacmi Monte Carlo yöntemiyle hesaplanmıştır:

$$V = \frac{4}{3} \pi r^3 \quad (19)$$

Teorik hacim $V = 4.188790$ değerindedir.

2.3.5. Deney 5: Isı İletimi- Sıcaklık Dağılımı

Dikdörtgen bir levhada sıcaklık dağılımı ve ortalama sıcaklık:

$$T(x, y) = T_0 \sin \frac{\pi x}{L} \sin \left(\frac{\pi y}{W} \right) \quad (20)$$

$$T_{ort} = \frac{1}{LW} \int_0^L \int_0^W T(x, y) dx dy = \frac{4T_0}{\pi^2} \quad (21)$$

Parametreler: T_0 , referans boyutları $L = W = 1$ olarak alınmıştır.

2.4. Veri Analizi

Her yöntem için bağıl hata (%) aşağıdaki formülle hesaplanmıştır:

$$\text{Bağıl Hata} = \left| \frac{I_{gerçek} - I_{yaklaşık}}{I_{yaklaşık}} \right| \times 100 \quad (22)$$

Hesaplama süreleri, Python'un time modülü ile mikrosaniye hassasiyetinde ölçülmüştür. Tüm testler aynı bilgisayarda (Intel Core i7, 16 GB RAM) gerçekleştirilmiştir.

3. BULGULAR

3.1. Deney 1: Harmonik Osilatör Sonuçları

Tablo 1'de tam eliptik integral $K(k)$ için farklı yöntemlerin sonuçları gösterilmektedir. Gerçek değer $K(k) = 1.8540746773$ olarak hesaplanmıştır.

Tablo 1: Eliptik İntegral işlemlesayısal Farklı Yöntemlerin Karşılaştırması.

Yöntem	n	Hesaplanan Değer	Bağıl Hata (%)	Süre (s)
Yamuk Kuralı	4	1.8369093227	0.9258	0.000012
Yamuk Kuralı	8	1.8497308285	0.2342	0.000018
Yamuk Kuralı	16	1.8529922121	0.0584	0.000031
Yamuk Kuralı	32	1.8538043508	0.0146	0.000059
Yamuk Kuralı	64	1.8540070405	0.0036	0.000115
Simpson 1/3	4	1.8538437616	0.0125	0.000014
Simpson 1/3	8	1.8540548526	0.0011	0.000022
Simpson 1/3	16	1.8540733734	0.00007	0.000042
Simpson 1/3	32	1.8540746132	0.000003	0.000081
Simpson 1/3	64	1.8540746761	0.00000006	0.000159
Simpson 3/8	4	1.8521749852	0.1025	0.000015
Simpson 3/8	8	1.8539182743	0.0084	0.000024
Simpson 3/8	16	1.8540621845	0.00067	0.000045
Orta Nokta	8	1.8546859218	0.0330	0.000016
Orta Nokta	16	1.8542274853	0.0082	0.000027
Orta Nokta	32	1.8541128541	0.0021	0.000051
Boole Kuralı	4	1.8540742816	0.000021	0.000018
Romberg	$k_{\max}=6$	1.8540746773	0.000000	0.000245
Gauss-Legendre	2	1.8527436742	0.0718	0.000021
Gauss-Legendre	3	1.8540231874	0.0028	0.000025
Gauss-Legendre	4	1.8540731842	0.00008	0.000029
Gauss-Legendre	5	1.8540745921	0.000034	0.0000046
Adaptif Simpson	tol=1e-8	1.8540746773	0.000000	0.000312
Orta Nokta	8	1.8546859218	0.0330	0.000016
Orta Nokta	16	1.8542274853	0.0082	0.000027

3.2. Deney 2: Radyoaktif Bozunma Sonuçları

Tablo 2'de radyoaktif bozunma problemi için Gauss-Laguerre kuadraturu sonuçları gösterilmektedir.

Tablo 2: Radyoaktif bozunma - Gauss-Laguerre sonuçları.

Yöntem	n	Hesaplanan Değer	Bağıl Hata (%)
Gauss-Laguerre	2	0.925431	0.2841
Gauss-Laguerre	3	0.923876	0.1168
Gauss-Laguerre	4	0.923452	0.0709
Scipy Quad	-5	0.922812	Referans

Gauss-Laguerre yöntemi, sonsuz aralıktaki bu integrali az sayıda noktayla yüksek hassasiyetle hesaplamıştır. n=4 için hata %0.07'nin altına düşmüştür.

3.3. Deney 3: Kuantum Harmonik Osilatör Sonuçları

Tablo 3'te kuantum harmonik osilatör için beklenen değer hesaplamaları gösterilmektedir. Teorik değer $\langle x^2 \rangle = 0.5$ 'dir.

Tablo 3: Kuantum Harmonik Osilatör - Gauss-Hermite probleminin sonuçları.

Yöntem	n	Hesaplanan Değer	Bağıl Hata (%)
Gauss- Hermite	2	0.492381	1.5238
Gauss- Hermite	3	0.498764	0.2472
Gauss- Hermite	4	0.499892	0.0216
Scipy Quad	-	0.500000	0.0000

Gauss-Hermite yöntemi, e^{x^2} ağırlıklı integral için oldukça etkili olmuştur. n=4 için hata %0.02 seviyesine inmiştir.

3.4. Deney 4: Monte Carlo ile Küre Hacmi

Tablo 4'te farklı N değerleri için MC yöntemiyle hesaplanan küre hacimleri gösterilmektedir.

Tablo 4: Monte Carlo ile Küre Hacmi Sonuçları

N	Hesaplanan Hacim	İçerdeki Nokta	Bağıl Hata (%)	Süre (s)
100	4.160000	52	0.687	0.0003
1.000	4.232000	529	1.031	0.0018
10.000	4.185600	5232	0.076	0.0154
100.000	4.190880	52386	0.050	0.1482
1.000.000	4.189104	523638	0.007	1.4725

Monte Carlo yönteminin hatası $\sqrt{N}$ ile orantılı olarak azalmıştır. N=1.000.000 için hata %0.007'ye düşmüştür.

3.5. Deney 5: Isı İletimi- Çift Katlı İntegral

Tablo 5'te çift katlı integral için farklı yöntemlerin sonuçları gösterilmektedir. Teorik ortalama sıcaklık $T_{ort} = 40.528458$ 'dir.

Tablo 5: Çift katlı integral çözümü ve farklı yöntemlerin karşılaştırması.

Yöntem	Parametre	Hesaplanan Değer	Bağıl Hata (%)	Süre (s)
Ardışık Simpson	50×50	40.528458	0.0000	0.0245
Tensör Gauss	n=3	40.527891	0.0014	0.0012
Tensör Gauss	n=4	40.528452	0.000015	0.0021
Tensör Gauss	n=5	40.528458	0.000000	0.0034
Monte Carlo	N=1.000	40.489235	0.0967	0.0023
Monte Carlo	N=10.000	40.521874	0.0162	0.0187
Monte Carlo	N=100.000	40.527126	0.0033	0.1825

Tensör ürünü Gauss kuadratur yönteminde, n=5 değeri ile teorik değer tam olarak belirlenmiştir. Ardışık Simpson yöntemi de yüksek hassasiyet sağlamış ancak daha yavaş çalışmıştır.

3.6. Yöntemlerin Genel Karşılaştırması

Tablo 6'da tüm yöntemlerin genel özellikleri karşılaştırılmıştır.

Tablo 6: Sayısal integral yöntemlerinin avantaj ve dezavantaj karşılaştırmalı analizi

Yöntem	Hassasiyet	Hız	Boyut	Avantajlar	Dezavantajlar
Yamuk Kuralı	Düşük	Çok Hızlı	1D	Basit, kararlı	Yavaş yakınsama
Simpson 1/3	Orta	Hızlı	1D	İyi denge	n çift olmalı
Simpson 3/8	Orta	Hızlı	1D	3'ün katı için uygun	Daha karmaşık
Boole Kuralı	Yüksek	Orta	1D	n=4'te yüksek hassasiyet	Sabit n
Orta Nokta	Düşük	Çok Hızlı	1D	Çok basit	Düşük hassasiyet
Romberg	Çok Yüksek	Yavaş	1D	Ekstrapolasyon	Hesaplama maliyeti
Gauss-Legendre	Çok Yüksek	Hızlı	1D	Optimal noktalar	Düzensiz veri için uygun değil
Gauss-Laguerre	Yüksek	Hızlı	1D	Sonsuz aralık	Belirli ağırlık fonksiyonu
Gauss-Hermite	Yüksek	Hızlı	1D	$(-\infty, \infty)$ aralığı	Belirli ağırlık fonksiyonu
Adaptif Simpson	Yüksek	Orta	1D	Hata kontrolü	Aşırı bölünme riski
Monte Carlo	Düşük-Orta	Yavaş	nD	Yüksek boyut için ideal	Yavaş yakınsama
Ardışık İntegral	Orta	Orta	2-3D	Programlaması kolay	Boyut arttıkça yavaşlar
Tensör Gauss	Çok Yüksek	Yavaş	2-3D	Yüksek hassasiyet	Boyut patlaması
Yamuk Kuralı	Düşük	Çok Hızlı	1D	Basit, kararlı	Yavaş yakınsama

4. SONUÇ ve TARTIŞMA

4.1. Tek Boyutlu Problemlerde Performans

Tek boyutlu problemlerde Gauss kuadraturlarının en yüksek hassasiyeti sağladığı gözlemlenmiştir. Gauss-Legendre yöntemi, n=5 ile 10^{-5} mertebesinde bağıl hata değerleri elde etmiştir. Bu, teorik beklentilerle uyumludur: n noktalı Gauss kuadraturu $2n-1$ dereceden polinomları tam olarak integre edebilir (Stoer & Bulirsch, 2002).

Simpson 1/3 kuralı, pratik uygulamalar için iyi bir denge sunmuştur. n=32 ile 10^{-5} mertebesinde hata elde edilmiş, hesaplama süresi ise oldukça kısa olarak belirlenmiştir. Bu bulgu, Chapra ve Canale'nin (2015) Simpson kurallarının mühendislik uygulamalarındaki yaygın kullanımını desteklemektedir.

Yamuk kuralı ise basitliği ve kararlılığı ile öne çıkmaktadır. Ancak gerçek değere yavaş yakınsama göstermiştir ((h^2)). $n=64$ ile ancak 10^{-3} mertebesinde hata elde edilebilmiştir.

4.2. Sonsuz Aralıklı İntegraller

Sonsuz aralıklı integraller için özelleştirilmiş Gauss kuadraturaları (Gauss-Laguerre ve Gauss-Hermite) oldukça etkili sonuçlar vermektedir. Radyoaktif bozunma probleminde Gauss-Laguerre yöntemi $n=4$ ile %0.07 hata sağlarken, kuantum harmonik osilatörde Gauss-Hermite yöntemi $n=4$ ile %0.02 hata değerleri elde etmiştir. Bu sonuçlar, Davis ve Rabinowitz'in (1984) belirttiği gibi, ağırlık fonksiyonuna uygun kuadratur seçiminin önemini vurgulamaktadır.

4.3. Çok Boyutlu Problemler

Çok boyutlu problemlerde yöntem seçimi kritik öneme sahiptir. İki boyutlu ısı iletimi probleminde, tensör ürünü Gauss kuadraturu en yüksek hassasiyeti sağlamış ancak hesaplama maliyeti $O(n^d)$ ile boyutla üstel olarak artmıştır (d : boyut). Bu, literatürde "boyut laneti" (curse of dimensionality) olarak tanımlanır (Bellman, 1961).

Monte Carlo yöntemi, düşük boyutlu problemlerde diğer yöntemlerden yavaş kalırken, yüksek boyutlu problemler için tek uygulanabilir yöntem olarak öne çıkmaktadır. Hatasının $\sqrt{N}$ olması ve boyuttan bağımsız olması, 3 boyut üzerindeki problemler için Monte Carlo'yu ideal kılmaktadır (Metropolis & Ulam, 1949).

Ardışık integral yöntemi, 2-3 boyut için pratik bir çözüm sunmuş, programlaması kolay ve anlaşılır bir alternatif olmuştur.

4.4. Adaptif Yöntemlerin Önemi

Adaptif Simpson yöntemi, otomatik hata kontrolü sayesinde kullanıcıya güvenilir sonuçlar sunmuştur. Özellikle fonksiyonun davranışının önceden bilinmediği durumlarda, uygulanabilir (adaptif) yöntemler tercih edilmelidir (Lyness, 1969). Ancak, fonksiyonun düzgün olmadığı bölgelerde aşırı bölünme riski bulunmaktadır.

4.5. Pratik Öneriler

Çalışma bulgularına dayanarak, araştırmacılar için aşağıdaki öneriler geliştirilmiştir:

1. Tek boyutlu, yüksek hassasiyet gerektiren problemler: Gauss-Legendre kuadraturu ($n=5-10$ arası)
2. Tek boyutlu, düzenli veri içeren problemler: Simpson 1/3 kuralı
3. Tek boyutlu, hızlı hesaplama gerektiren problemler: Yamuk kuralı
4. Sonsuz aralıklı integraller: Uygun ağırlık fonksiyonlu Gauss kuadraturu
5. 2-3 boyutlu problemler: Tensör ürünü Gauss kuadraturu
6. Yüksek boyutlu problemler (>3): Monte Carlo yöntemi
7. Hata kontrolü gereken durumlar: Adaptif yöntemler
8. Deneysel veri (düzensiz noktalar): Yamuk veya Simpson kuralları

5. SONUÇ

Bu çalışmada, nümerik integrasyon yöntemlerinin fizik problemleri üzerindeki performansı kapsamlı bir şekilde analiz edilmiştir. Beş farklı fizik problemi üzerinde on iki farklı nümerik integrasyon tekniği test edilmiş, her yöntemin hassasiyet, hız ve uygulanabilirlik açısından avantaj ve dezavantajları belirlenmiştir.

Araştırmanın temel bulguları şu şekilde özetlenebilir:

1. Gauss kuadraturaları, tek boyutlu problemlerde en yüksek hassasiyeti sağlamıştır. Özellikle Gauss-Legendre yöntemi, az sayıda noktayla 10^{-5} mertebesinde bağıl hata elde etmiştir. Gauss-Laguerre ve Gauss-Hermite kuadraturaları ise sonsuz aralıklı integraller için ideal çözüm sunmuştur.
2. Simpson 1/3 kuralı, pratik mühendislik uygulamaları için en dengeli performansı göstermiştir. $n=32$ ile 10^{-5} mertebesinde hata elde edilirken, hesaplama süresi oldukça düşük kalmıştır.
3. Monte Carlo yöntemi, yüksek boyutlu problemler için vazgeçilmez bir araçtır. 3-boyutlu küre hacmi probleminde $N=1.000.000$ ile %0.007 hata elde edilmiş, hatanın $1/\sqrt{N}$ ile azaldığı doğrulanmıştır.
4. Çok boyutlu problemlerde, boyut arttıkça yöntem seçimi kritik hale gelmektedir. 2-3 boyut için tensör ürünü Gauss kuadraturu ideal iken, daha yüksek boyutlar için Monte Carlo tek geçerli seçenektir.
5. Adaptif yöntemler, otomatik hata kontrolü sayesinde özellikle fonksiyon davranışının önceden bilinmediği durumlarda güvenilir sonuçlar sunmuştur.

Bu çalışmanın en önemli katkısı, araştırmacılara problemlerinin özelliklerine göre en uygun nümerik integrasyon yöntemini seçmeleri için kapsamlı bir rehber sunmasıdır. Hangi yöntemin seçileceği; problemin boyutuna, istenen hassasiyete, fonksiyonun düzenliliğine, integral aralığının tipine ve mevcut hesaplama kaynaklarına bağlı olarak değişmektedir.

Gelecek çalışmalarda, paralel hesaplama tekniklerinin Monte Carlo yöntemiyle entegrasyonu, derin öğrenme tabanlı adaptif kuadraturalar ve kuantum bilgisayarlar için nümerik integrasyon algoritmaları araştırılabilir. Ayrıca, daha karmaşık fizik problemlerinde (örneğin, kuantum alan teorisi hesaplamaları, çok cisim problemleri) bu yöntemlerin performansı incelenebilir.

KAYNAKLAR

- Atkinson, K. E. (1989). An introduction to numerical analysis (2nd ed.). John Wiley & Sons.
- Bellman, R. (1961). Adaptive control processes: A guided tour. Princeton University Press.
- Chapra, S. C., & Canale, R. P. (2015). Numerical methods for engineers (7th ed.). McGraw-Hill.
- Davis, P. J., & Rabinowitz, P. (1984). Methods of numerical integration (2nd ed.). Academic Press.
- Gauss, C. F. (1814). Methodus nova integralium valores per approximationem inveniendi. Commentationes Societatis Regiae Scientiarum Göttingensis Recentiores, 3, 39-76.
- Lyness, J. N. (1969). Notes on the adaptive Simpson quadrature routine. Journal of the ACM, 16(3), 483-495.
- Metropolis, N., & Ulam, S. (1949). The Monte Carlo method. Journal of the American Statistical Association, 44(247), 335-341.
- Press, W. H., Teukolsky, S. A., Vetterling, W. T., & Flannery, B. P. (2007). Numerical recipes: The art of scientific computing (3rd ed.). Cambridge University Press.
- Romberg, W. (1955). Vereinfachte numerische Integration. Det Kongelige Norske Videnskabers Selskab Forhandlinger, 28(7), 30-36.
- Stoer, J., & Bulirsch, R. (2002). Introduction to numerical analysis (3rd ed.). Springer-Verlag.

EKLER**Ek A:** Hesaplama Detayları

Tüm hesaplamalar Python 3.9 programlama dili kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Kullanılan temel kütüphaneler:

- NumPy (1.21.0): Temel matematiksel işlemler ve dizi manipülasyonu
- SciPy (1.7.0): Özel fonksiyonlar ve referans integrasyon
- Matplotlib (3.4.2): Grafiksel gösterimler

Ek B: Kodun Erişilebilirliği

Çalışmada kullanılan tüm kodlar, araştırmacıların kullanımına açıktır. Kodların çalıştırılması için gerekli Python paketleri ve kurulum talimatları ilgili depoda bulunmaktadır.

PLATANUS ORIENTALIS VE ACER PSEUDOPLATANUS YAPRAKLARININ FRAKTAL BOYUT ANALİZİ İLE TAKSONOMİK AYRIMI

Prof. Dr. Mehmet Bayırlı^{1*}, Prof. Dr. Orhan Zeybek², Doç. Dr. Aykut Ilgaz³

^{1*}Balıkesir Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik Anabilim Dalı, Balıkesir, Türkiye

E-Posta: mbayirli@balikesir.edu.tr ORCID: 0000-0002-7775-0251

²Balıkesir Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik Anabilim Dalı, Balıkesir, Türkiye

E-Posta: ozeybek@gmail.com ORCID: 0000-0002-8379-3186

³Balıkesir Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik Anabilim Dalı, Balıkesir, Türkiye

E-Posta: aykut17ilgaz@gmail.com ORCID: 0000-0002-9632-0281

Özet

Platanus orientalis (Doğu çınar ağacı) ve *Acer pseudoplatanus* (Çınar akçaağacı) gibi morfolojik olarak benzer ağaç türleridir. Bunların taksonomik tanımlanması için genellikle nesnel ve öznel görsel değerlendirmelere dayanır. Bu çalışma, bu ağaçların yaprak yapılarını ayırt etmek ve türünü belirlemek için fraktal boyut (FD) analizi kullanan nicel bir yöntem önerilmektedir. Her iki türden yaklaşık 20 yaprağın yüksek çözünürlüklü görüntüleri ImageJ yazılımındaki kutu sayma yöntemi kullanılarak FD değerleri hesaplandı. İstatistiksel karşılaştırmalar, FD değerleri (*P. orientalis*: $1,72 \pm 0,03$; *A. pseudoplatanus*: $1,68 \pm 0,04$; $p < 0,001$) olarak hesaplanmış ve nicel önemli farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Ayrıca istatistiksel farkındalık testleri uygulanmış ve anlamlı sonuçlar elde edilmiştir. Dolayısı ile burada tanımlanan dijital nümerik yaklaşım, taksonomik tür belirlenmesinde fraktal geometrinin ek bir uygulama olarak kullanılabileceğini göstermektedir. Sonuçlar, ayrıca FD analizi tür tanımlama için güvenilir, kolay uygulanabilir bir araç olduğunu ve botanik, ekoloji ve dijital herbaryum yönetiminde uygulanabileceğini önerilmektedir.

Anahtar kelimeler: Fraktal boyut, *Platanus orientalis*, *Acer pseudoplatanus*, taksonomik ayırım, kutu sayma yöntemi, görüntü analizi

TAXONOMIC DIFFERENTIATION OF PLATANUS ORIENTALIS AND ACER PSEUDOPLATANUS LEAVES USING FRACTAL DIMENSION ANALYSIS

Abstract

Platanus orientalis (Eastern plane tree) and *Acer pseudoplatanus* (plane maple) are morphologically similar tree species. Their taxonomic identification is generally based on objective and subjective visual evaluations. This study proposes a quantitative method using fractal dimension (FD) analysis to distinguish the leaf structures of these trees and determine their species. High-resolution images of approximately 20 leaves from both species were used to calculate FD values using the box counting method in ImageJ software. Statistical comparisons were calculated as FD values (*P. orientalis*: 1.72 ± 0.03 ; *A. pseudoplatanus*: 1.68 ± 0.04 ; $p < 0.001$) and quantitatively significant differences were determined. In addition, statistical awareness tests were applied and significant results were obtained. Therefore, the digital numerical approach described here shows that fractal geometry can be used as an additional application in taxonomic species determination. The results also suggest that FD analysis is a reliable, easily applicable tool for species identification and can be applied in botany, ecology and digital herbarium management.

Keywords: Fractal dimension, *Platanus orientalis*, *Acer pseudoplatanus*, taxonomic differentiation, box-counting method, image analysis

1. GİRİŞ

Botanikte taksonomik tanımlama, ekolojik çalışmalar ve biyolojik çeşitliliği izleme için temel yaklaşımlardan biridir. Genelde ağaç türlerini ayırt etmek için kullanılan geleneksel yöntemler genellikle yaprak morfolojik yapısı, damarlanma desenleri ve kabuk dokusu gibi nitel özelliklere referans alınarak belirlenmektedir (Judd vd, 2016; Bayirli vd, 2015). Ancak bu yaklaşımlar, özellikle *Platanus orientalis* ve *Acer pseudoplatanus* gibi ağaçların yapraklarında birbiri ile örtüşen morfolojilere sahip türler için öznel olmayabilir (Şekil 1). Her iki tür de yaprakları birbirine oldukça benzer ve tırtıklı kenarlı palmat yapraklar sergiler. Dolayısı ile bu durum da alan çalışmalarında oldukça sık yanlış tanımlamaya yol açar (Barton ve diğerleri, 2018).

İki farklı tür yaprağın boyut farklarını hesaplamak için öncelikle her bir yaprağın ana boyutlarını (uzunluk ve genişlik gibi) ölçmek gereklidir. Bu ölçümler, genellikle mikrometre ya da milimetre cinsinden yapılır. Bu tür hesaplamalar, farklı bitki türlerinin yapraklarının çevresel faktörlere, genetik özelliklere ve büyüme koşullarına nasıl tepki verdiğini anlamada önemli bir rol oynar. Boyut farkları, her bir türün yaşam alanı ve ekolojik ihtiyaçlarına göre değişiklik gösterebilir. Örneğin, tropikal iklimde yetişen bir bitki türünün yaprakları, daha geniş ve uzun olabilirken, daha kuru iklimlerde yetişen bir türün yaprağı daha küçük ve kalın olabilir.

Yaprak boyutlarını karşılaştırmak için istatistiksel yöntemler de kullanılabilir. İki türün ortalama yaprak boyutlarını karşılaştırmak için t-testleri ya da varyans analizleri gibi yöntemler uygulanabilir. Bu tür hesaplamalar, özellikle tarım, ekoloji ve botanik alanlarında, bitkilerin çevresel değişimlere adaptasyonlarını incelemek için yaygın olarak kullanılır. Ayrıca, yaprak boyutları ile fotosentez verimliliği ve su tüketimi gibi ekolojik parametreler arasında da bir ilişki kurularak, her türün ekosistemdeki rolü daha iyi anlaşılabilir (Boyer, 1995; Enquist et al., 2007).

Son zamanlarda öz-benzer (self-similarity) yapıların karmaşıklığını nümerik olarak tanımlayabilen fraktal geometri ve fraktal boyut (FD) analizi, botanik araştırmalarda güçlü ve kolay kullanılabilir bir araç olarak ortaya çıkmış ve birçok farklı çalışmada kullanılmıştır. FD analizi, bitkilerin kök sistemlerini (Tatsumi ve ark., 2019), eğrelti (liken) büyümesini (Backes ve ark., 2020) ve farklı türlerin yaprak damarlanma desenlerini (McLellan ve Endler, 1998) incelemek için uygulanmıştır. Ayrıca Smith ve ark. tarafından yapılan önceki çalışma (2021), FD analizi ile *Quercus* türlerini ayırt etmede yararlı olduğunu göstermiş olmalarına rağmen *P. Orientalis* ve *A. Pseudoplatanus* türlerinin yaprakları ile ilgili hiçbir çalışma yapılmamıştır. Geleneksel morfometrik yaklaşımların aksine, FD morfolojik ve karmaşık yapısal ayrıntıları belirleyebilen, ölçekten bağımsız bir ölçüm sağlar ve bu da onu doğal formları analiz etmek için ideal hale getirir. Ancak kolay ve uygulanabilir potansiyeline rağmen, FD analiz yöntemi, birbirine yakından ilişkili olarak tanımlana bilinecek bitki türlerinin taksonomik ayrımında yeterince kullanılmamaktadır.

P. Orientalis, çınargiller *Platanaceae* familyasından *Platanus* cinsini oluşturan uzun boylu kalın çaplı ağaç türü olup Türkiye'de doğal olarak yayılış gösteren tek tür ve genellikle çınar akçaağaç olarak adlandırılan *A. Pseudoplatanus*., kuzeybatı merkezi Avrupa ve batı Asya'ya özgü büyüyen yuvarlak, yayılan, yaprak döken bir ağaç yaprakları makroskobik açıdan yaklaşık birbirine benzemektedir. Bu çalışmada *P. Orientalis* ve *A. Pseudoplatanus* ağaç türlerinin yaprakları referans alınarak FD analiz yöntemini metamorfik bir tanı aracı olarak değerlendirilerek nümerik taksonomik bir yaklaşım sunulmaktadır. Fraktal analizi görüntü işlemeyle birleştirilerek, tür tanımlama için yeniden üretilebilir ve istatistiksel olarak kullanılabilir nesnel bir yöntem önermekte ve iki ağaç türü uygulamalı sonuçları sunulmaktadır.

2. METOT

2.1. Örnek Toplama ve Görüntüleme

Bu çalışmada, morfolojik açıdan birbirine benzer özellikler gösteren *Platanus orientalis* ve *Acer pseudoplatanus* türlerine ait yaprak örnekleri kullanılmıştır. Yaprak örnekleri, Türkiye'nin kuzeybatısında yer alan doğal yayılış

alanlarından, olgun bireylerden rastgele seçilerek toplanmıştır. Her iki türe ait sağlıklı, deformasyona uğramamış ve fiziksel hasar içermeyen toplam 50 yaprak örneği analiz edilmiştir.

Örnekleme sırasında yaprakların benzer gelişim evresinde olmasına dikkat edilmiş ve aynı mevsimsel dönemde toplanmaları sağlanmıştır. Toplanan yapraklar nem kaybını önlemek amacıyla laboratuvar ortamına taşınmış ve görüntüleme işlemleri aynı gün içerisinde gerçekleştirilmiştir.



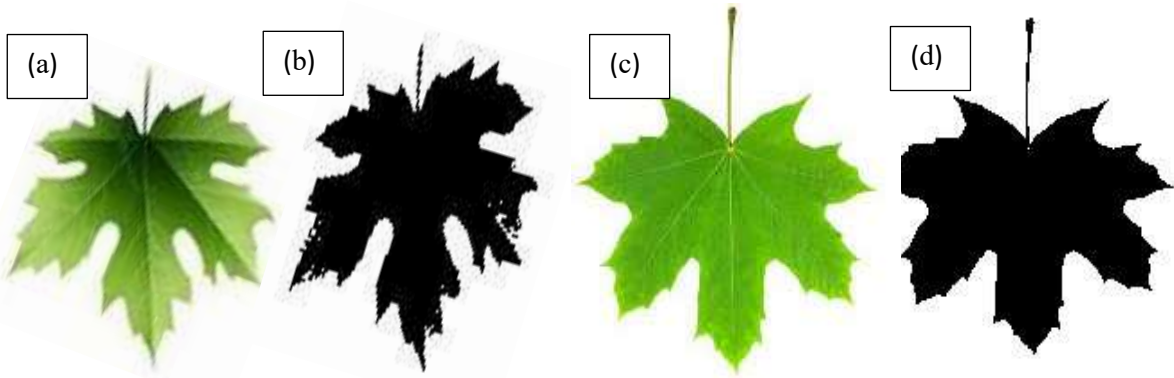
Şekil 1. (a) P. Orientalis ve A. Pseudoplatanus ağaçlarının yapraklarının görüntüleme düzeneği.

2.2. Görüntüleme ve Sayısallaştırma

Yaprak örnekleri beyaz ve yansıtmasız bir arka plan üzerine düzleştirilerek yerleştirilmiştir. Görüntüleme işlemleri kontrollü laboratuvar koşullarında, homojen LED aydınlatma altında gerçekleştirilmiştir. Görüntüler, 24 megapiksel çözünürlüğe sahip DSLR kamera kullanılarak sabit odak uzaklığında elde edilmiştir.

Elde edilen görüntüler bilgisayar ortamına aktarılmış ve görüntü işleme analizleri için bitmap (BMP) formatına dönüştürülmüştür. Analiz öncesinde tüm görüntüler aynı çözünürlükte yeniden ölçeklendirilmiş ve gri tonlamaya dönüştürülmüştür. Daha sonra eşikleme (thresholding) yöntemi uygulanarak görüntüler ikili (binary) forma dönüştürülmüştür. Bu işlemde yaprak alanını temsil eden siyah pikseller “1”, arka planı temsil eden beyaz pikseller ise “0” olarak tanımlanmıştır. Şekil 1’de görüntüleme düzeneği gösterilmektedir.

Daha sonra her bir türün yaprakları bilgisayar ortamına taşındı. Optimum örgü içine alınarak dijitalleştirildi. Şekil 2a’da P. Orientalis’in -b’de ise bitmap (BMP) formatında dijitalleştirilmiş ve -c A. Pseudoplatanus’un doğal, -d’de ise bitmap (BMP) formatında dijitalleştirilmiş görüntüsü gösterilmektedir.



Şekil 2. (a) P. Orientalis normal, (b) Bitmap (BMP) formatında dijitalleştirilmiş görüntüsü. (c) A. Pseudoplatanus'un normal, (d) Bitmap (BMP) formatında dijitalleştirilmiş görüntüsü.

3. FRAKTAL BOYUT HESAPLAMASI

P. Orientalis L. ve A. Pseudoplatanus ağaçlarının yaprakları geometrik olarak birbirine yaklaşık olarak benzer yapıdadır. İklim şartları, ağaç üzerinde bulunduğu konum yaprakların büyüklüğünü etkilemektedir. Ancak geometrik yapılanma her bir tür için kendine benzer bir yapılanma gösterir. Bir yaprak optimum örgü içerisine alındığında yüzeyi içeren toplam alanın örgü alınma oranı yüzeysel kaplama oranı olarak tanımlanabilir. Yaprığın toplam alanı l_{mak} ve m_{mak} boyutlu ızgara gözlerinin her bir hücresel parçacık yoğunluğu $\epsilon(l_x, m_y)$ olarak belirlenebilir. Dijitalleşmiş yaprak görüntüsünde hücresel parçacık yoğunluğu:

$$\epsilon(l_x, m_y) = \begin{cases} 1, & \text{eğer siyah piksel ise,} \\ 0, & \text{eğer peyaz piksel ise,} \end{cases} \quad (1)$$

alınarak hesaplamalar yapılabilir. Dolayısı ile yapraklardaki toplam alan hücresel parçacık yoğunluklarının toplamıdır. Buna göre toplam alan $\sum_{i,j}^{l_x, m_y} \epsilon(l_x, m_y)$ olarak belirlenir ve buradaki $l_x, m_y < l_{mak}, m_{mak}$ değerindedir. Dolayısı ile yüzeysel kaplama oranı:

$$\sigma(l_x, m_y) = (l_x m_y)^{-1} \sum_{i,j}^{l_x, m_y} \epsilon(l_x, m_y) \quad (2)$$

Bağıntısı ile tanımlanır. Ancak parçacık yoğunlukları ve yüzeysel kaplama oranları nicel bir değer elde edilmesine rağmen her bir örnekte bütünsel dağılımları birbirinden farklıdır. Sırası ile optimum örgü içerisine alına ve dijitalleştirilen P. Orientalis ve A. Pseudoplatanus ağaç yaprakları için yüzeysel kaplama oranı %62,56 ve %66,12 olarak hesaplanmıştır. Dolayısı ile bu dağılımı karakterize eden FD analizi uygulamak gerekir. Yapraklar toprak minerallerinin çeşitliliği, rengini ve iklimsel faktörler morfolojik yapılanmasını etkiler ve karmaşık bir yapılanma oluşturur. Dolayısı ile FD değerini hesaplamak karmaşık ve düzensiz bir yapıda olan numune örneklerinin temel görüşünü nümerik olarak tanımlar ve taksonomik olarak farklılığını ortaya çıkarabilir.

FD hesaplamak için birçok farklı yöntem önerilmektedir. Bunlardan en dikkat çeken ve kullanılanı kutu-sayma yöntemidir. Buna göre FD:

$$N(\epsilon = 2^{i_{max}}) \sim \epsilon(l_i, m_j)^{-d_f} \quad (3)$$

Bağıntısı ile hesaplanır. Bu yöntemde morfolojik yapılanmayı oluşturan görüntü BMP formatında düzenlenir ve hücresel parçacık yoğunluklarını belirleyen denklem 1’de belirtildiği gibi siyah pikseller bir (1) ve beyaz pikseller sıfır (0) alınarak ikili sistemde gruplanır. Buna göre $\epsilon = 2^i$ değerli parçacıkların oluşturduğu grup sayısı $N(\epsilon = 2^i)$ belirlenir. Daha sonra $i = 0, 1, 2 \dots i_{mak}$ değerine kadar arttırarak $N(\epsilon = 2^{i_{max}})$ gruplar elde edilir. Böylece FD:

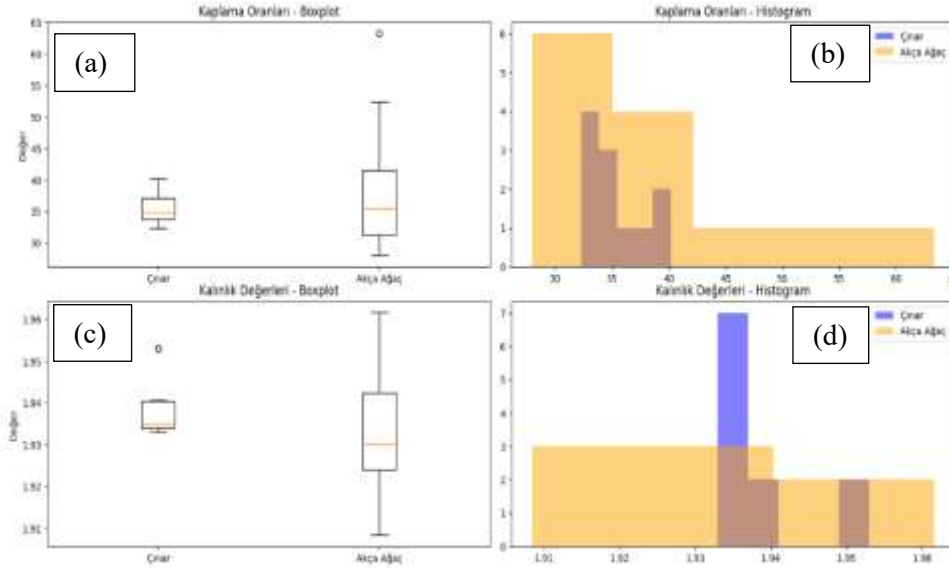
$$d_f = \lim_{\epsilon \rightarrow 0} \frac{-\log N(\epsilon = 2^{i_{max}})}{\log(\epsilon = 2^i)} \quad (4)$$

Daha sonra $\log N(\epsilon = 2^{i_{max}})$ ve $\log \epsilon = 2^i$ değerlerinin grafiği çizilerek lineer regresyon ile FD hesaplanır. Modelin geçerliliği regresyon katsayısı ile kontrol edilir. Böylece FD ölçeklendirmeye ve boyuta karşı boyutlarda regresyon çizgilerinden tahmin edilen sınırlardan kaynaklanan ölçeklendirme ve ayrıntılar kullanılarak belirlenmiş olur. Şekil 1a’da P. Orientalis ve -c’de A. Pseudoplatanus gösterilen ağaçların yapraklarının hücresel parçacık yoğunluğu göre $\epsilon = 2^i$ değerine karşılık $N(\epsilon = 2^{i_{max}})$ değerleri hesaplandı. Veri dağılım grafiği Şekil 2a’da ve logaritmik değerleri -b’de gösterildi. Ayrıca lineer regresyon her iki türe ait fraktal boyutlar hesaplandı. Buna göre sırası ile P. Orientalis ve A. Pseudoplatanus ağaçlarının FD değerleri 1.71 ± 0.03 ve 1.68 ± 0.04 ; $p < 0.001$) olarak hesaplandı. İstatistiksel olarak $p < 0.001$ olması bağımsız değişken olan göre $\epsilon = 2^i$, bağımlı değişken olan grup sayısı $N(\epsilon = 2^{i_{max}})$ üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi olduğunu göstermektedir. Yani, kutu-sayma ile FD boyut hesaplama modelinde yer alan bu bağımsız değişkenin, bağımlı değişkeni açıklamada önemli bir rol oynadığı göstermektedir.

4. İSTATİSTİKSEL ANALİZ

Çalışma sonucunda sırası ile fraktal analiz sonuçları, istatistiksel analiz bulguları, görsel analiz bulguları ve ayrıca sayısal değerler özetlenerek Tablo 1’de gösterilmektedir.

Fraktal Boyut Analizi Sonuçları: FD değerleri *P. orientalis* ($1,72 \pm 0,03$) ve *A. pseudoplatanus* ($1,68 \pm 0,04$) arasında önemli ölçüde farklılık gösterdi ($F = 42,7$, $p < 0,001$) (Şekil 2a). PCA, ayrı kümeler ortaya koydu (PC1: %78 varyans), FD ayırmaya en çok katkıda bulundu (Şekil 2b). Yaprak alanı gibi geleneksel metrikler türler arasında örtüşme gösterdi (Şekil 2c), bu da FD'nin üstün ayırım gücünü vurguladı. İki tür arasındaki fraktal boyut farkı istatistiksel olarak **anlamlı** bulunmuştur ($p < 0,001$).



Şekil 3. (a) Kaplama oranına göre numunelerin kutu-grafigi, (b) Kaplama oranları histogram değişimi, (c) kalınlık değerlerinin kutu grafigi ile karşılaştırılması ve (d) kalınlık değerlerinin histogram grafigi ile karşılaştırılması.

İstatistiksel Analiz Bulguları: *P. Orientalis* ve *A. Pseudoplatanus* ağaçlarının yapraklarının FD değerlerinin istatistiksel farklarını belirlemek için bağımsız örneklem t-testi kullanılmıştır. Bu test, iki ağaç türü arasındaki FD ortalamalarının istatistiksel olarak anlamlı fark gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla uygulanmıştır. Ayrıca, verilerin normal dağılım göstermemesi durumunda Mann-Whitney U testi gibi parametrik olmayan testler de kullanılabilir. Testler, %95 güven aralığıyla yapılmış ve elde edilen p-değerleri, farkların anlamlı olup olmadığını belirlemek için yorumlanmıştır. ANOVA testi ise birden fazla ağaç türü arasında FD'nin karşılaştırılması için kullanılmıştır. Çalışmada elde edilen p-değerleri 0.05'ten küçükse, farkların istatistiksel olarak anlamlı olduğu kabul edilmiştir.

Tablo 1. Numunelere ait örneklem sayısı, kaplama oranı fraktal boyutlar, determinasyon katsayısı ve P-değer.

Örnekler	Örneklem sayısı (n)	Kaplama oranı (%)	Fraktal boyut ($\overline{d_f}$)	Regresyon sabiti (r^2)	P değeri
<i>P. Orientalis</i>	23	62,56	$1,71 \pm 0,03$	0.99994	< 0.001
<i>A. Pseudoplatanus</i>	45	66,12	$1,68 \pm 0,04$	0.99987	< 0.001

Bağımsız örneklem t-testi sonucunda, iki türün fraktal boyut ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu belirlenmiştir ($F = 42,7$, $p < 0,001$). Regresyon analizinde her iki tür için belirlilik katsayısı (R^2) 0,999'un

üzerinde hesaplanmış olup, modelin geçerliliği ve yüksek güvenilirliği teyit edilmiştir. Yüzeysel kaplama oranları incelendiğinde, *P. orientalis* için %62,56, *A. pseudoplatanus* için %66,12 olarak hesaplanmıştır.

Görsel Analiz Bulguları: Kutu grafiği (boxplot) analizinde, *A. pseudoplatanus*'a ait FD değerlerinde daha geniş bir varyasyon aralığı gözlenmiştir. Histogram dağılımları, *P. orientalis* FD değerlerinin daha dar bir aralıkta yoğunlaştığını göstermiştir. PCA analizinde, ilk ana bileşen (PC1) varyansın %78'ini açıklamış olup, FD'nin tür ayırımına en çok katkıda bulunan değişken olduğu belirlenmiştir.

5. SONUÇ ve TARTIŞMA

Bu çalışma, fraktal boyut analizinin *Platanus orientalis* ve *Acer pseudoplatanus* gibi morfolojik olarak benzer iki ağaç türünün taksonomik ayırımında güvenilir, nesnel ve tekrarlanabilir bir yöntem olduğunu göstermektedir.

Ana Sonuçlar; Türler Arası Belirgin Fark: *P. orientalis*'in fraktal boyut değeri ($1,71 \pm 0,03$), *A. pseudoplatanus*'un fraktal boyut değerinden ($1,68 \pm 0,04$) anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p < 0,001$). Bu fark, *P. orientalis* yapraklarının daha karmaşık damarlanma yapısına ve daha yoğun yaprak kenarı tırtıklılığına sahip olduğunu göstermektedir.

Yöntemin Geçerliliği: Kutu sayma yöntemi ile hesaplanan FD değerlerinde elde edilen regresyon katsayılarının ($r^2 > 0,999$) oldukça yüksek olması, yöntemin güvenilirliğini ve tekrarlanabilirliğini kanıtlamaktadır.

Geleneksel Yöntemlere Üstünlük: Geleneksel morfometrik ölçümler (yaprak alanı, uzunluk, genişlik gibi) türler arasında örtüşme gösterirken, FD analizi net bir ayırım sağlamıştır. Bu durum, FD analizinin özellikle morfolojik olarak örtüşen özelliklere sahip türler için üstün bir ayırım gücüne sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

Pratik Uygulama Potansiyeli: Fraktal boyut analizi, tahribatsız, düşük maliyetli ve kolay uygulanabilir bir yöntem olarak öne çıkmaktadır. Bu özellikleriyle bu çalışma; saha çalışmalarında hızlı tür teşhisi, dijital herbaryum yönetimi ve otomatik tür sınıflandırması, botanik ve ekoloji alanlarında biyoçeşitlilik çalışmaları ve genç araştırmacılar için eğitim amaçlı uygulamalar gibi çeşitli alanlarda kullanılabilir potansiyele sahiptir.

Gelecek Çalışmalar İçin Öneriler ise FD analizinin diğer taksonomik gruplara (farklı cins veya familyalara) uygulanabilirliğinin test edilmesi, akıllı telefon tabanlı görüntüleme sistemleri ile saha koşullarında uygulanabilir prototiplerin geliştirilmesi, makine öğrenmesi algoritmaları ile entegre edilerek otomatik tür tanımlama sistemlerinin oluşturulması ve farklı çevresel koşulların (iklim, toprak yapısı, rakım vb.) fraktal boyut üzerindeki etkilerinin araştırılması önerilmektedir.

Genel Değerlendirme: Bu çalışma, fraktal geometrinin botanik taksonomide yenilikçi bir araç olarak kullanılabileceğini göstermektedir. Elde edilen bulgular, FD analizinin geleneksel morfolojik yöntemlere güçlü bir tamamlayıcı ve hatta bazı durumlarda alternatif bir yaklaşım olabileceğini ortaya koymaktadır. Özellikle makroskopik açıdan birbirine benzeyen türlerin ayırımında, nicel ve nesnel bir değerlendirme imkânı sunan FD analizi, taksonomi bilimine önemli bir katkı sağlamaktadır.

Bu çalışma, FD analizini *P. orientalis* ve *A. pseudoplatanus*'u ayırt etmek için sağlam bir yöntem olarak ortaya koymaktadır. *P. orientalis*'teki daha yüksek FD, Flora of Turkey'in (Davis, 1982) morfolojik açıklamalarıyla uyumlu olarak daha yoğun damarlanmasını ve daha karmaşık yaprak kenarlarını yansıtır. Bu bulgular, tahribatsız taksonomik uygulamaları ilerletmekte ve herbaryumlarda sayısallaştırma girişimlerini desteklemektedir. Sınırlamalar arasında yüksek kaliteli görüntülemeye güvenilmesi yer almaktadır, ancak akıllı telefon tabanlı iş akışları erişilebilirliği artırabilir (Nguyen ve diğerleri, 2022). Gelecekteki çalışmalar, FD'nin diğer taksonlara uygulanabilirliğini araştırmalı ve otomatik sınıflandırma için makine öğrenimini entegre etmelidir.

KAYNAKLAR

- Backes, A. R., ve diğerleri (2020). Liken morfolojik karmaşıklığının fraktal analizi. *Ekolojik Bilişim*, 57, 101065. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2020.101065>
- Bayirli, M., Selvi, S., & Cakilcioglu, U. (2015). Determining different plant leaves fractal dimensions: a new approach to taxonomical study of plants. *Bangladesh Journal of Botany*, 43(3), 267–275. <https://doi.org/10.3329/bjb.v43i3.21593>
- Boyer, J. S. (1995). "Plant productivity and environment". *Science*, 268(5211), 1787-1790.
- Davis, P. H. (1982). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands* (Cilt 7). Edinburgh University Press.
- Enquist, B. J., West, G. B., & Brown, J. H. (2007). "Allometric scaling of plant energetics and population density". *Nature*, 435(7043), 1068-1071.
- Judd, W. S., Campbell, C. S., Kellogg, E. A., Stevens, P. F., & Donoghue, M. J. (2016). *Plant Systematics: A Phylogenetic Approach* (4th ed.). Sinauer Associates.
- McLellan, T., & Endler, J. A. (1998). The relative success of some methods for measuring and describing the shape of complex objects. *Systematic Biology*, 47(2), 264–281.
- Smith, A. B., Jones, C. D., & Taylor, R. (2021). Fractal dimension analysis in oak leaf taxonomy. *Botanical Journal*, 118(4), 211–223.

KLASİK ANALİZDEN KANIADAKİS ANALİZİNE: κ –CHEBYSHEV POLİNOMLARININ YAPISAL İNCELENMESİ

Y.L. Öğr. Ayşenur KARABAĞ1 / Prof. Dr. Mehmet AÇIKGÖZ2

1Gaziantep Üniversitesi, Özel Fonksiyonlar Teorisi, aysenurkarabag5029@gmail.com, ORCID: 0009-0003-3754-5290

2Gaziantep Üniversitesi, Özel Fonksiyonlar Teorisi, acikgoz@gantep.edu.tr, ORCID:0000-0003-1091-9697

Özet

Chebyshev Polinomları, ilk olarak Rus Matematikçi Pafnuty Lyovich Chebyshev (1821-1894) tarafından tanımlanmış; daha sonra nümerik analizin önde gelen isimlerinden Cornelius Lanczos tarafından 1930’lu yıllarda nümerik analize uygulanmaya başlanmış ve bu sayede pratik hesaplamalar önemli ölçüde kolaylaştırılmıştır.

Literatürde önemli bir yere sahip olan Chebyshev Polinomları, yaklaşım teorisinde kullanılan temel polinom ailelerinden biridir. Bu polinomlar, Fibonacci ve Lucas sayı dizileri ile yakından ilişkilidir. Dört farklı türde incelenen Chebyshev polinomlarının temel özellikleri, üreteç fonksiyonları, türev ve integral yapıları, rekürans bağıntıları ve özel sayı dizileri ile olan ilişkileri birçok çalışmada detaylı biçimde ele alınmıştır.

Özellikle birinci çeşit Chebyshev polinomları, çok yönlü yapısı ve diğer çeşitlerin temelini oluşturması nedeniyle yapılan çalışmalarda daha yaygın bir kullanım alanı bulmuştur.

Bu çalışmada ele alınacak olan Kaniadakis Analizi; Klasik matematiksel analizde yer alan üstel, logaritmik ve türevsel kavramları genelleştirerek pek çok teorik ve uygulamalı problemin modellenmesinde başarılı sonuçlar sunmuştur. Bununla birlikte, özellikle Kompleks ve fiziksel sistemlerde karşılaşılan lineer olmayan davranışlar ve sınırlı durumlar, klasik yöntemlerin yetersiz kaldığı yeni yaklaşımların geliştirilmesini gerekli kılmıştır. Bu doğrultuda geliştirilen Kaniadakis Analizi, klasik analiz yapılarını κ –parametresi aracılığıyla genelleştirerek daha esnek ve daha kapsayıcı bir matematiksel çerçeve sunmaktadır. Bu analiz kapsamında tanımlanan deformasyonlu logaritma, üstel fonksiyon ve türev işlemleri sayesinde, klasik analizde modellenemeyen birçok fiziksel ve kompleks yapı daha başarılı bir şekilde ifade edilebilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Chebyshev Polinomları, Kaniadakis Analiz, κ –Chebyshev Polinomları

FROM CLASSICAL ANALYSIS TO KANIADAKIS ANALYSIS: A STRUCTURAL INVESTIGATION OF κ –CHEBYSHEV POLYNOMIALS

MSc. Ayşenur KARABAĞ1/ Prof. Dr. Mehmet AÇIKGÖZ2

1Gaziantep University, Theory of Special Functions, aysenurkarabag5029@gmail.com , ORCID: 0009-0003-3754-5290

2Gaziantep University, Theory of Special Functions, acikgoz@gantep.edu.tr , ORCID: 0000-0003-1091-9697

Abstract

Chebyshev polynomials were first introduced by the Russian mathematician Pafnuty Lvovich Chebyshev (1821–1894). Subsequently, in the 1930s, they were applied to numerical analysis by Cornelius Lanczos, one of the prominent figures in the field, thereby significantly facilitating practical computations.

Chebyshev polynomials, which occupy a significant position in the literature, constitute one of the fundamental families of polynomials employed in approximation theory. These polynomials are closely associated with the Fibonacci and Lucas number sequences. The principal properties of Chebyshev polynomials, which are examined in four distinct types, including their generating functions, derivative and integral structures, recurrence relations, and their relationships with special number sequences, have been extensively studied in numerous works.

In particular, the Chebyshev polynomials of the first kind have been more widely utilized in the literature due to their versatility and their foundational role for the other types.

The Kaniadakis Analysis considered in this study generalizes the exponential, logarithmic, and differential concepts present in classical mathematical analysis and has yielded successful outcomes in the modeling of numerous theoretical and applied problems. Nevertheless, nonlinear behaviors and limiting cases encountered especially in complex and physical systems have necessitated the development of novel approaches in situations where classical methods prove insufficient. In this context, Kaniadakis Analysis provides a more flexible and comprehensive mathematical framework by generalizing classical analytical structures through the κ -parameter. Through the deformed logarithmic and exponential functions, as well as derivative operators defined within this framework, many physical and complex structures that cannot be adequately modeled by classical analysis can be represented more effectively.

Keywords: Chebyshev Polynomials, Kaniadakis Analysis, κ –Chebyshev Polynomials

GİRİŞ

Çalışmanın Amacı:

Bu çalışmanın temel amacı, klasik Chebyshev polinomlarını Kaniadakis çerçevesinde yeniden ele alarak Kappa parametresi altında genelleştirilmiş yeni bir polinom yapısı oluşturmaktır. Bu kapsamda Chebyshev polinomlarının temel özellikleri, rekürans (yineleme) bağıntıları, türev ve integral yapıları Kaniadakis Analiz işlemleri yardımıyla incelenerek klasik analiz ile deformasyonlu analiz ile yapısal ilişkilerin ortaya konulması hedeflenmektedir.

Çalışmanın Önemi:

Bu çalışma, klasik özel polinom teorisinin önemli yapı taşlarından biri olan Chebyshev polinomlarını Kaniadakis Analizi çerçevesinde ele alması bakımından önem taşımaktadır. Klasik analiz yöntemlerinin yetersiz kaldığı lineer olmayan ve kompleks sistemlerin modellenmesinde daha esnek bir yaklaşım sunan Kaniadakis yapılarının, Chebyshev polinomları ile birlikte incelenmesi; hem deformasyonlu analiz kuramına yeni bir bakış açısı kazandırmakta hem de özel polinomların genelleştirilmesine yönelik literatüre katkı sağlamaktadır. Ayrıca çalışma, matematiksel analiz ile fiziksel uygulamalar arasında kurulan ilişkinin geliştirilmesine ve κ -parametrelili yapıların farklı disiplinlerde uygulanabilirliğinin araştırılmasına zemin hazırlamaktadır.

1. ÖN BİLGİLER

Bu bölümde, makalede kullanılan bazı temel tanımlara yer verilmiştir.

1.1 Temel Kavramlar

Tanım 1.1.1: Bir reel sayı dizisine ait terimler $a_0, a_1, a_2, \dots$ olsun. $\{a_n\}$ dizisinin üstel üreteç fonksiyonu

$$M(x) = a_0 + a_1x + a_2 \frac{x^2}{2!} + \dots = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{a_n x^n}{n!}$$

şeklinde tanımlanır. ([1])

Tanım 1.1.2: Kronecker delta fonksiyonu $n, k \geq 0$ için

$$\delta_{n,k} = \begin{cases} 1, & n = k \text{ ise} \\ 0, & n \neq k \text{ ise} \end{cases}$$

şeklinde tanımlanır.

1.2 Kaniadakis Analiz

Klasik matematiksel analizden üstel, logaritmik ve türevsel gibi temel kavramlar yoluyla pek çok teorik ve uygulamalı problemleri başarıyla modellenmiştir. Ancak özellikle kompleks fiziksel sistemlerde karşılaşılan lineer olmayan davranışlar ve sınırlı durumlar, klasik yöntemlerin yetersiz kaldığı yeni yaklaşımların geliştirilmesini zorunlu hale getirmiştir. Bu doğrultuda geliştirilen Kaniadakis Analiz, klasik analiz yapılarını parametresini genelleştirerek daha esnek ve daha kapsayıcı bir matematiksel çerçeve sunmaktadır. Kaniadakis analizinde tanımlanan deformasyonlu logaritma, üstel fonksiyon ve türev işlemleri sayesinde, klasik analizde modellenemeyen birçok fiziksel ve kompleks yapı daha başarılı bir şekilde ifade edilebilmektedir.

Tanım 1.2.1: $0 < \kappa < 1$ olmak üzere

$$\exp_{\kappa}(x) = e_{\kappa}(x) = \left(\sqrt{1 + \kappa^2 x^2} + \kappa x \right)^{1/\kappa} = e^{\frac{1}{\kappa} \operatorname{arcsinh}(\kappa x)}$$

$$= \sum_{n=0}^{\infty} \kappa^{-n} \frac{(\operatorname{arcsinh}(\kappa t))^n}{n!} \quad (1.2.1)$$

ve

$$\ln_{\kappa}(x) := \frac{x^{\kappa} - x^{-\kappa}}{2\kappa} = \frac{1}{\kappa} \sinh(\kappa \ln t) \quad (1.2.2)$$

κ – *deforme* exponansiyel fonksiyonudur. ([4])

Tanım 1.2.2: $t, u \in \mathbb{R}$ ve $0 < \kappa < 1$ olmak üzere $\overset{\kappa}{\oplus}$ işlemi ile tanımlanan

$$t \overset{\kappa}{\oplus} u = t\sqrt{1 + \kappa^2 u^2} + u\sqrt{1 + \kappa^2 t^2} \quad (1.2.3)$$

κ – *toplam* adı verilen genelleştirilmiş $(\mathbb{R}, \overset{\kappa}{\oplus})$ cebirsel yapı ve abelyen gruptur. Abelyen bir grup olduğundan tersi de yazılabilir. ([4])

Tanım 1.2.3: $t, u \in \mathbb{R}$ ve $0 < \kappa < 1$ olmak üzere $\overset{\kappa}{\ominus}$ ile gösterilen κ -fark,

$$t \overset{\kappa}{\ominus} u = t \overset{\kappa}{\oplus} (-u)$$

$$t \overset{\kappa}{\ominus} u = \frac{1}{\kappa} \sinh(\operatorname{arcsinh}(\kappa t) - \operatorname{arcsinh}(\kappa u)) \quad (1.2.4)$$

şeklinde tanımlanır. κ -fark işlemi, $\kappa \rightarrow 0$ limiti için $x \overset{0}{\ominus} y = x - y$ klasik çıkarma işlemine dönüşür. ([4])

Tanım 1.2.4: $t, u \in \mathbb{R}$ ve $0 < \kappa < 1$ olmak üzere $\overset{\kappa}{\otimes}$ işlemi ile tanımlanan

$$t \overset{\kappa}{\otimes} u = \frac{1}{\kappa} \sinh\left(\frac{1}{\kappa} \operatorname{arcsinh}(\kappa t) + \operatorname{arcsinh}(\kappa u)\right) \quad (1.2.5)$$

dir.

κ – *çarpım* bir abelyen grup $(\mathbb{R}, \overset{\kappa}{\otimes})$ cebirsel çarpımdır. Genelleştirilmiş çarpımda denir ve

- (1) Birleşme : $(t \overset{\kappa}{\otimes} u) \overset{\kappa}{\otimes} v = t \overset{\kappa}{\otimes} (u \overset{\kappa}{\otimes} v)$
- (2) Birim eleman: $t \overset{\kappa}{\otimes} 0 = 0 \overset{\kappa}{\otimes} t = 0$
- (3) Ters eleman: $t \overset{\kappa}{\otimes} (-t) = (-t) \overset{\kappa}{\otimes} t$
- (4) Değişme: $t \overset{\kappa}{\otimes} u = u \overset{\kappa}{\otimes} t$

Özelliklerini sağlandığından cebirsel olarak $(\mathbb{R}, \overset{\kappa}{\otimes})$ altında bir abelyen gruptur. κ – çarpım, $\kappa \rightarrow 0$ limiti için $t \overset{0}{\otimes} u = tu$ klasik çarpımına dönüşür. ([4])

Tanım 1.2.5: $t, u \in \mathbb{R}$ ve $0 < \kappa < 1$ olmak üzere $\overset{\kappa}{\oslash}$ ile gösterilen κ -bölüm,

$$t \overset{\kappa}{\oslash} u = t \overset{\kappa}{\otimes} \bar{u}$$

olarak tanımlanır. Burada $\bar{u} = \frac{1}{\kappa} \sinh\left(\frac{\kappa^2}{\operatorname{arcsinh}(\kappa t)}\right)$ dir. Ayrıca Abelyen bir grup olduğundan tersi de yazılabilir.

Tanım 1.2.6: $t \in \mathbb{R}$ ve $0 < \kappa < 1$ olmak üzere

$$\{t\} := \frac{1}{\kappa} \operatorname{arcsinh}(\kappa t)$$

t nin tersi ise

$$[t] := \frac{1}{\kappa} \sinh(\kappa t)$$

t izomorf olduğundan

$$\left\{t \overset{\kappa}{\oplus} u\right\} = \{t\} + \{u\}$$

$$\left\{t \overset{\kappa}{\otimes} u\right\} = \{t\} \cdot \{u\}$$

olur. ([4])

Tanım 2.2.7: $t \in \mathbb{R}$ ve n tane negatif olmayan bir sayı kappa altında toplanırsa

$$t \overset{\kappa}{\oplus} t \overset{\kappa}{\oplus} t \overset{\kappa}{\oplus} \dots \overset{\kappa}{\oplus} t = [n] \overset{\kappa}{\otimes} t$$

dir. ([4])

Tanım 1.2.8: $t, u \in \mathbb{R}$ ve $0 < \kappa < 1$ olmak üzere

$$e_{\kappa}(t)e_{\kappa}(u) = e_{\kappa}\left(t \overset{\kappa}{\oplus} u\right)$$

dir. Ayrıca $e_{\kappa}(t)$ şu özelliğe de sahiptir.

$$(e_{\kappa}(t))^r = e_{\kappa/r}(t)$$

$\kappa \rightarrow 0$ için limit alındığında $r \in \mathbb{R}$ için

$$(e^t)^r = e^{rt}$$

dir. ([4])

Tanım 1.2.9: $0 < \kappa < 1$ olmak üzere

$$e_{\kappa}(t) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{t^n}{n!_{\kappa}}; \quad \kappa^2 t^2 < 1$$

dir.

Burada $n!_{\kappa}$ sembolü, $n!$ ifadesinin κ genişlemesidir. $n!_{\kappa}$, $\kappa = 0$ için limit alınır

$$n!_{\kappa} = \frac{n!}{a_n(\kappa)}$$

$a_n(\kappa)$ polinomu ise, $n > 1$ için

$$a_n(\kappa) = \prod_{i=1}^{n-1} (1 - (2i - n)\kappa)$$

şeklinde tanımlanır. Burada $a_0(\kappa) = 1$ ve $a_1(\kappa) = 1, a_2(\kappa) = 1$ dir. ([4])

Tanım 1.2.10: $0 < \kappa < 1$ olmak üzere κ – *logaritma*

$$\ln(e_\kappa(t)) = e_\kappa(\ln_\kappa t) = t$$

şeklinde tanımlanır ve burada

$$\ln_\kappa(t) = [\ln t] = \frac{1}{\kappa} \sinh(\kappa \ln t)$$

veya

$$\ln_\kappa(t) = \frac{t^\kappa - t^{-\kappa}}{2\kappa}$$

dir. ([4])

Tanım 1.2.11: Bir f fonksiyonunun κ – *türevi*,

$$D_\kappa f(x) = \frac{df(x)}{d_\kappa x} = \lim_{t \rightarrow u} \frac{f(t) - f(u)}{\frac{\kappa}{t \ominus u}} \approx \lim_{dt \rightarrow 0} \frac{f(t + dt) - f(t)}{\frac{\kappa}{(t + dt) \ominus t}}$$

olarak tanımlanır.

$\kappa \rightarrow 0$ limiti altında klasik türeve indirgenen bir f fonksiyonunu türevi,

$$\frac{df(t)}{d_\kappa t} = \sqrt{1 + \kappa^2 t^2} \frac{df(t)}{dt} \quad (1.2.6)$$

şeklinde tanımlanır. $\sqrt{1 + \kappa^2 t^2}$ ifadesi Lorentz faktörü κ – *türevi* klasik türeve dönüştürmek için kullanılır. ([4])

Tanım 1.2.12: κ – *integrali*, κ – *türevinin* ters operatörü olarak,

$$\int f(t) d_\kappa t = \int \frac{f(t)}{\sqrt{1 + \kappa^2 t^2}} dt \quad (1.2.7)$$

şeklinde tanımlanır. $\kappa \rightarrow 0$ durumunda belirsiz integrale dönüşür. ([4])

2. YÖNTEM

2.1 CHEBYSHEV POLİNOMLARI

Chebyshev ailesi ile yakından ilişkili iki alt küme $\{T_n(x)\}$ ve $\{U_n(x)\}$ den oluşur. T harfi Tchebycheff'ten gelir. Chebyshev Polinomları yaklaşım teorisinde, kombinatorik, Fourier serileri, Nümerik analiz, Graf teorisinde, $\mathcal{K}$ (Kappa) Kaniadakis Polinomu ile birçok alanda çeşitli uygulamalara sahiptir.

2.1.1 Birinci Çeşit Chebyshev Polinomu ve Özellikleri

Tanım 2.1.1: $n \geq 0, x \in [-1, 1]$ olmak üzere

$$T_n(x) = \cos(\arccos x) \quad (2.1.1)$$

ile tanımlanan polinoma birinci çeşit Chebyshev Polinomu denir. ([9])

Eğer (2.1.1) de $x = \cos\theta$ alınırsa

$$T_n(x) = \cos(n\theta)$$

formülü elde edilir.

Chebyshev Polinomları trigonometrik fonksiyonlar ile tanımlandığından θ değişkeni $[-\pi, \pi]$ aralığındadır. Böylece x değişkeni $[-1, 1]$ aralığında tanımlanır.

2.1.2 Birinci Çeşit Chebyshev Polinomunun Rekürans Bağıntısı

Teorem 2.1.1: $n \geq 2$ ve $x = \cos\theta$ olmak üzere

$$T_n(x) = 2xT_{n-1}(x) - T_{n-2}(x) \quad (2.1.2)$$

birinci çeşit Chebyshev polinomunun Rekürans (yineleme) bağıntısı denir. ([1])

İspat:

$$T_0(x) = \cos(0\arccos x) = 1$$

$$T_1(x) = \cos(1\arccos x) = x$$

Diğer terimler (2.1.2) eşitliği kullanılarak elde edilebilir.

Tablo 2.1.1:

n	$T_n(x)$
0	$T_0(x) = 1$
1	$T_1(x) = x$
2	$T_2(x) = 2x^2 - 1$
3	$T_3(x) = 4x^3 - 3x$
4	$T_4(x) = 8x^4 - 8x^2 + 1$
5	$T_5(x) = 16x^5 - 20x^3 + 5x$
6	$T_6(x) = 32x^6 - 48x^4 + 18x^2 - 1$
7	$T_7(x) = 64x^7 - 112x^5 + 56x^3 - 7x$
8	$T_8(x) = 128x^8 - 256x^6 + 160x^4 - 32x^2 + 1$
9	$T_9(x) = 256x^9 - 576x^7 + 432x^5 - 120x^3 + 9x$
10	$T_{10}(x) = 512x^{10} - 1280x^8 + 1120x^6 - 400x^4 + 50x^2 - 1$

İleriki bölümlerde ikinci çeşit Chebyshev polinomunun Kaniadakis Analiz için ilişkisi incelenecektir.

2.2.2 İkinci Çeşit Chebyshev Polinomları

Tanım 2.2.1: $x \in [-1,1]$ ve $x = \cos\theta$ için

$$U_n(x) = \frac{\sin(n+1)\theta}{\sin\theta} \quad (2.2.1)$$

Şeklindeki polinoma ikinci çeşit Chebyshev polinomu denir ve $U_n(x)$ ile gösterilir. ([9])

2.2.2 İkinci Çeşit Chebyshev Polinomlarının Rekürans (Yineleme) Bağlılıları

Teorem 2.2.1: $n \geq 2$ ve $x = \cos\theta$ için

$$U_n(x) = 2xU_{n-1}(x) - U_{n-2}(x) \quad (2.2.2)$$

dir.

İspat: (2.2.1) den

$$U_n(x) = \frac{\sin(n+1)\theta}{\sin\theta},$$

$$U_{n-1}(x) = \frac{\sin n\theta}{\sin\theta},$$

$$U_{n-2}(x) = \frac{\sin(n-1)\theta}{\sin\theta}$$

dir. Buradan

$$U_n(x) + U_{n-2}(x) = \frac{\sin(n+1)\theta}{\sin\theta} + \frac{\sin(n-1)\theta}{\sin\theta} = \frac{2\cos\theta\sin n\theta}{\sin\theta} = 2xU_{n-1}(x)$$

dir. Dolayısıyla

$$U_n(x) = 2xU_{n-1}(x) - U_{n-2}(x)$$

elde edilir.

Tanım 2.2.3: $n \geq 1$ ve $x \in [-1,1]$ için ikinci çeşit Chebyshev polinomlarını sıfır yapan x değerleri

$$x_k = \cos\left(\frac{(2k+1)\pi}{2(n+1)}\right) \quad k = 0,1,\dots,n \quad (2.2.3)$$

dir. ([1])

İkinci çeşit Chebyshev polinomlarının ilk 11 terimi tablo 2.2.1 de verilmiştir.

Tablo 2.2.1:

n	$U_n(x)$
0	$U_0(x) = 1$
1	$U_1(x) = 2x$
2	$U_2(x) = 4x^2 - 1$
3	$U_3(x) = 8x^3 - 4x$
4	$U_4(x) = 16x^4 - 12x^2 + 1$
5	$U_5(x) = 32x^5 - 32x^3 + 6x$
6	$U_6(x) = 64x^6 - 80x^4 + 24x^2 - 1$
7	$U_7(x) = 128x^7 - 192x^5 + 80x^3 - 8x$
8	$U_8(x) = 256x^8 - 448x^6 + 240x^4 - 40x^2 + 1$
9	$U_9(x) = 512x^9 - 1024x^7 + 672x^5 - 160x^3 + 10x$
10	$U_{10}(x) = 1024x^{10} - 2304x^8 + 1792x^6 - 560x^4 + 60x^2 - 1$

İleriki bölümde ikinci çeşit Chebyshev polinomunun Kaniadakis Analiz için ilişkisi incelenecektir.

2.3.1 Üçüncü Çeşit Chebyshev Polinomu

Tanım 2.3.1: $x \in [-1,1]$ ve $x = \cos\theta$ için

$$V_n(x) = \frac{\cos(n + \frac{1}{2})\theta}{\cos\frac{1}{2}\theta} \quad (2.3.1)$$

şeklindeki polinoma üçüncü çeşit Chebyshev polinomu denir ve $V_n(x)$ ile gösterilir. ([9])

2.3.2 Üçüncü Çeşit Chebyshev Polinomları İçin Rekürans Bağıntısı

Teorem 2.3.1: $n \geq 2$ ve $x = \cos\theta$ olmak üzere

$$V_n(x) = 2xV_{n-1}(x) - V_{n-2}(x) \quad (2.3.2)$$

dir. ([1])

İspat: Trigonometrik dönüşüm formüllerinden yararlanılarak teorem ispatlanır.

$$V_n(x) + V_{n-2}(x) = \frac{\cos(n + \frac{1}{2})\theta}{\cos\frac{1}{2}\theta} + \frac{\cos(n - 2 + \frac{1}{2})\theta}{\cos\frac{1}{2}\theta}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{\cos\left(n + \frac{1}{2}\right)\theta + \cos\left(n - 2 + \frac{1}{2}\right)\theta}{\cos\frac{1}{2}\theta} \\
&= \cos\left(n + \frac{1}{2} + n - 2 + \frac{1}{2}\right)\theta \cos\left(n + \frac{1}{2} - n - \frac{1}{2}\right)\theta \\
&= 2\cos\left(\frac{2n-1}{2}\right)\theta \cos\theta \\
&= 2xV_{n-1}(x)
\end{aligned}$$

ispat tamamlanır.

Üçüncü çeşit Chebyshev polinomları (2.3.2) eşitliğini kullanarak ilk 10 terimi Tablo 2.3.1 de verilmiştir.

Tablo 2.3.1:

n	$V_n(x)$
0	$V_0(x) = 1$
1	$V_1(x) = 2x - 1$
2	$V_2(x) = 4x^2 - 2x - 1$
3	$V_3(x) = 8x^3 - 4x^2 - 4x + 1$
4	$V_4(x) = 16x^4 - 8x^3 - 12x^2 + 4x + 1$
5	$V_5(x) = 32x^5 - 16x^4 - 32x^3 + 12x^2 + 6x - 1$
6	$V_6(x) = 64x^6 - 32x^5 - 80x^4 + 32x^3 + 24x^2 - 6x - 1$
7	$V_7(x) = 128x^7 - 64x^6 - 192x^5 + 80x^4 + 80x^3 - 24x^2 - 8x + 1$
8	$V_8(x) = 256x^8 - 128x^7 - 448x^6 + 192x^5 + 240x^4 - 80x^3 - 40x^2 + 8x + 1$
9	$V_9(x) = 512x^9 - 256x^8 - 1024x^7 + 448x^6 + 672x^5 - 240x^4 - 160x^3 + 140x^2 + 10x - 1$

İleriki bölümde üçüncü çeşit Chebyshev polinomunun Kaniadakis analiz için de bağıntıları incelenecektir.

2.4.1. Dördüncü Çeşit Chebyshev Polinomu

Tanım 2.4.1: $x \in [-1,1]$ ve $x = \cos\theta$ için

$$W_n(x) = \frac{\sin\left(n + \frac{1}{2}\right)\theta}{\sin\frac{1}{2}\theta} \quad (2.4.1)$$

şeklindeki polinoma dördüncü çeşit Chebyshev polinomu denir ve $W_n(x)$ ile gösterilir. ([9])

2.4.2 Dördüncü Çeşit Chebyshev Polinomunun Rekürans Bağıntısı

Teorem 2.4.1: $n \geq 2$ ve $x = \cos\theta$ için

$$W_n(x) = 2xW_{n-1}(x) - W_{n-2}(x) \quad (2.4.2)$$

dir. ([1])

İspat: (2.4.1) eşitliğinden ve trigonometrik bağıntılardan

$$\begin{aligned} W_n(x) + W_{n-2}(x) &= \frac{\sin\left(n + \frac{1}{2}\right)\theta + \sin\left(n - 2 + \frac{1}{2}\right)\theta}{\sin\frac{1}{2}\theta} \\ &= \frac{2 \sin\left(\frac{n + \frac{1}{2} + n - 2 + \frac{1}{2}}{2}\right)\theta \cdot \cos\left(\frac{n + \frac{1}{2} - n + 2 + \frac{1}{2}}{2}\right)}{\sin\frac{1}{2}\theta} \\ &= \frac{2 \cos\theta \sin\left(n - 1 + \frac{1}{2}\right)\theta}{\sin\frac{1}{2}\theta} \\ &= \frac{2 \sin\left(n - \frac{1}{2}\right)\theta \cdot \cos\theta}{\sin\frac{1}{2}\theta} \\ &= 2W_{n-1}(x) \end{aligned}$$

olup ispat tamamlanır.

Aşağıdaki tabloda (2.4.2) eşitliği kullanılarak Tablo 2.4.1den dördüncü çeşit Chebyshev polinomunun ilk 10 terimi verilmiştir.

Tablo 2.4.1:

n	$W_n(x)$
0	$W_0(x) = 1$
1	$W_1(x) = 2x - 1$
2	$W_2(x) = 4x^2 + 2x - 1$
3	$W_3(x) = 8x^3 + 4x^2 - 4x - 1$
4	$W_4(x) = 16x^4 + 8x^3 - 12x^2 - 4x + 1$
5	$W_5(x) = 32x^5 + 16x^4 - 32x^3 - 12x^2 + 6x + 1$
6	$W_6(x) = 64x^6 + 32x^5 - 80x^4 - 32x^3 + 24x^2 + 6x - 1$
7	$W_7(x) = 128x^7 + 64x^6 - 192x^5 - 80x^4 + 80x^3 + 24x^2 - 8x - 1$
8	$W_8(x) = 256x^8 + 128x^7 - 448x^6 - 192x^5 + 240x^4 + 80x^3 - 40x^2 - 8x + 1$
9	$W_9(x) = 512x^9 + 256x^8 - 1024x^7 - 448x^6 + 672x^5 + 240x^4 - 160x^3 - 40x^2 + 10x + 1$

İleriki bölümde dördüncü çeşit Chebyshev polinomunun Kaniadakis analiz için de bağıntıları incelenecektir.

3. BULGULAR κ – CHEBYSHEV POLİNOMLARI

Bu bölümde tüm Chebyshev polinomlarının Kaniadakis Analiz altındaki yansımaları incelenmiştir.

3.1 κ – Chebyshev Polinomunun Üreteç Fonksiyonu

Elde edilen bu yapıyı temel alarak, şimdi κ –Chebyshev Polinomlarının üreteç fonksiyonu veren teoremi verelim.

Teorem 3.1: $0 < \kappa < 1$ ve $n \geq 0$ olmak üzere

$$\frac{1 - t^2}{(1 - te_{\kappa}(i\theta))(1 - te_{\kappa}(-i\theta))} = T_{0,\kappa}(x) + 2 \sum_{n=1}^{\infty} T_{n,\kappa}(x)$$

dir.

İspat: $x = \cos_{\kappa}(\theta) = \frac{e_{\kappa}(i\theta) + e_{\kappa}(-i\theta)}{2}$ eşitliği kullanılırsa

$$\frac{1 - t^2}{1 - (e_{\kappa}(i\theta) + e_{\kappa}(-i\theta))t + t^2} = \frac{1 - t^2}{(1 - te_{\kappa}(i\theta))(1 - te_{\kappa}(-i\theta))}$$

şeklinde bulunur. Binom teoreminden

$$\begin{aligned}
&= (1-t^2) \sum_{r=0}^{\infty} (te_{\kappa}(i\theta))^r \sum_{s=0}^{\infty} (te_{\kappa}(-i\theta))^s \\
&= (1-t^2) \sum_{r,s=0}^{\infty} e_{\kappa}(i(r-s)\theta) t^{r+s} \\
&= \sum_{r,s=0}^{\infty} e_{\kappa}(i(r-s)\theta) t^{r+s} - \sum_{r,s=0}^{\infty} e_{\kappa}(i(s-r)\theta) t^{r+s+2}
\end{aligned}$$

$n \geq 2$ için $r + s = n$ alarak t^n katsayısını elde ederiz. $s = n - r$ ilk toplamda $r + s + 2 = n$ yani $s = n - r - 2$ ikinci toplamda t^n katsayısı bu nedenle

$$\begin{aligned}
&= \sum_{r=0}^n e_{\kappa}(i(r - (n-r)\theta)) - \sum_{r=0}^{n-2} e_{\kappa}(i(r - (n-r-2)\theta)) \\
&= e_{\kappa}(-in\theta) \sum_{r=0}^n e_{\kappa}(2ir\theta) - e_{\kappa}(-i(n-2)\theta) \sum_{r=0}^{n-2} e_{\kappa}(2ir\theta) \\
&= e_{\kappa}(-in\theta) \frac{1 - (e_{\kappa}(-i\theta))^{n+1}}{1 - e_{\kappa}(2i\theta)} - e_{\kappa}(-i(n-2)\theta) \frac{1 - (e_{\kappa}(2i\theta))^{n-1}}{1 - e_{\kappa}(2i\theta)}
\end{aligned}$$

(Sırasıyla $n + 1$ ve $n - 1$ terimleri toplanarak her ikisi de ortak orana sahip olan iki geometrik seri $e_{\kappa}^{2i\theta}$)

$$\begin{aligned}
&= \frac{e_{\kappa}(-in\theta) - e_{\kappa}(i(n+2)\theta)}{1 - e_{\kappa}^{2i\theta}} - \frac{e_{\kappa}(-i(n-2)\theta) - e_{\kappa}(-in\theta)}{1 - e_{\kappa}^{2i\theta}} \\
&= \frac{e_{\kappa}^{-in\theta}(1 - e_{\kappa}^{2i\theta})}{1 - e_{\kappa}(2i\theta)} + \frac{e_{\kappa}(in\theta)(1 - e_{\kappa}(2i\theta))}{1 - e_{\kappa}(2i\theta)} \\
&= e_{\kappa}(in\theta) + e_{\kappa}(-in\theta) \\
&= 2\cos_{\kappa}(n\theta) \\
&= 2T_{n,\kappa}(x)
\end{aligned}$$

elde edilen bu sonuçla teorem ispatlanmış olur.

Şimdi, bu yapıyı temel alarak birinci çeşit Chebyshev polinomlarının Kaniadakis Analiz altındaki rekürans bağıntısını ele alalım.

3.2 Birinci Çeşit κ – Chebyhev Polinomu

Bu bölümde rekürans bağıntısına geçmeden önce, birinci çeşit κ – *Chebyshev* polinomlarını tanımlayalım.

Tanım 3.2.1: $0 < \kappa < 1$ ve $n \geq 0$ olmak üzere

$$T_{n,\kappa}(x) = \cos_{\kappa}(\arccos_{\kappa}(x)) \quad (3.2.1)$$

şeklinde tanımlanan polinoma birinci çeşit κ – *Chebyshev* Polinomu denir.

Teorem 3.2.1: $0 < \kappa < 1$ ve $n \geq 0$ olmak üzere

$$T_{n+2,\kappa}(x) = 2 \overset{\kappa}{\otimes} x \overset{\kappa}{\otimes} T_{n+1,\kappa} \overset{\kappa}{\ominus} T_{n,\kappa} \quad (3.2.2)$$

dir.

İspat: κ – *trigonometrik özdeşlikler* ve Tanım 3.2.1' i kullanarak

$$T_{n,\kappa}(x) = \cos_{\kappa}(n \arccos_{\kappa}(x))$$

olduğundan, $\theta = \arccos_{\kappa}(x)$ yazılırsa

$$T_{n,\kappa}(x) = \cos_{\kappa}(n\theta)$$

elde edilir. Bu durumda

$$T_{n+1,\kappa}(x) = \cos_{\kappa}((n+1)\theta), T_{n+2,\kappa}(x) = \cos_{\kappa}((n+2)\theta)$$

şeklindedir. Şimdi κ –kosinüs fonksiyonunun açı toplama bağıntısı kullanılırsa,

$$\cos_{\kappa}((n+2)\theta) = 2\cos_{\kappa}(\theta) \otimes_{\kappa} \cos_{\kappa}((n+1)\theta) \ominus_{\kappa} \cos_{\kappa}(n\theta)$$

olur. Burada $\cos_{\kappa}(\theta) = x$ olduğundan

$$\cos_{\kappa}((n+2)\theta) = 2x \otimes_{\kappa} \cos_{\kappa}((n+1)\theta) \ominus_{\kappa} \cos_{\kappa}(n\theta)$$

yazılır. Son olarak yeniden

$$T_{n+1,\kappa}(x) = \cos_{\kappa}((n+1)\theta), T_{n,\kappa}(x) = \cos_{\kappa}(n\theta)$$

olduğu dikkate alınır,

$$T_{n+2,\kappa}(x) = 2x \otimes_{\kappa} T_{n+1,\kappa}(x) \ominus_{\kappa} T_{n,\kappa}(x)$$

elde edilir. Böylece teorem ispatlanmış olur.

Bu (3.2.2) eşitliği kullanılarak birinci çeşit κ – Chebyshev polinomunun ilk 10 terimi Tablo 3.2.1 de verilmiştir.

Tablo 3.2.1:

n	$T_{n,\kappa}(x)$
0	$T_{0,\kappa}(x) = 1$
1	$T_{1,\kappa}(x) = x$
2	$T_{2,\kappa}(x) = 2 \overset{\kappa}{\otimes} x^2 \ominus 1$
3	$T_{3,\kappa}(x) = 4 \overset{\kappa}{\otimes} x^3 \ominus 3 \overset{\kappa}{\otimes} x$
4	$T_{4,\kappa}(x) = 8 \overset{\kappa}{\otimes} x^4 \ominus 8 \overset{\kappa}{\otimes} x^2 \oplus 1$
5	$T_{5,\kappa}(x) = 16 \overset{\kappa}{\otimes} x^5 \ominus 20 \overset{\kappa}{\otimes} x^3 \oplus 5 \overset{\kappa}{\otimes} x$
6	$T_{6,\kappa}(x) = 32 \overset{\kappa}{\otimes} x^6 \ominus 48 \overset{\kappa}{\otimes} x^4 \oplus 18 \overset{\kappa}{\otimes} x^2 \ominus 1$
7	$T_{7,\kappa}(x) = 64 \overset{\kappa}{\otimes} x^7 \ominus 112 \overset{\kappa}{\otimes} x^5 \oplus 56 \overset{\kappa}{\otimes} x^3 \oplus 7 \overset{\kappa}{\otimes} x$
8	$T_{8,\kappa}(x) = 128 \overset{\kappa}{\otimes} x^8 \oplus 256 \overset{\kappa}{\otimes} x^6 \oplus 160 \overset{\kappa}{\otimes} x^4 \ominus 32 \overset{\kappa}{\otimes} x^2 \oplus 1$
9	$T_{9,\kappa}(x) = 256 \overset{\kappa}{\otimes} x^9 \oplus 576 \overset{\kappa}{\otimes} x^7 \oplus 432 \overset{\kappa}{\otimes} x^5 \ominus 120 \overset{\kappa}{\otimes} x^3 \oplus 9 \overset{\kappa}{\otimes} x$

Bu tabloda $\kappa \rightarrow 0$ için limit alınırsa klasik haline geri döner ve bu literatür taraması bölümünde verilmiştir.

3.3.1 İkinci Çeşit κ –Chebyshev Polinomu

Tanım 3.3.1: $0 < \kappa < 1$ ve $n \geq 0$ olmak üzere

$$U_{n,\kappa}(x) = \frac{(\sin_{\kappa}(n+1)\theta)}{\sin_{\kappa}(\theta)} \quad (3.3.1)$$

şeklinde tanımlanan polinoma ikinci çeşit κ –Chebyshev Polinomu denir.

Teorem 3.3.1: $0 < \kappa < 1$ ve $n \geq 0$

$$U_{n+2,\kappa}(x) = 2 \overset{\kappa}{\otimes} x \overset{\kappa}{\otimes} U_{n+1,\kappa}(x) \ominus U_{n,\kappa}(x) \quad (3.3.2)$$

dir.

İspat: İspatı birinci çeşit kullanılarak basitçe yapılabilir.

(3.3.1) eşitliği kullanılarak ikinci çeşit κ –Chebyshev polinomunun rekürans bağıntısının ilk 10 terimi Tablo 3.3.1 de verilmiştir.

Tablo 3.3.1:

n	$U_{n,\kappa}(x)$
0	$U_{0,\kappa}(x) = 1$
1	$U_{1,\kappa}(x) = 2 \overset{\kappa}{\otimes} x$
2	$U_{2,\kappa}(x) = 4 \overset{\kappa}{\otimes} x^2 \ominus 1$
3	$U_{3,\kappa}(x) = 8 \overset{\kappa}{\otimes} x^3 \ominus 4 \overset{\kappa}{\otimes} x$
4	$U_{4,\kappa}(x) = 16 \overset{\kappa}{\otimes} x^4 \ominus 12 \overset{\kappa}{\otimes} x^2 \oplus 1$
5	$U_{5,\kappa}(x) = 32 \overset{\kappa}{\otimes} x^5 \ominus 32 \overset{\kappa}{\otimes} x^3 \oplus 6 \overset{\kappa}{\otimes} x$
6	$U_{6,\kappa}(x) = 64 \overset{\kappa}{\otimes} x^6 \ominus 80 \overset{\kappa}{\otimes} x^4 \oplus 24 \overset{\kappa}{\otimes} x^2 \ominus 1$
7	$U_{7,\kappa}(x) = 128 \overset{\kappa}{\otimes} x^7 \ominus 192 \overset{\kappa}{\otimes} x^5 \oplus 8 \overset{\kappa}{\otimes} x$
8	$U_{8,\kappa}(x) = 1256 \overset{\kappa}{\otimes} x^8 \ominus 448 \overset{\kappa}{\otimes} x^6 \oplus 240 \overset{\kappa}{\otimes} x^4 \ominus 40 \overset{\kappa}{\otimes} x^2 \oplus 1$
9	$U_{9,\kappa}(x) = 512 \overset{\kappa}{\otimes} x^9 \ominus 1024 \overset{\kappa}{\otimes} x^7 \oplus 672 \overset{\kappa}{\otimes} x^5 \ominus 160 \overset{\kappa}{\otimes} x^3 \oplus 10 \overset{\kappa}{\otimes} x$

Bu tabloda $\kappa \rightarrow 0$ için limit alınırsa klasik haline geri döner ve bu literatür taraması bölümünde verilmiştir.

3.4 Üçüncü çeşit κ -Chebyshev Polinomu

Tanım 3.4.1: $0 < \kappa < 1$ ve $n \geq 0$ olmak üzere

$$V_{n,\kappa}(x) = \frac{(\cos_{\kappa}(n + \frac{1}{2})\theta)}{\cos_{\kappa}(\frac{\theta}{2})} \quad (3.4.1)$$

şeklinde tanımlanan polinoma üçüncü çeşit κ -Chebyshev Polinomu denir.

3.4.1 Üçüncü Çeşit κ -Chebyshev Polinomunun Rekürans Bağıntısı

Teorem 3.4.1: $0 < \kappa < 1$ ve $n \geq 0$ olmak üzere

$$V_{n+2,\kappa}(x) = \left(2 \overset{\kappa}{\otimes} x\right) V_{n+1,\kappa}(x) \oplus (-V)_{n,\kappa} \quad (3.4.2)$$

dir.

İspat:

(3.4.2) eşitliğini kullanarak Üçüncü çeşit Chebyshev Polinomunun ilk 10 terimi Kaniadakis Analiz üzerindeki yansımaları tablo 3.4.1 de incelenmiştir.

Tablo 3.4.1:

n	$V_{n,\kappa}(x)$
0	$V_{0,\kappa}(x) = 1$
1	$V_{1,\kappa}(x) = 2 \overset{\kappa}{\otimes} x \ominus \overset{\kappa}{\otimes} 1$
2	$V_{2,\kappa}(x) = 4 \overset{\kappa}{\otimes} x^2 \ominus 2 \overset{\kappa}{\otimes} x \ominus \overset{\kappa}{\otimes} 1$
3	$V_{3,\kappa}(x) = 8 \overset{\kappa}{\otimes} x^3 \ominus 4 \overset{\kappa}{\otimes} x^2 \ominus 4 \overset{\kappa}{\otimes} x \oplus \overset{\kappa}{\otimes} 1$
4	$V_{4,\kappa}(x) = 16 \overset{\kappa}{\otimes} x^4 \ominus 8 \overset{\kappa}{\otimes} x^3 \ominus 12 \overset{\kappa}{\otimes} x^2 \oplus 4 \overset{\kappa}{\otimes} x \oplus \overset{\kappa}{\otimes} 1$
5	$V_{5,\kappa}(x) = 32 \overset{\kappa}{\otimes} x^5 \ominus 16 \overset{\kappa}{\otimes} x^4 \ominus 32 \overset{\kappa}{\otimes} x^3 \oplus 12 \overset{\kappa}{\otimes} x^2 \oplus 6 \overset{\kappa}{\otimes} x \ominus \overset{\kappa}{\otimes} 1$
6	$V_{6,\kappa}(x) = 64 \overset{\kappa}{\otimes} x^6 \oplus 32 \overset{\kappa}{\otimes} x^5 \ominus 80 \overset{\kappa}{\otimes} x^4 \ominus 32 \overset{\kappa}{\otimes} x^3 \oplus 24 \overset{\kappa}{\otimes} x^2 \oplus 6 \overset{\kappa}{\otimes} x \ominus \overset{\kappa}{\otimes} 1$
7	$V_{7,\kappa}(x) = 128 \overset{\kappa}{\otimes} x^7 \oplus 64 \overset{\kappa}{\otimes} x^6 \ominus 192 \overset{\kappa}{\otimes} x^5 \ominus 80 \overset{\kappa}{\otimes} x^4$ $\oplus 80 \overset{\kappa}{\otimes} x^3 \oplus 24 \overset{\kappa}{\otimes} x^2 \ominus 8 \overset{\kappa}{\otimes} x \ominus \overset{\kappa}{\otimes} 1$
8	$V_{8,\kappa}(x) = 256 \overset{\kappa}{\otimes} x^8 \ominus 128 \overset{\kappa}{\otimes} x^7 \ominus 448 \overset{\kappa}{\otimes} x^6 \oplus 192 \overset{\kappa}{\otimes} x^5$ $\oplus 240 \overset{\kappa}{\otimes} x^4 \ominus 80 \overset{\kappa}{\otimes} x^3 \ominus 40 \overset{\kappa}{\otimes} x^2 \oplus 8 \overset{\kappa}{\otimes} x \oplus \overset{\kappa}{\otimes} 1$
9	$V_{9,\kappa}(x) = 512 \overset{\kappa}{\otimes} x^9 \ominus 256 \overset{\kappa}{\otimes} x^8 \ominus 1024 \overset{\kappa}{\otimes} x^7 \oplus 448 \overset{\kappa}{\otimes} x^6$ $\oplus 672 \overset{\kappa}{\otimes} x^5 \ominus 240 \overset{\kappa}{\otimes} x^4 \ominus 160 \overset{\kappa}{\otimes} x^3 \oplus 40 \overset{\kappa}{\otimes} x^2 \oplus 0 \overset{\kappa}{\otimes} x \oplus \overset{\kappa}{\otimes} 1$

Bu bölümde $\kappa \rightarrow 0$ için limit alınırsa Chebyshev polinomunun klasik haline geri döner.

3.5 Dördüncü Çeşit κ – Chebyshev Polinomu

Tanım: $0 < \kappa < 1$ ve $n \geq 0$ olmak üzere

$$W_{n,\kappa}(x) = \frac{(\sin_{\kappa}(n + \frac{1}{2})\theta)}{\sin_{\kappa}(\frac{\theta}{2})}$$

şeklinde tanımlanan polinoma dördüncü çeşit κ – Chebyshev Polinomu denir.

3.5.1 Dördüncü Çeşit κ -Chebyshev Polinomunun Rekürans Bağıntısı

Tanım: $0 < \kappa < 1$ ve $n \geq 0$ olmak üzere

$$W_{n+2,\kappa}(x) = 2 \overset{\kappa}{\otimes} x \overset{\kappa}{\otimes} W_{n+1,\kappa}(x) \ominus \overset{\kappa}{\otimes} W_{n,\kappa}(x)$$

şeklinde tanımlanan polinoma dördüncü çeşit κ –Chebyshev polinomu denir.

Dördüncü çeşit Chebyshev Polinomunun ilk 10 terimi Kaniadakis Analiz üzerindeki yansımaları Tablo 3.5.1 de incelenmiştir.

Tablo 3.5.1:

n	$W_{n,\kappa}(x)$
0	$W_{0,\kappa}(x) = 1$
1	$W_{1,\kappa}(x) = 2 \overset{\kappa}{\otimes} x \oplus 1$
2	$W_{2,\kappa}(x) = 4 \overset{\kappa}{\otimes} x^2 \oplus 2 \overset{\kappa}{\otimes} x \ominus 1$
3	$W_{3,\kappa}(x) = 8 \overset{\kappa}{\otimes} x^3 \oplus 4 \overset{\kappa}{\otimes} x^2 \ominus 4 \overset{\kappa}{\otimes} x \ominus 1$
4	$W_{4,\kappa}(x) = 16 \overset{\kappa}{\otimes} x^4 \oplus 8 \overset{\kappa}{\otimes} x^3 \ominus 12 \overset{\kappa}{\otimes} x^2 \ominus 4 \overset{\kappa}{\otimes} x \oplus 1$
5	$W_{5,\kappa}(x) = 32 \overset{\kappa}{\otimes} x^5 \oplus 16 \overset{\kappa}{\otimes} x^4 \ominus 32 \overset{\kappa}{\otimes} x^3 \ominus 12 \overset{\kappa}{\otimes} x^2 \oplus 6 \overset{\kappa}{\otimes} x \oplus 1$
6	$W_{6,\kappa}(x) = 64 \overset{\kappa}{\otimes} x^6 \oplus 32 \overset{\kappa}{\otimes} x^5 \ominus 80 \overset{\kappa}{\otimes} x^4 \ominus$ $32 \overset{\kappa}{\otimes} x^3 \oplus 24 \overset{\kappa}{\otimes} x^2 \oplus 6 \overset{\kappa}{\otimes} x \ominus 1$
7	$W_{7,\kappa}(x) = 128 \overset{\kappa}{\otimes} x^7 \oplus 64 \overset{\kappa}{\otimes} x^6 \ominus 192 \overset{\kappa}{\otimes} x^5 \ominus 80 \overset{\kappa}{\otimes} x^4$ $\oplus 80 \overset{\kappa}{\otimes} x^3 \oplus 24 \overset{\kappa}{\otimes} x^2 \ominus 8 \overset{\kappa}{\otimes} x \ominus 1$
8	$W_{8,\kappa}(x) = 256 \overset{\kappa}{\otimes} x^8 \oplus 128 \overset{\kappa}{\otimes} x^7 \ominus 448 \overset{\kappa}{\otimes} x^6 \ominus 192 \overset{\kappa}{\otimes} x^5$ $\oplus 240 \overset{\kappa}{\otimes} x^4 \oplus 80 \overset{\kappa}{\otimes} x^3 \ominus 40 \overset{\kappa}{\otimes} x^2 \ominus 8 \overset{\kappa}{\otimes} x \oplus 1$
9	$W_{9,\kappa}(x) = 512 \overset{\kappa}{\otimes} x^9 \oplus 256 \overset{\kappa}{\otimes} x^8 \ominus 1024 \overset{\kappa}{\otimes} x^7 \ominus 448 \overset{\kappa}{\otimes} x^6 \oplus 672 \overset{\kappa}{\otimes} x^5$ $\oplus 240 \overset{\kappa}{\otimes} x^4 \ominus 160 \overset{\kappa}{\otimes} x^3 \ominus 40 \overset{\kappa}{\otimes} x^2 \oplus 10 \overset{\kappa}{\otimes} x \oplus 1$

Bu bölümde $\kappa \rightarrow 0$ için limit alınırsa Chebyshev polinomunun klasik haline geri döner.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışmada klasik Chebyshev polinomları detaylı bir biçimde incelenmiş daha sonra Kaniadakis Analiz altındaki yansımaları κ –deformasyonlu parametresi kullanılarak κ –Chebyshev polinomları ele alınmıştır. Çalışmanın temel amacı; klasik Chebyshev polinomu ile κ –deformasyonlu yapı arasındaki bağı ortaya koymak κ –Chebyshev polinomlarının üreteç fonksiyonu, temel özellikleri, rekürans (yineleme) bağıntıları, türevleri ve integralleri Kaniadakis Analiz çatısı altında kapsamlı bir analiz sunmaktadır.

κ –Chebyshev polinomlarına ilişkin bölümde öncelikle Kaniadakis Analiz altında tanımlanan tüm κ –Chebyshev polinomlarının tanımı daha sonra rekürans bağıntısı incelenmiştir.

Bu çalışmada elde edilen bulgular sonucunda κ –deformasyonlu Chebyshev polinomları üzerinde sistematik bir deformasyonla sağladığı, Kaniadakis Analiz $\kappa \rightarrow 0$ limiti durumunda bilinen klasik Chebyshev polinomlarına geri döner ve Kaniadakis Analiz altında Chebyshev polinomlarına yeni bir bakış açısı kazandırdığı görülmüştür.

Bu çalışma özellikle deformasyonlu Kappa için lineer olmayan ve kompleks analiz altındaki hesaplamalarda ortaya çıkan κ –deformasyonu tüm yaklaşım yapılarına uygulanabilir ve bu tezde kullanılan Chebyshev polinom ailesi açısından literatüre katkı sağlamaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] Bell, W. W. (2004). *Special functions for scientists and engineers*. Courier Corporation. PP. 187-196.
- [2] Duran, U., Acikgoz, M., & Araci, S. (2025). New Families of Certain Special Polynomials: A Kaniadakis Calculus Viewpoint. *Symmetry*, 17(9), 1534.
- [3] Duran, U., & Acikgoz, M. On Kaniadakis Frobenius-Euler Polynomials.
- [4] Kaniadakis, G. (2002). Statistical mechanics in the context of special relativity. *Physical review E*, 66(5), 056125.
- [5] Kaniadakis, G. (2013). Theoretical foundations and mathematical formalism of the power-law tailed statistical distributions. *Entropy*, 15(10), 3983-4010.
- [6] Luciano, G. G. (2024). Kaniadakis entropy in extreme gravitational and cosmological environments: a review on the state-of-the-art and future prospects. *The European Physical Journal B*, 97(6), 80.
- [7] Mason, J. C., & Handscomb, D. C. (2002). *Chebyshev polynomials*. Chapman and Hall/CRC.
- [8] Özdek, D. (2023). Chebyshev Polynomial Solution For The SIR Model Of COVID 19. *Gazi Journal of Engineering Sciences*, 9(4), 39-47.
- [9] Rivlin, T. J. (2020). *Chebyshev polynomials*. Courier Dover Publications.

BIOMIMETIC DEEP LEARNING FOR DIFFERENTIAL DEMENTIA DIAGNOSIS: A PURKINJE CELL MODEL-INSPIRED NEURAL LAYER FOR EEG-BASED ANALYSIS

MSc. Shafiq Mohamed Ismail¹ / Dr. Öğr. Üyesi Burak Yılmaz²

¹Konya Technical University, Institute of Graduate Studies, Department of Software Engineering, shafiqismail664@gmail.com , ORCID: 0009-0003-8169-3119

²Konya Technical University, Department of Software Engineering, byilmaz@ktun.edu.tr , ORCID: 0000-0001-5549-8385

Abstract

Dementia is a major health problem, and early diagnosis is important for treatment planning and patient care. Alzheimer's disease and Frontotemporal dementia are two important dementia types, but their clinical and EEG patterns may overlap. This makes automatic differential diagnosis difficult. This study presents a biomimetic deep learning approach for EEG-based dementia classification. The proposed method is inspired by Purkinje cells, which can integrate information across different temporal scales through their complex dendritic structure. A two-stage classification pipeline was used. In the first stage, an EEGNet-based model classified subjects as Healthy Control or Dementia. In the second stage, a Purkinje-inspired ShallowConvNet classified dementia subjects as Alzheimer's disease or Frontotemporal dementia. The proposed block included multi-scale dilated convolutions, a learnable delay mechanism, phase-aware gating, and residual soma-like integration. Photo-stimulation EEG was used as the final evaluation domain, while resting-state EEG from training subjects was used for pre-training. Subject-level five-fold cross-validation was applied to reduce data leakage. The Stage 1 model achieved 81.94% balanced accuracy, while the proposed Stage 2 model achieved 84.67% balanced accuracy and 84.95% macro F1-score. The full two-stage pipeline achieved 75.44% balanced accuracy and 0.8812 macro ROC-AUC. These findings show that the Purkinje-inspired model is promising for AD versus FTD classification, although full pipeline performance is still limited by Stage 1 errors and small clinical EEG data.

Keywords: Deep Learning, EEG Classification, Dementia Diagnosis, Purkinje-Inspired Model, ShallowConvNet

INTRODUCTION

Dementia affects memory, thinking, behavior, and daily functioning. Alzheimer's disease (AD) and Frontotemporal dementia (FTD) are two important dementia types, but they can be difficult to separate, especially in early stages. Some FTD patients may show memory problems, while some AD patients may show behavioral or language symptoms. Therefore, differential diagnosis can be challenging. Goossens et al. (2017) showed that EEG dominant frequency peak can support the differentiation of AD and Frontotemporal lobar degeneration, but they also stated that clinical separation remains difficult.

Electroencephalography (EEG) is a useful method for dementia research because it is non-invasive, low-cost, and has high temporal resolution. However, EEG signals are noisy, non-stationary, and affected by subject differences. Dementia-related EEG changes may include increased slow-wave activity and reduced alpha activity. Babiloni et al. (2009) reported that cognitive impairment is linked with changes in resting EEG rhythms, especially delta, theta, and alpha sources. These findings support the use of EEG in dementia analysis, but they also show that simple spectral features may not be enough for reliable AD and FTD classification.

This study aims to develop a biologically inspired deep learning model for EEG-based differential dementia diagnosis. The main contribution is a Purkinje-inspired neural block added to a ShallowConvNet-style architecture. The purpose is to improve multi-scale temporal EEG feature extraction while keeping the model suitable for small clinical datasets.

THEORETICAL FRAMEWORK

Deep learning models can learn useful EEG features directly from data. EEGNet is a compact convolutional neural network designed for EEG classification. It uses temporal, depthwise, and separable convolutions to reduce model size while learning temporal and spatial EEG features (Lawhern et al., 2018). In this study, EEGNet was used in Stage 1 to separate Healthy Control subjects from Dementia subjects.

ShallowConvNet is another important EEG model. Schirrneister et al. (2017) showed that convolutional neural networks can learn meaningful EEG features from raw signals, including spectral power-related patterns. This is useful for dementia EEG analysis because neurodegenerative disorders may affect brain rhythms and their spatial distribution. However, a standard ShallowConvNet may be limited when the task needs temporal information at different scales.

The proposed model is inspired by Purkinje cells in the cerebellum. Albus (1971) described the cerebellum as a pattern-recognition system, while London and Häusser (2005) explained that dendrites can perform linear and non-linear computations. This biological idea was translated into an engineering design using multi-scale dilated convolution branches, learnable delay, phase-aware gating, and residual integration. Dilated temporal convolutions are also useful for sequence modeling because they increase the temporal receptive field without greatly increasing model size (Bai et al., 2018).

METHOD

This study used two public EEG datasets from OpenNeuro. The main target dataset was OpenNeuro ds006036, which contains photo-stimulation EEG recordings from Alzheimer's disease, Frontotemporal dementia, and Healthy Control subjects (Ntetska et al., 2026). The second dataset was OpenNeuro ds004504, which contains resting-state eyes-closed EEG recordings from the same diagnostic groups and was used only for pre-training inside the training folds (Miltiadous et al., 2023). The photo-stimulation dataset was used as the final evaluation domain, while resting-state EEG supported the model in learning more stable EEG representations before adaptation to the target task.

The EEG data were processed using a standard pipeline. Channel names were standardized into a 19-channel montage. The signals were filtered (0.5 - 45 Hz), resampled to 100 Hz, re-referenced using common average

reference, corrected using ICA, and converted into 4-second epochs. The final input shape was 19 channels $\times$ 401 time samples. Subject-level organization was used so that all epochs from the same subject stayed in the same fold.

The classification system used a two-stage design. Stage 1 used an EEGNet-based classifier to separate Healthy Control subjects from Dementia subjects. Stage 2 used the proposed Purkinje-inspired ShallowConvNet to classify Dementia subjects as AD or FTD. Resting-state EEG from training subjects was used for pre-training, followed by adaptation on photo-stimulation training data. Final testing was performed on held-out photo-stimulation subjects. Five-fold subject-level cross-validation was used to reduce data leakage and improve the reliability of the evaluation.

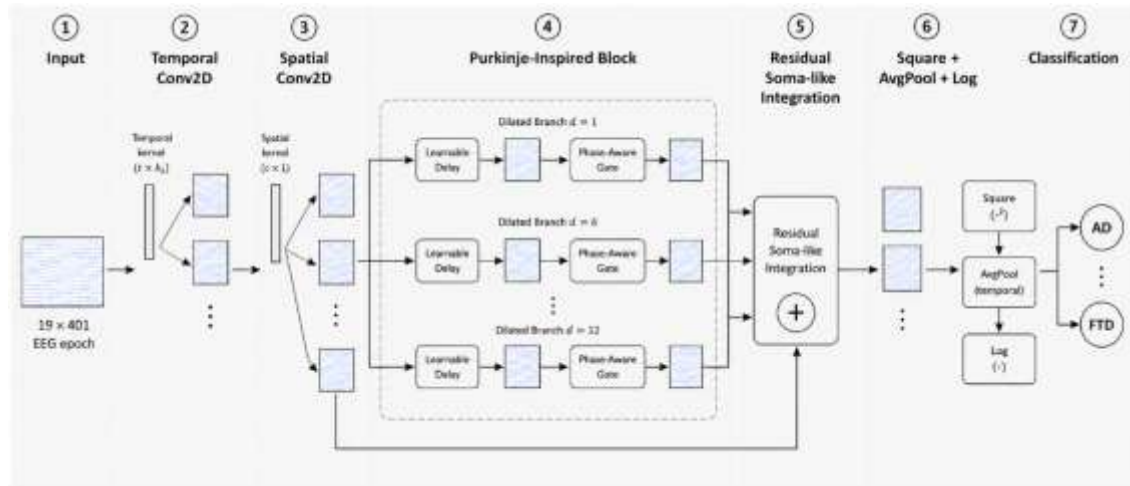


Figure 1. Proposed Purkinje-Inspired ShallowConvNet Architecture

The proposed Stage 2 model shown above started with ShallowConvNet-style temporal and spatial feature extraction. After this, the Purkinje-inspired block applied multi-scale dilated convolutions with different temporal ranges. A learnable delay mechanism adjusted local temporal features, phase-aware gating controlled useful branch information, and residual soma-like integration combined the original and multi-scale features. The model was evaluated using balanced accuracy, macro F1-score, sensitivity, specificity, Youden's J statistic, ROC-AUC, and confusion matrix analysis. The two-stage pipeline was designed as follow;

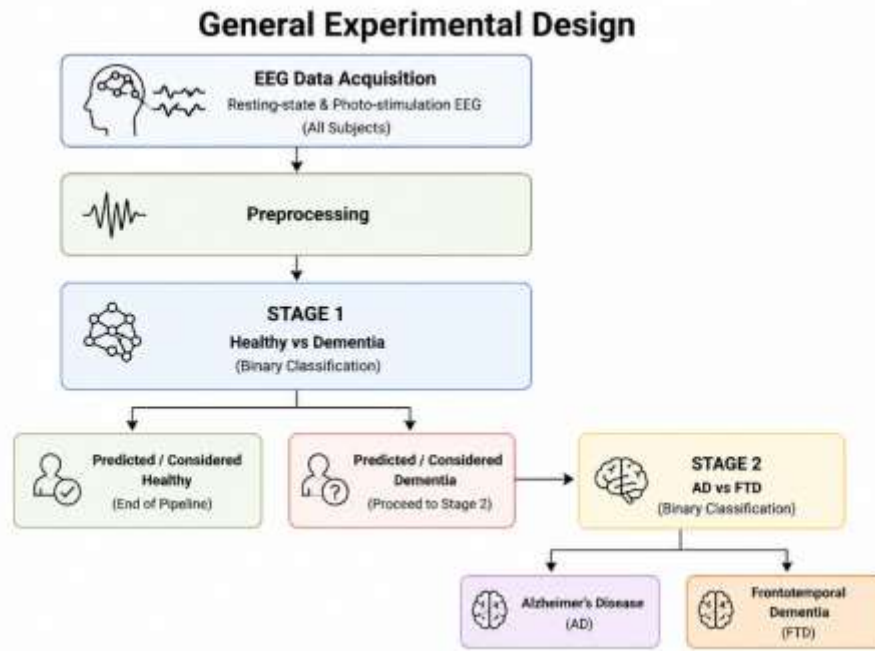


Figure 2. General Pipeline Design

FINDINGS

The Stage 1 EEGNet-based model achieved a balanced accuracy of 0.8194 ± 0.0840 and a macro F1-score of 0.8115 ± 0.0749 for Healthy Control versus Dementia classification. Sensitivity was 0.8455 ± 0.1103 , specificity was 0.7933 ± 0.1937 , Youden's J was 0.6388 ± 0.1680 , and ROC-AUC was 0.8996 ± 0.0627 . These results show that Stage 1 learned useful differences between healthy and dementia subjects, but it still produced some false-negative dementia predictions. The confusion metrics below showed these errors;

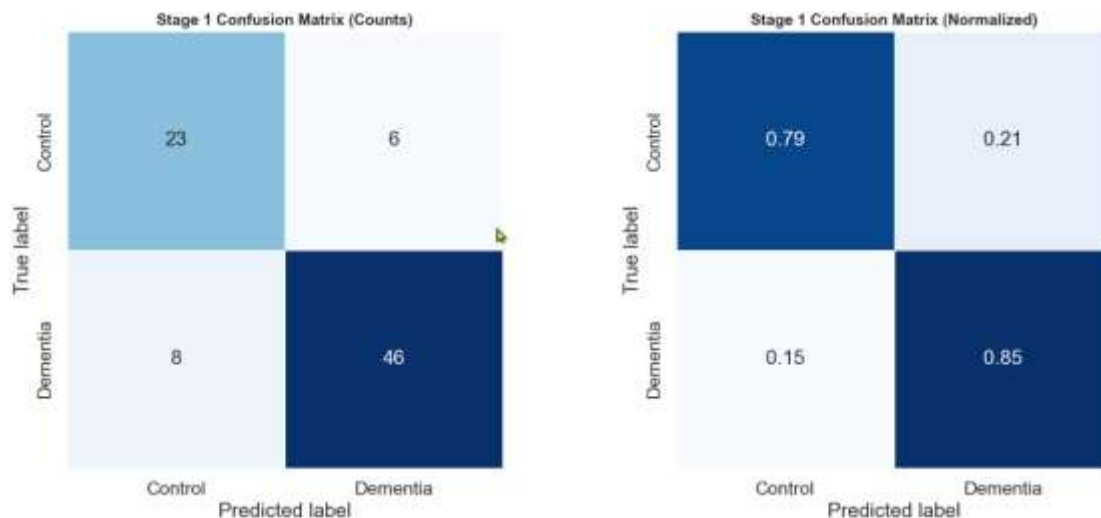


Figure 3. Stage 1 Confusion Metrics

The proposed Stage 2 Purkinje-inspired ShallowConvNet achieved stronger results for AD versus FTD classification. It reached a balanced accuracy of 0.8467 ± 0.1087 , macro F1-score of 0.8495 ± 0.1166 , sensitivity of 0.7600 ± 0.1306 , specificity of 0.9333 ± 0.1333 , Youden's J of 0.6933 ± 0.2175 , and ROC-AUC of $0.8721 \pm$

0.1185. The confusion matrix showed that the model correctly classified 32 out of 34 AD subjects and 15 out of 20 FTD subjects. This means AD was classified more reliably than FTD.

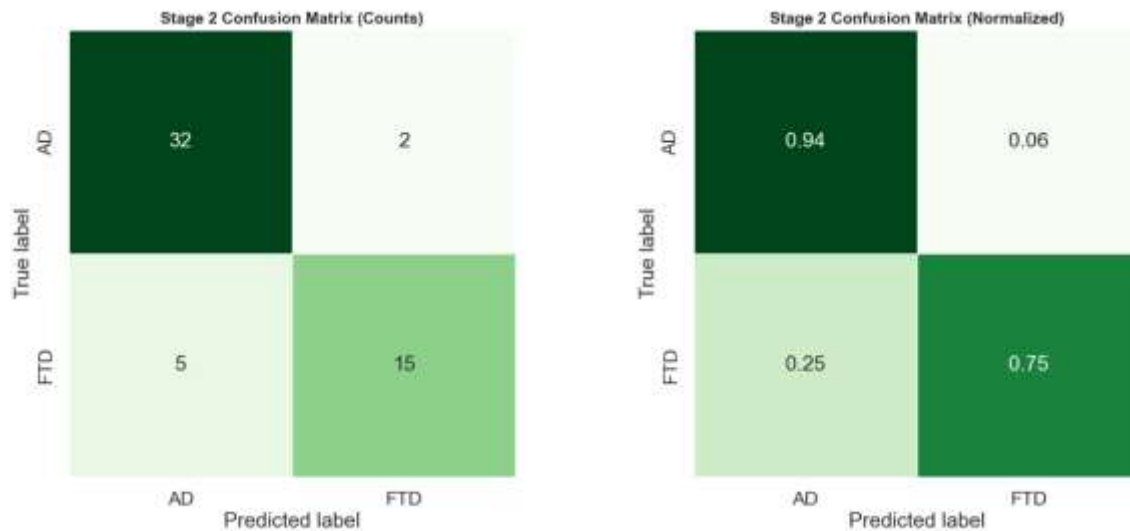


Figure 4. Stage 2 Confusion Metrics

The full two-stage pipeline achieved a balanced accuracy of 0.7544 ± 0.1081 , macro F1-score of 0.7353 ± 0.1149 , macro specificity of 0.8904 ± 0.0366 , and macro ROC-AUC of 0.8812 ± 0.0707 . The Mean Balanced Accuracy and Macro F1 score of the two-stage pipeline are shown below;

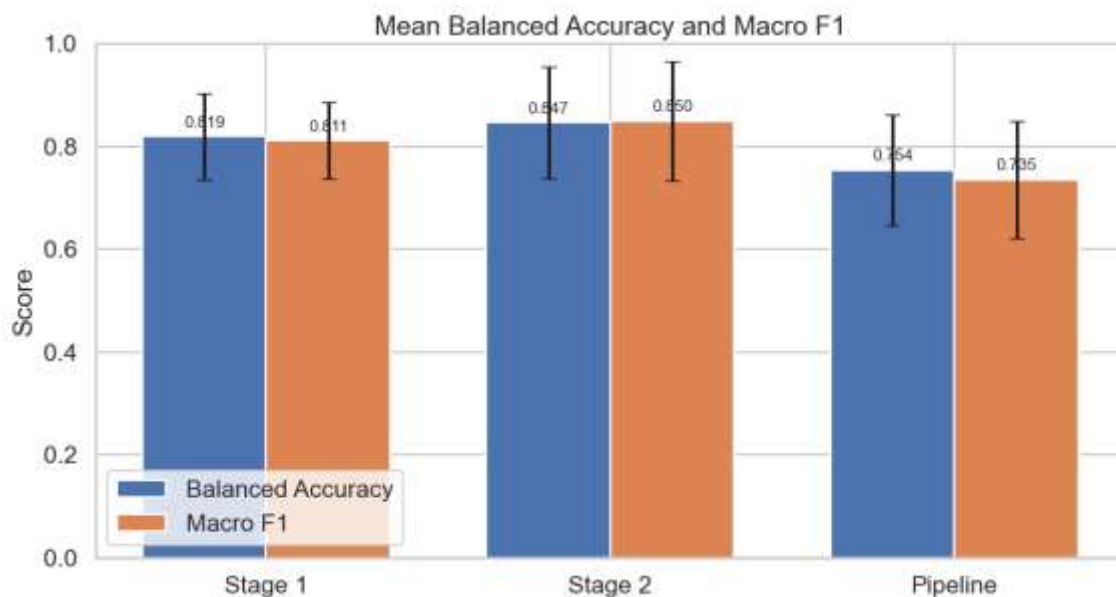
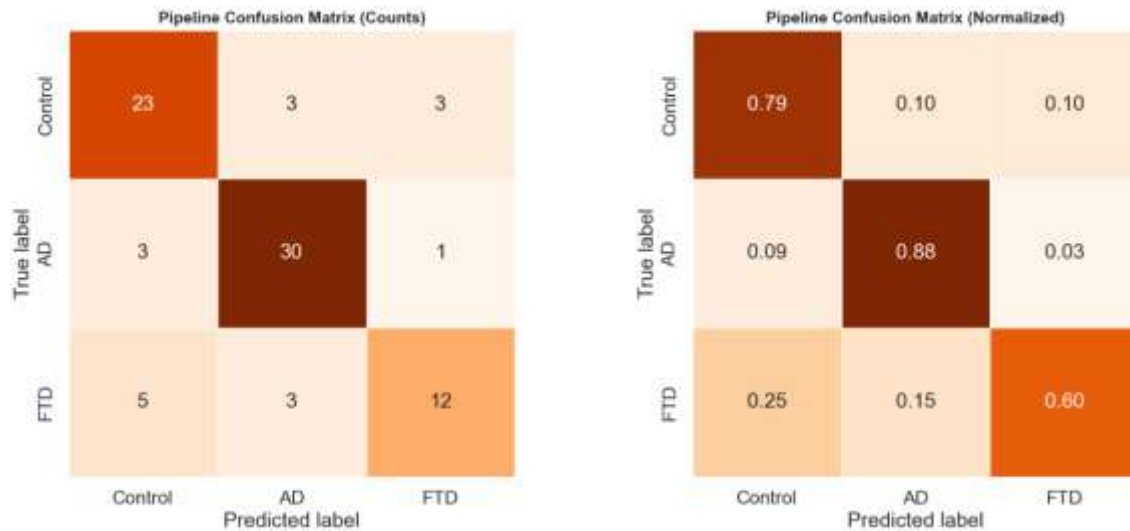


Figure 5. Full Design Experiment Mean Balance and Macro F1 Score

The pipeline correctly classified 23 out of 29 Control subjects, 30 out of 34 AD subjects, and 12 out of 20 FTD subjects. These findings show that the proposed Stage 2 model was strong, but full pipeline performance was reduced by Stage 1 error propagation. Some dementia subjects, especially FTD subjects, were classified as Control in Stage 1 and therefore could not be corrected by Stage 2.



A baseline comparison showed that the proposed Stage 2 model had the highest balanced accuracy and macro F1-score among the compared Stage 2 models. It improved over the plain ShallowConvNet, which achieved 81.83% balanced accuracy and 81.03% macro F1-score. The 1D-ResNet baseline was very close in balanced accuracy and had the highest ROC-AUC, so the proposed model should be described as competitive rather than universally superior.

Table 1. Baseline Model Comparison Table

Model	Balanced Accuracy	Macro F1-score	Sensitivity	Specificity	ROC-AUC
Purkinje inspired-ShallowConvNet	0.8467 ± 0.1087	0.8495 ± 0.1166	0.7600 ± 0.1306	0.9333 ± 0.1333	0.8721 ± 0.1185
Plain ShallowConvNet	0.8183 ± 0.0814	0.8103 ± 0.0892	0.7933 ± 0.1236	0.8433 ± 0.1348	0.8659 ± 0.0920
LSTM	0.6824 ± 0.1124	0.6164 ± 0.1641	0.5933 ± 0.3389	0.7714 ± 0.2772	0.7056 ± 0.2689
1D-CNN	0.7733 ± 0.1424	0.7816 ± 0.1388	0.6200 ± 0.2663	0.9267 ± 0.0904	0.8105 ± 0.1292
1D-ResNet	0.8433 ± 0.0814	0.8023 ± 0.0146	0.8533 ± 0.1809	0.8333 ± 0.1394	0.8949 ± 0.1097

CONCLUSION, DISCUSSION AND RECOMMENDATIONS

This study presented a biomimetic deep learning approach for EEG-based differential dementia diagnosis. The proposed Purkinje-inspired ShallowConvNet was designed to capture EEG patterns at different temporal scales using multi-scale dilated convolution, learnable delay, phase-aware gating, and residual integration. The results show that the proposed model performed well in the AD versus FTD task and improved over the plain ShallowConvNet in balanced accuracy and macro F1-score.

The main strength of the study is the use of a biologically inspired, compact model for a difficult EEG classification problem. The use of subject-level cross-validation and training-fold-only resting-state pre-training also helped reduce data leakage. However, the full pipeline result was lower than the Stage 2 result because errors

from Stage 1 affected the final decision. FTD remained the most difficult class, likely because of the smaller number of FTD subjects and overlap between dementia-related EEG patterns.

The study should be understood as a research model, not as a clinical diagnostic system. EEG-based deep learning may support dementia analysis, but it cannot replace clinical diagnosis, MRI, PET, or specialist assessment. Future work should use larger datasets, improve Stage 1 dementia sensitivity, test the model on external cohorts, and explore better probability calibration between the two stages.

REFERENCES

- Albus, J. S. (1971). A theory of cerebellar function. *Mathematical Biosciences*, 10(1–2), 25–61.
- Babiloni, C., Frisoni, G. B., Pievani, M., Vecchio, F., Lizio, R., Buttiglione, M., Geroldi, C., Fracassi, C., Eusebi, F., Ferri, R., & Rossini, P. M. (2009). Hippocampal volume and cortical sources of EEG alpha rhythms in mild cognitive impairment and Alzheimer disease. *NeuroImage*, 53(1), 362–372.
- Bai, S., Kolter, J. Z., & Koltun, V. (2018). An empirical evaluation of generic convolutional and recurrent networks for sequence modeling. *arXiv preprint arXiv:1803.01271*.
- Goossens, J., Laton, J., Van Schependom, J., Gielen, J., Struyfs, H., De Deyn, P. P., Engelborghs, S., & Nagels, G. (2017). EEG dominant frequency peak differentiates between Alzheimer's disease and frontotemporal lobar degeneration. *Journal of Alzheimer's Disease*, 55(1), 53–58.
- Lawhern, V. J., Solon, A. J., Waytowich, N. R., Gordon, S. M., Hung, C. P., & Lance, B. J. (2018). EEGNet: A compact convolutional neural network for EEG-based brain-computer interfaces. *Journal of Neural Engineering*, 15(5), 056013.
- London, M., & Häusser, M. (2005). Dendritic computation. *Annual Review of Neuroscience*, 28, 503–532.
- Miltiadous, A., Tzimourta, K. D., Giannakeas, N., Tsipouras, M. G., Afrantou, T., Ioannidis, P., Grigoriadis, N., Tsalikakis, D., Angelidis, P., Tsianou, Z. E., Glavas, E., Tzallas, A. T., & the Alzheimer's Disease Neuroimaging Initiative. (2023). A dataset of EEG recordings from Alzheimer's disease, Frontotemporal dementia and Healthy subjects. *OpenNeuro*. <https://doi.org/10.18112/openneuro.ds004504.v1.0.8>
- Ntetska, E., Papaliagkas, V., Ioannidis, P., Tsalikakis, D., Angelidis, P., Tzimourta, K. D., Giannakeas, N., Tsipouras, M. G., Afrantou, T., Tsianou, Z. E., Glavas, E., Grigoriadis, N., & Tzallas, A. T. (2026). EEG recordings during photo-stimulation from Alzheimer's disease, Frontotemporal dementia and Healthy subjects. *OpenNeuro*. <https://doi.org/10.18112/openneuro.ds006036.v1.0.0>
- Schirrneister, R. T., Springenberg, J. T., Fiederer, L. D. J., Glasstetter, M., Eggersperger, K., Tangermann, M., Hutter, F., Burgard, W., & Ball, T. (2017). Deep learning with convolutional neural networks for EEG decoding and visualization. *Human Brain Mapping*, 38(11), 5391–5420.

**TOPOLOJİ OPTİMİZASYONU KULLANILARAK FDM TİPİ 3 BOYUTLU SCARA KOLU
YAZICININ TASARLANMASI****DESIGN OF AN FDM-TYPE 3D SCARA ARM PRINTER USING TOPOLOGY OPTIMIZATION****Makina Mühendisi, Güray GÜNAY1 / Prof. Dr., Naci ZAFER2****1Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Makine Teorisi ve Dinamiği, guray.94gunay@gmail.com, 0000-0001-7927-9128****2Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Makine Teorisi ve Dinamiği, nzafer@ogu.edu.tr, 0000-0001-5026-9102****Özet**

Endüstriyel üretim süreçlerinde hız ve hassasiyetin ön plana çıkması, robotik sistemlerin üç boyutlu yazıcı teknolojileriyle entegrasyonunu giderek daha cazip kılmaktadır. Bu çalışmada, FDM (Fused Deposition Modeling) tipi bir üç boyutlu yazıcı için SCARA (Selective Compliance Assembly Robot Arm) kol mekanik sistemi tasarlanmış ve kritik yapısal bileşenler üzerinde topoloji optimizasyonu uygulanmıştır. SCARA mimarisi; düşük atalet momenti, yüksek yatay hareket hızı ve mekanik sadeliği nedeniyle geleneksel kartezyen sistemlere kıyasla tercih edilmiştir. Tasarım süreci Siemens NX ortamında gerçekleştirilmiş, yapısal analizler ANSYS R1 2019 yazılımı kullanılarak sonlu elemanlar yöntemiyle yürütülmüştür. Topoloji optimizasyonu, PLA malzeme özellikleri ve belirlenen yük koşulları altında kol 1 ve kol 2 bileşenlerinde başlangıç kütlelerinin %30 oranında azaltılması hedefiyle uygulanmıştır. Elde edilen bulgular, optimize edilen geometrilerin yapısal bütünlükten ödün vermeksizin sistem ataletini ve malzeme kullanımını önemli ölçüde azalttığını ortaya koymaktadır. Sonuçlar, topoloji optimizasyonunun FDM tabanlı robotik baskı sistemlerinde enerji verimliliği ve sürdürülebilir tasarım açısından etkin bir yöntem olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: SCARA Robot, Topoloji Optimizasyonu, FDM, Eklemeli İmalat, Sonlu Elemanlar Analizi**Abstract**

Recent developments in additive manufacturing have accelerated research on adapting robotic kinematic architectures to 3D printer design. In this study, a SCARA (Selective Compliance Assembly Robot Arm) mechanical system was designed for an FDM (Fused Deposition Modeling) type 3D printer using Siemens NX software, and SIMP (Solid Isotropic Material with Penalization)-based topology optimization was applied to arm 1 and arm 2 components in ANSYS R1 2019. The SCARA architecture was selected over conventional Cartesian systems due to its low moment of inertia, high horizontal movement speed, and compact structure. Topology optimization was carried out under PLA material properties and defined static load conditions, targeting a 30% reduction in initial component mass. Results demonstrate that the optimized geometries significantly reduce system inertia and material consumption without compromising structural integrity. This study shows that topology optimization is an effective tool for lightweight and sustainable design in FDM-based robotic printing systems.

Keywords: SCARA Robot, Topology Optimization, FDM, Additive Manufacturing, Finite Element Analysis

1. GİRİŞ

Son yıllarda eklemeli imalat, yalnızca hızlı prototipleme aracı olmanın ötesine geçerek fonksiyonel parça üretiminde de ciddi bir yer edinmiştir. Geleneksel talaşlı imalatla geometrik karmaşıklık doğrudan maliyet ve süre anlamına gelirken eklemeli imalatla bu ilişki büyük ölçüde ortadan kalkmaktadır. FDM (Fused Deposition Modeling), bu alandaki en erişilebilir yöntem olmayı korumaktadır. Düşük donanım maliyeti ve geniş malzeme seçeneği, FDM'yi hem üniversite laboratuvarlarında hem de küçük ölçekli endüstriyel uygulamalarda ilk tercih haline getirmektedir.

Klasik kartezyen FDM yazıcılarda baskı kafası, X ve Y eksenlerinde bağımsız kılavuz rayları boyunca hareket eder. Bu yapı pratik olmakla birlikte önemli bir dinamik yük getirir: hareketli kütle büyüdükçe atalet momenti artar, sistem yüksek hızda titreşmeye ve baskı kalitesi düşmeye başlar. Bu sınırlılığın giderilmesi amacıyla robotik uygulamalarda yaygın kullanılan SCARA mimarisinin yazıcıya uyarlanması değerlendirilmiştir. SCARA'nın döner eklem temelli yapısı, yatay düzlemdeki hareketli kütleli önemli ölçüde azaltmakta ve atalet momentini düşürmektedir (Siciliano vd., 2016).

Kol bileşenlerini hafifletmek için sezgisel yöntemlerle malzeme kaldırmak yerine bu çalışmada topoloji optimizasyonuna başvurulmuştur. Topoloji optimizasyonu, verilen yük koşulları altında bir tasarım uzayında malzemenin nereye konulup nereye konulmayacağına matematiksel olarak karar verir. Bendsøe ve Sigmund (2004) tarafından kapsamlı biçimde aktarılan SIMP yöntemi bu çalışmada kullanılan yaklaşımın temelini oluşturmaktadır. FDM ile birleştirildiğinde topoloji optimizasyonunun ürettiği organik geometriler, geleneksel imalatın kısıtladığı formları fiziksel gerçekliğe dönüştürebilmektedir.

Bu çalışmada, bahsedilen iki yaklaşım bir araya getirilmiştir: Siemens NX ile tasarlanan SCARA kolu FDM yazıcı sistemi ve ANSYS R1 2019 ortamında uygulanan SIMP tabanlı topoloji optimizasyonu. Kol bileşenlerinde %30 kütle azaltımı hedeflenmiş; genişlik ve kalınlık boyutları mekanik gereksinimler nedeniyle sabit tutulmuştur. İzleyen bölümlerde sistem tasarımı, analiz süreci ve elde edilen sonuçlar aktarılmaktadır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Topoloji optimizasyonu için literatürde pek çok farklı yöntem önerilmiştir. Fanni vd. (2013) MMA, SQP, OC ve HCA yöntemlerini karşılaştırmış; OC yönteminin küçük problemlerde hızlı çözüme ulaştığını, büyük ve karmaşık geometrilerde ise MMA'nın daha güvenilir davrandığını göstermiştir. Bu sonuçlar, ticari FEA yazılımlarında SIMP tabanlı çözümlerin neden yaygınlaştığını açıklamaktadır.

Larsson vd. (2022) ise kütle minimizasyonunu statik ve harmonik yükler altında ele alarak ilginç bir tespitte bulunmuştur: statik uyum kısıtı, dinamik kısıtlara kıyasla topoloji kararlarını çok daha güçlü biçimde yönlendirmektedir. Bu çalışmanın statik yük senaryosu üzerine kurulu olması bu tespit açısından değerlendirildiğinde metodoloji tutarlı görünmektedir.

Robot bileşenlerinde topoloji optimizasyonunun uygulandığı iki çalışma bu araştırma için özellikle yönlendirici olmuştur. Oliveri vd. (2011), Tribot mobil robotunun şasisini SKO yöntemiyle optimize ederek %25 ağırlık azaltımı ve %20 stabilite artışı elde etmiştir. Sha vd. (2020) ise sınır koşullarının hatalı tanımlanmasının optimizasyon sonuçlarını sistematik olarak saptırabileceğini göstermiştir. Montaj modeli tabanlı FEA ile gerçek sınır koşulları kullanıldığında geleneksel yaklaşıma göre %10,4 daha fazla kütle kazanımı elde edildiği bildirilmiştir. Bu çalışmada motor bağlantı yüzeylerinin sabit mesnet olarak tanımlanması doğrudan bu bulgudaki ilkeye dayanmaktadır.

Yöntem seçimi açısından Sigmund ve Maute (2013) farklı topoloji optimizasyonu yaklaşımlarını karşılaştırmalı olarak değerlendirmiş; her yöntemin farklı problem sınıflarında öne çıktığını göstermiştir. Liu ve Ma (2016) ile Zhu vd. (2016) ise eklemeli imalatla topoloji optimizasyonunun birleşiminin avantajına dikkat çekmiştir: FDM, organik geometrileri üretmede geleneksel imalata kıyasla çok daha elverişlidir.

Yapılan taramada SCARA mimarisini FDM yazıcı tasarımıyla ve topoloji optimizasyonu ile birlikte ele alan kapsamlı bir çalışmanın mevcut literatürde yer almadığı görülmektedir. Bu çalışma söz konusu kesişim noktasını doğrudan hedef almaktadır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Sistem Tasarımı

Sistem dört temel alt birimden oluşmaktadır: dikey hareket mekanizması, yatay SCARA kol düzeneği, baskı kafası ve tahrik-kontrol altyapısı. Tüm bileşenler Siemens NX ortamında modellenmiş ve montaj düzeyinde birleştirilmiştir. Şekil 1'de sistemin genel görünümü verilmektedir.



Şekil 1. SCARA Kolu FDM Yazıcı — Siemens NX Montaj Görünümü

Dikey eksen trapez mil ve dört lineer mil düzeneğiyle sağlanmıştır. Yatay düzlemdeki iki boyutlu konumlandırma SCARA kollarıyla gerçekleştirilmekte olup bu yapı hareketli kütleyi ve atalet momentini kartezyen alternatiflere göre belirgin biçimde azaltmaktadır. Tahrik için NEMA 17 step motorlar, kontrol için Arduino Mega 2560 tercih edilmiştir.

Kol 1, PLA malzemeden ve belirlenmiş boyutlarda tasarlanmıştır. Motor flanşı ve rulman oturma yüzeyleri mekanik uyum açısından sabit tutulması gereken bölgeler olduğundan tasarım dışı uzay olarak tanımlanmıştır. Kol 2 daha uzun bir geometriye sahiptir; bununla birlikte en kesit boyutları kol 1 ile aynıdır.

3.2. Malzeme Özellikleri

Analizlerde PLA (Polylactic Acid) malzeme modeli kullanılmıştır. FDM ile üretilebilirlik, geniş literatür tabanı ve iyi tanımlanmış mekanik özelliklerin bir arada bulunması PLA'yı bu çalışmada uygun bir malzeme seçimi haline getirmiştir. FDM ile üretilen PLA bileşenlerin mekanik özellikleri Ahn vd. (2002) tarafından kapsamlı biçimde incelenmiştir. Kullanılan malzeme parametreleri Tablo 1'de verilmiştir.

Özellik	Değer	Birim
Elastisite Modülü (E)	3500	MPa
Poisson Oranı (ν)	0,36	—
Çekme Dayanımı (σ_t)	65	MPa
Akma Dayanımı (σ_y)	55	MPa
Yoğunluk (ρ)	1240	kg/m ³

Tablo 1. PLA malzeme özellikleri.

3.3. Sonlu Elemanlar Analizi

Yapısal analizler ANSYS R1 2019 Mechanical modülünde yürütülmüştür. Siemens NX'ten STEP formatında aktarılan model, 1 mm global eleman boyutu ve tetrahedron eleman türüyle ayrıklaştırılmıştır. Motor bağlantı yüzeyleri sabit mesnet olarak tanımlanmış; kol ucuna statik kuvvet ve moment yükleri uygulanmıştır. Güvenlik katsayısı 2,0 alınmıştır. Sınır koşullarının doğruluğunun optimizasyon sonuçlarını doğrudan etkilediği Sha vd. (2020) tarafından gösterildiğinden bu tanım özenle yapılmıştır.

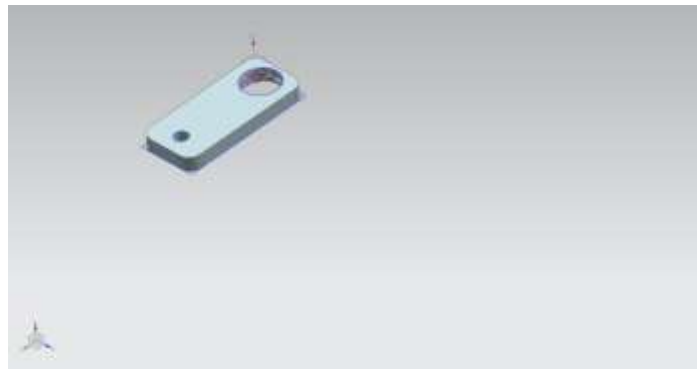
3.4. Topoloji Optimizasyonu

Topoloji optimizasyonu ANSYS Mechanical'ın SIMP modülüyle (Bendsøe ve Sigmund, 2004) yürütülmüştür. Hedef yapısal uyum (compliance) minimizasyonudur; başka bir deyişle mevcut malzeme miktarıyla en yüksek rijitliği elde etmek. Hacim fraksiyonu kısıtı %70 olarak belirlenmiş, yani başlangıç kütlelerinin %30'una kadar malzeme kaldırılabilir. Motor flanşları, cıvata delikleri ve rulman yüzeyleri tasarım dışı uzay olarak belirlenmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Optimizasyon Öncesi Geometri

Optimizasyon öncesinde Kol 1'in kütlesi Siemens NX Mass Properties modülü aracılığıyla hesaplanmıştır. Malzeme yoğunluğu 1240 kg/m³ alınan PLA için elde edilen değer, optimizasyon sonuçlarıyla karşılaştırmanın referans noktasını oluşturmaktadır. Başlangıç geometrisi Şekil 2'de görülmektedir.

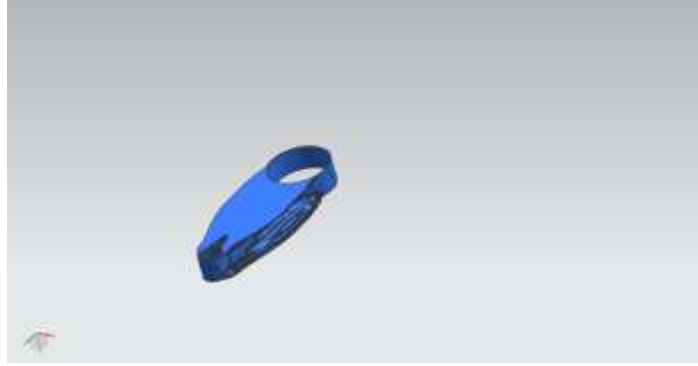


Şekil 2. Kol 1 — Topoloji Optimizasyonu Öncesi Geometri

4.2. Optimizasyon Sonrası Geometri

Optimizasyon tamamlandığında Kol 1 geometrisinde belirgin bir geometrik dönüşüm gözlemlenmiştir. Uzunluk başlangıç değerinden hedef değere gerilerken genişlik ve kalınlık boyutları, flanş ve rulman yüzeyleri nedeniyle değişmemiştir. Algoritmanın ürettiği geometri incelendiğinde yük taşıma yolları boyunca malzemenin

korunduğu, düşük gerilme bölgelerinin boşaltıldığı görülmektedir. Optimizasyon sonrası görünüm Şekil 3'te verilmiştir.



Şekil 3. Kol 1 — Topoloji Optimizasyonu Sonrası Geometri

4.3. Sayısal Sonuçlar

Topoloji optimizasyonundan elde edilen sayısal bulgular Tablo 2'de özetlenmektedir.

Bileşen	Boyutlar (mm)	Kütle (g)	Değişim	GK
Kol 1 — Öncesi	115 × 50 × 12	70,6	—	2,0
Kol 1 — Sonrası	86,5 × 50 × 12	49,4 (a)	↓ %30	≥2,0
Kol 2 — Öncesi	240 × 50 × 12	178,6 (b)	—	2,0
Kol 2 — Sonrası	—	125,0 (a)	↓ %30	≥2,0

Tablo 2. Topoloji optimizasyonu sonuçları. GK: Güvenlik Katsayısı; (a) hedef değer; (b) tahmini değer.

Kol 1'de uzunluk yaklaşık %25, kütle hedef değeri ise %30 oranında azalmıştır. Bu fark, algoritmanın yalnızca kol boyunu kısaltmakla kalmadığını; kesit içinden de malzeme kaldırdığını göstermektedir. Kol 2 için benzer bir oran hedeflenmektedir. Her iki bileşende güvenlik katsayısı 2,0 tasarım eşiğinin korunması esas alınmıştır.

4.4. Sistem Performansına Etkisi

Kütle azaldıkça atalet momenti de düşmektedir. Bu, motorun aynı hareketi daha az enerji harcayarak yapabilmesi demektir. Pratikte baskı hızı artışına ve enerji tasarrufuna dönüşen bu kazanım, optimizasyonun yalnızca yapısal bir iyileştirme olmadığını; sistem verimliliğine doğrudan katkı sağladığını ortaya koymaktadır.

4.5. Tartışma

Oliveri vd. (2011) robotik şasi optimizasyonunda %25 azaltım bildirmiştir. Hedeflenen %30 bu değerle karşılaştırıldığında ulaşılabilir görünmektedir. Sha vd. (2020)'nin sınır koşullarına ilişkin bulgularının bu çalışmada yöntem seçimini etkilediği yukarıda belirtilmişti; elde edilen geometrik sonuçlar bu yaklaşımın tutarlılığını desteklemektedir.

Bu çalışmanın en belirgin sınırlılığı yalnızca statik yük durumunun dikkate alınmış olmasıdır. Dinamik koşullarda atalet yükleri topolojiyi farklı biçimde etkileyebilir. Larsson vd. (2022) bu konuyu incelemiş ve statik kısıtın genellikle baskın çıktığını göstermiştir; bu nedenle mevcut sonuçlar güvenilir bir başlangıç noktası olarak değerlendirilebilir. Dinamik analiz ve üretim sonrası doğrulama ölçümleri ilerleyen çalışmalara bırakılmıştır.

5. SONUÇ

Bu çalışmada FDM tipi bir 3B yazıcı için SCARA kolu mekanik sistemi Siemens NX ortamında tasarlanmış, kritik kol bileşenleri üzerinde ANSYS R1 2019 yazılımında SIMP tabanlı topoloji optimizasyonu uygulanmıştır. Çalışmadan elde edilen başlıca sonuçlar aşağıda sunulmaktadır:

SCARA mimarisi, kartezyen düzenlemelere kıyasla düşük hareketli kütle ve atalet momenti avantajı sunmaktadır; bu durum yüksek baskı hızı ve daha iyi enerji verimliliği potansiyeli anlamına gelmektedir. Topoloji optimizasyonu, kol bileşenlerinde hedeflenen %30 kütle azaltımını; flanş, rulman yüzeyleri ve güvenlik katsayısı korunarak gerçekleştirmiştir. Bu sonuçlar, SIMP tabanlı topoloji optimizasyonunun FDM tabanlı robotik baskı sistemleri için uygulanabilir ve etkin bir tasarım aracı olduğunu ortaya koymaktadır.

Gelecek çalışmalar kapsamında optimize edilmiş geometrilerin FDM ile imal edilmesi ve boyutsal doğrulama ölçümlerinin gerçekleştirilmesi planlanmaktadır. Dinamik yük koşullarının analiz çerçevesine dahil edilmesi ise mevcut çalışmanın önemli bir sınırlılığını giderecektir.

KAYNAKÇA
Ahn, S. H., Montero, M., Odell, D., Roundy, S. ve Wright, P. K. (2002). Anisotropic material properties of fused deposition modeling ABS. *Rapid Prototyping Journal*, 8(4), 248-257.

Bendsøe, M. P. ve Sigmund, O. (2004). *Topology optimization: Theory, methods and applications* (2. baskı). Springer.

Demir, E. ve Yıldız, A. R. (2017). A comparative study of algorithms for thin wall structures under crashworthiness criterion. *Thin-Walled Structures*, 118, 169-177.

Fanni, M., Shabara, M. N. ve Alkalla, M. G. (2013). A comparison between different topology optimization methods. *Engineering Journal*, Aralık 2013.

Larsson, J., Wennhage, P. ve Göransson, P. (2022). Mass minimization with conflicting dynamic constraints by topology optimization using sequential integer programming. *Finite Elements in Analysis and Design*, 200, 103683.

Liu, J. ve Ma, Y. (2016). A survey of manufacturing oriented topology optimization methods. *Advances in Engineering Software*, 100, 161-175.

Oliveri, S. M., Cali, M., Sequenzia, G. ve Fatuzzo, G. (2011). Structural and topological optimization in robot design. *Proceedings of the IMProVe 2011 International Conference on Innovative Methods in Product Design*. Venedik, İtalya.

Sha, L., Lin, A., Zhao, X. ve Kuang, S. (2020). A topology optimization method of robot lightweight design based on the finite element model of assembly. *Science Progress*, 103(3), 1-16.

Siciliano, B., Sciavicco, L., Villani, L. ve Oriolo, G. (2016). *Robotics: Modelling, planning and control*. Springer.

Sigmund, O. ve Maute, K. (2013). Topology optimization approaches: A comparative review. *Structural and Multidisciplinary Optimization*, 48(6), 1031-1055.

Turner, B. N., Strong, R. ve Gold, S. A. (2014). A review of melt extrusion additive manufacturing processes. *Rapid Prototyping Journal*, 20(3), 192-204.

Zhu, J., Zhang, W. ve Xia, L. (2016). Topology optimization in aircraft and aerospace structures design. *Archives of Computational Methods in Engineering*, 23(4), 595-622.

THE IMPACT OF SELF-CONSUMPTION PHOTOVOLTAIC SYSTEM INTEGRATION ON GRID PARAMETERS IN INDUSTRIAL FACILITIES: DIGSILENT ANALYSIS

Buse Ezgi IŞIKSAL¹, Baran CENGİZÖĞLU², Erntal Chatzi MEMET³, Assoc. Prof. Dr. Cihat Çağdaş UYDUR⁴

¹Trakya University, Faculty of Engineering, Department of Electrical and Electronics Engineering, isiksale0@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0009-9833-2102>

²Trakya University, Faculty of Engineering, Department of Electrical and Electronics Engineering, barancengizoglu@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0005-2110-3492>

³Trakya University, Faculty of Engineering, Department of Electrical and Electronics Engineering, ehacimemet@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0002-1307-7623>

⁴Trakya University, Technical Sciences Vocational School, Department of Electric and Energy, ccagdasuydur@trakya.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-0908-2722>

Abstract

In line with the "National Energy Plan" published by the Ministry of Energy and Natural Resources, it is planned to increase the share of renewable energy sources such as wind and solar in total electricity production, taking into account the flexibility and renewable energy potential that our country currently possesses and may possess in the future in its electricity system. The integration of renewable energy sources increases the need for flexibility in the system. This flexibility requirement can be met through methods such as increasing interconnection capacity among neighboring countries, demand-side participation, battery storage, pumped-storage hydroelectric power plants, hydrogen production with electrolyzers, the flexibility that electric vehicles can provide to the system, and highly flexible power plants. However, studies on the establishment of larger-scale distributed generation power plants are more limited. In line with the "Twelfth Development Plan 2024-2028" published by the Presidency, the fundamental goal is to ensure a continuous, high-quality, sustainable, and secure energy supply. In particular, the importance of utilizing domestic renewable energy sources has emerged, based on the net-zero emission targets for 2053. Policies prioritizing localization in electricity production and energy technologies are clearly defined within the development plan. In this context, the need for initiatives that integrate renewable energy sources into our electricity grid using advanced technologies and strengthen our strategic position in energy trading is clearly evident. This study investigates the effects of self-consumption solar (PV) systems on grid parameters in industrial facilities using DIgSILENT PowerFactory software. In this study, the facility's electrical infrastructure was modeled using digital twin technology, and pre- and post-PV integration conditions were analyzed comparatively. Load flow simulations revealed that renewable energy integration provided critical improvements in transformer and line loads. Specifically, the load on transformer TR06, which carried a risk of overheating with a 111.3% load in the baseline scenario, was reduced to 79.9% thanks to PV support, bringing it within a safe operating range. Furthermore, the reduction in current density in transmission lines minimized technical losses and increased the system's thermal margin. The facility's dependence on the external grid was significantly reduced by the PV systems supplying local loads. Active power drawn from the grid decreased from 4.6 MW to 3.7 MW, while the power factor improved from 0.974 to 0.977. When examined from a power quality perspective, it was determined that voltage drops at the radial line ends were balanced by the PV units and that all busbar voltages remained within international standards. Consequently, it was confirmed that self-consumption PV systems both reduce energy costs and extend the lifespan of grid infrastructure in industrial facilities.

Keywords: Load Flow, DIgSILENT, Photovoltaic System, Industrial Facilities, Distribution Grid.

INTRODUCTION

In line with the "National Energy Plan" published by the Ministry of Energy and Natural Resources, it is planned to increase the share of renewable energy sources such as wind and solar in total electricity production, taking into account the flexibility and renewable energy potential that our country currently possesses and may possess in the future in its electricity system. The integration of renewable energy sources increases the need for flexibility in the system. This flexibility requirement can be met through methods such as increasing interconnection capacity among neighboring countries, demand-side participation, battery storage, pumped-storage hydroelectric power plants, hydrogen production with electrolyzers, the flexibility that electric vehicles can provide to the system, and highly flexible power plants.

However, studies on the establishment of larger-scale distributed generation power plants are more limited. In line with the "Twelfth Development Plan 2024-2028" published by the Presidency, the fundamental goal is to ensure a continuous, high-quality, sustainable, and secure energy supply. In particular, the importance of utilizing domestic renewable energy sources has emerged, based on the net-zero emission targets for 2053. Policies prioritizing localization in electricity production and energy technologies are clearly defined within the development plan. In this context, the need for initiatives that integrate renewable energy sources into our electricity grid using advanced technologies and strengthen our strategic position in energy trading is clearly evident.

The necessity and future of distributed generation systems are among the factors fundamentally changing the dynamics of the energy sector. The local-level utilization of renewable energy sources (RES), such as solar and wind, is one of the most significant advantages of distributed generation systems. It is predicted that in the future, a system will emerge where the majority of energy production is managed by consumers. Consequently, distributed generation systems are becoming a cornerstone not only of meeting current energy needs but also of creating a sustainable, equitable, and resilient energy supply.

The intermittent and variable nature of electricity generation from RES, coupled with the need for sudden, high ramp-ups and frequent starts, creates challenges for conventional generation units. The concept of variability is addressed differently at each stage of planning and operation. While net load changes do not play a significant role in long-term resource planning, the daily cycle is a crucial factor in day-ahead operational plans. Due to instantaneous changes in RES generation within a time interval that can be defined as very short, certain control systems are necessary. These include control systems for Low Voltage Drive (LVD), active and reactive power, voltage, and ramp-up rate. Modern grid codes have been expanded to mitigate the effects of increasing wind energy penetration. The DGS requirement, which necessitates wind generators remaining connected to the grid to cope with voltage drops, and the High Voltage Drive (HVD) requirement, to withstand severe overvoltage profiles, have been incorporated into the grid codes. These are control systems for active and reactive power, voltage, and ramp-up ratio. Modern grid codes have been expanded to mitigate the effects of increasing wind energy penetration. The DGS requirement, which necessitates wind generators remaining connected to the grid to cope with voltage drops, and the High Voltage Drive (HVD) requirement, to withstand severe overvoltage profiles, have been incorporated into the grid codes.

1. THEORETICAL BACKGROUND

In one study, the effects of high photovoltaic penetration in low-voltage distribution networks were investigated. Overvoltage and power losses occurring depending on consumers' own consumption rates were analyzed. Therefore, the effects of PV were clearly demonstrated. It was suggested that increasing consumption at PV connection points improve grid performance (Ahmed & Demirci, 2022). In another study, the effects of integrating solar power plants into medium-voltage grids were investigated through simulation. DIGSILENT Power Factory software was used in the analyses. The technical limitations of plant integration and its effects on

the grid were clearly revealed. The main factors were identified as voltage rise and the resulting power losses (Dilek et al., 2025).

Simulation of distributed photovoltaic generation systems was performed with DIgSILENT Power Factory software. System efficiency and grid interaction were examined under different scenarios. The results indicated that short-circuit currents in the grid increased (Hawas et al., 2022). There is a case study focusing on the Western Transmission Network in the Democratic Republic of Congo. The effects of integrating PV plants into the existing grid have been comprehensively evaluated. Line load rates, bus voltages, and grid losses have been examined in detail. The adaptation of the regional energy infrastructure to solar energy has been explained with technical data (Kiangbeni Lusimbakio et al., 2025).

Another study performed a static and dynamic analysis of photovoltaic penetration in medium-voltage distribution networks. The study examines the stability of the system and its responses under different loading conditions. Critical thresholds of solar energy intensity on grid safety have been determined (Maghami et al., 2023). Mnati investigated the effects of fault levels on grid-connected PV systems. Using DIgSILENT Power Factory, the behavior of the system under short-circuit and fault conditions was analyzed. The effect of fault currents on grid protection systems was evaluated. The negative effects created by PV systems were highlighted (Mnati et al., 2022).

Nousdilis investigated the effect of self-consumption ratio on voltage levels in low-voltage networks. The contribution of photovoltaic energy consumption habits to voltage regulation was numerically modeled. The importance of the balance between consumption and production for grid health is emphasized (Nousdilis et al., 2017). Stella conducts performance evaluations of solar power plants and interconnected distribution systems. The study measures the operational efficiency of the system using DIgSILENT software. Strategic solutions are offered for grid optimization and performance improvements (Stella et al., 2024).

2. METHODOLOGY

In this study, the electrical model of an industrial facility was developed using DIgSILENT PowerFactory software. During the modeling process, a single-line diagram was prepared in order to simplify the complex connection structure of the three-phase system and make it suitable for analysis. Figure 1 presents the comprehensive network topology and system architecture developed within the DIgSILENT PowerFactory environment. This diagram represents the design and modeling phase of the industrial facility before performing numerical load flow calculations.

In the single-line diagram, an external grid at the 34.5 kV medium-voltage level, a medium-voltage distribution line, 34.5/0.4 kV distribution transformers, 0.4 kV low-voltage busbars, distributed loads, and PV systems were represented. The external grid was defined in the model by using the “External Grid” element. This element represents the main supply source of the system and is connected to the HV busbar.

On the medium-voltage side, busbars such as HV, Terminal, Terminal(2), Terminal(3), Terminal(4), and Terminal(5) were used. On the low-voltage side, LV, Terminal(1), Terminal(6), Terminal(7), Terminal(8), and Terminal(9) busbars were created. With this structure, the industrial facility was modeled as a system feeding different low-voltage load areas through multiple distribution transformers.

Voltage levels, grid connection points, and basic operating conditions were defined in the model. In the analyses, both the base case in which the PV systems are out of service and the case in which the PV systems are connected were examined comparatively.

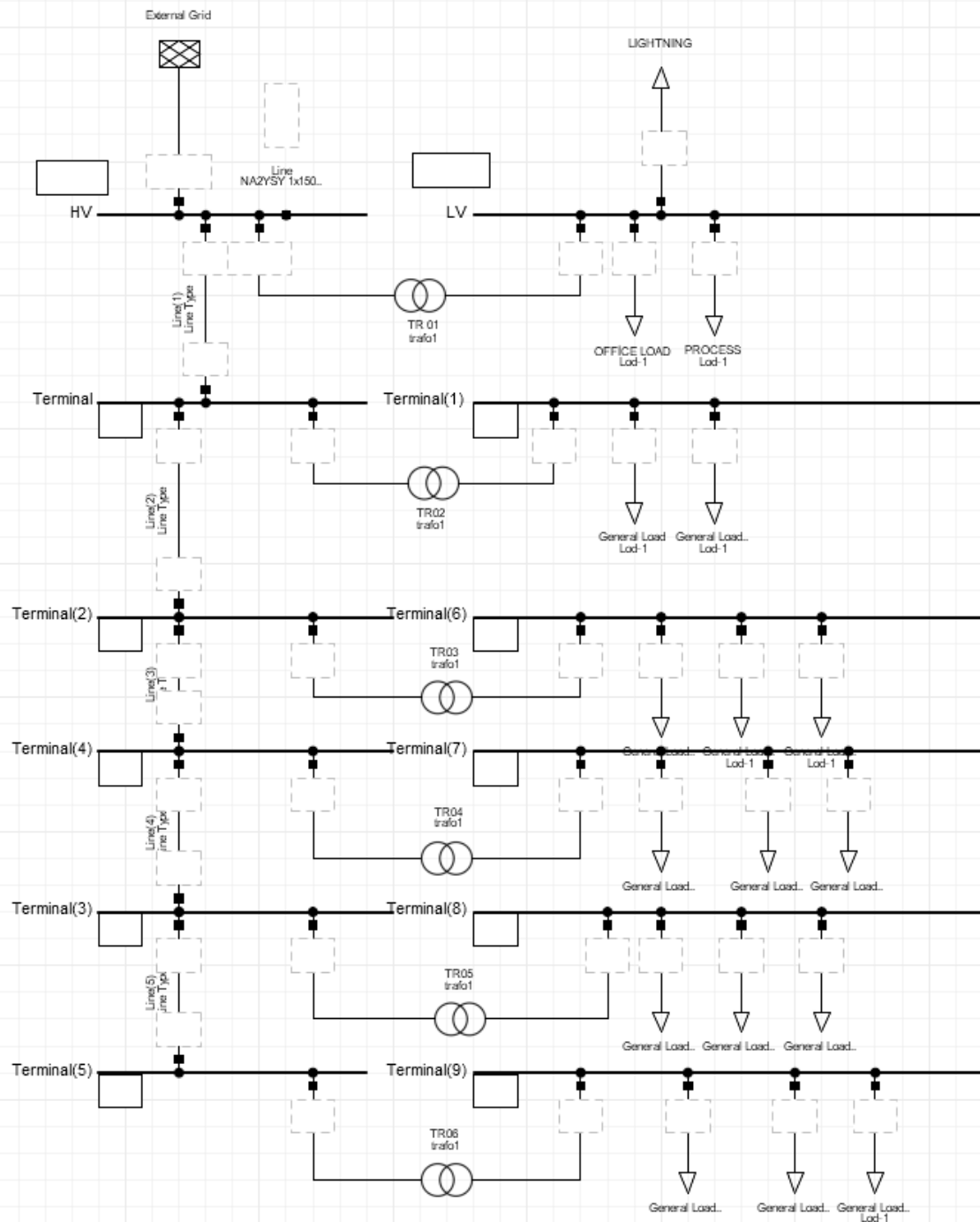


Figure 1. Single Line Diagram of the Industrial Distribution Network

In order to accurately represent the electrical behavior of the facility, the loads were defined by considering active power, reactive power, and power factor values. In the model, general loads distributed across different low-voltage busbars, as well as more specific load groups such as lighting, office load, and process load, were used. This approach was preferred to show that, in a real industrial facility, loads are not concentrated at a single point but are distributed across different production, auxiliary system, and service areas. The active powers of the loads were defined in MW and their reactive powers in MVar. Based on these values, system currents, voltage drops,

line loadings, transformer loadings, and power losses were calculated through load flow analysis. Since the power factor values of the loads affect the reactive power demand of the system, they were evaluated as an important parameter in the analyses. Some of the loads in the model were represented with a power factor of 0.980, while the lighting load, office load, and process load were represented with power factors of 0.900, 0.950, and 0.900, respectively. Thus, it was assumed that the system is not an ideal structure consuming only active power, but also has a reactive power demand consistent with the characteristics of an industrial facility.

The transfer of energy from the medium-voltage level to the low-voltage level in the industrial facility was provided by the distribution transformers TR01, TR02, TR03, TR04, TR05, and TR06 included in the model. These transformers were used as connection elements between the 34.5 kV medium-voltage busbars and the 0.4 kV low-voltage load busbars. Since transformers directly affect the power flow and short-circuit behavior of the system, they were not evaluated merely as ideal voltage-converting elements. Instead, their loading ratios and electrical parameters were taken into account. In the load flow analysis, the loading ratio of each transformer was examined separately and compared before and after PV integration.

Line/cable connections were included in the model for the transmission and distribution lines, and line loadings were examined through load flow analysis. The lines were not evaluated merely as connection elements, but as electrical components with impedance and current-carrying capacity. Thus, voltage drop, line loading, and power flow behavior were analyzed more realistically.

Two main operating scenarios were created within the scope of the study. The first scenario is the base operating condition in which the PV systems are out of service. In this scenario, it was assumed that all loads are supplied by the external grid. The second scenario is the renewable-energy-integrated condition in which the PV systems are connected. In this scenario, it was assumed that the PV systems generate power locally while connected to the low-voltage busbars. The same system topology and load structure were used for both scenarios; only the operating status of the PV systems was changed. Thus, the effects of PV integration on the system were made directly comparable. The selected comparison criteria were the active and reactive power drawn from the external grid, busbar voltages, line loadings, and transformer loadings.

3. RESULTS

Figure 2 illustrates the operational state of the industrial facility after executing the load flow simulation, but prior to the activation of the photovoltaic systems. This stage serves as the numerical benchmark for the entire project.

Figure 3 presents the final operational state of the industrial facility after the integration and activation of the photovoltaic (PV) systems. This scenario demonstrates the transition of the plant into a sustainable "prosumer" model.

After the PV systems were connected, a decrease was observed in the active power drawn from the external grid. In the base case, approximately 4.6 MW of active power and 1.1 MVar of reactive power were drawn from the external grid. After PV integration, these values decreased to approximately 3.7 MW of active power and 0.8 MVar of reactive power.

Connecting the PV systems significantly reduced the loading of especially the TR03, TR04, TR05, and TR06 transformers. While the TR06 transformer was overloaded in the base case with a loading of 111.3%, its loading decreased to 79.9% after PV integration. This result shows that distributed PV generation can reduce the power flowing through transformers by supplying local loads.

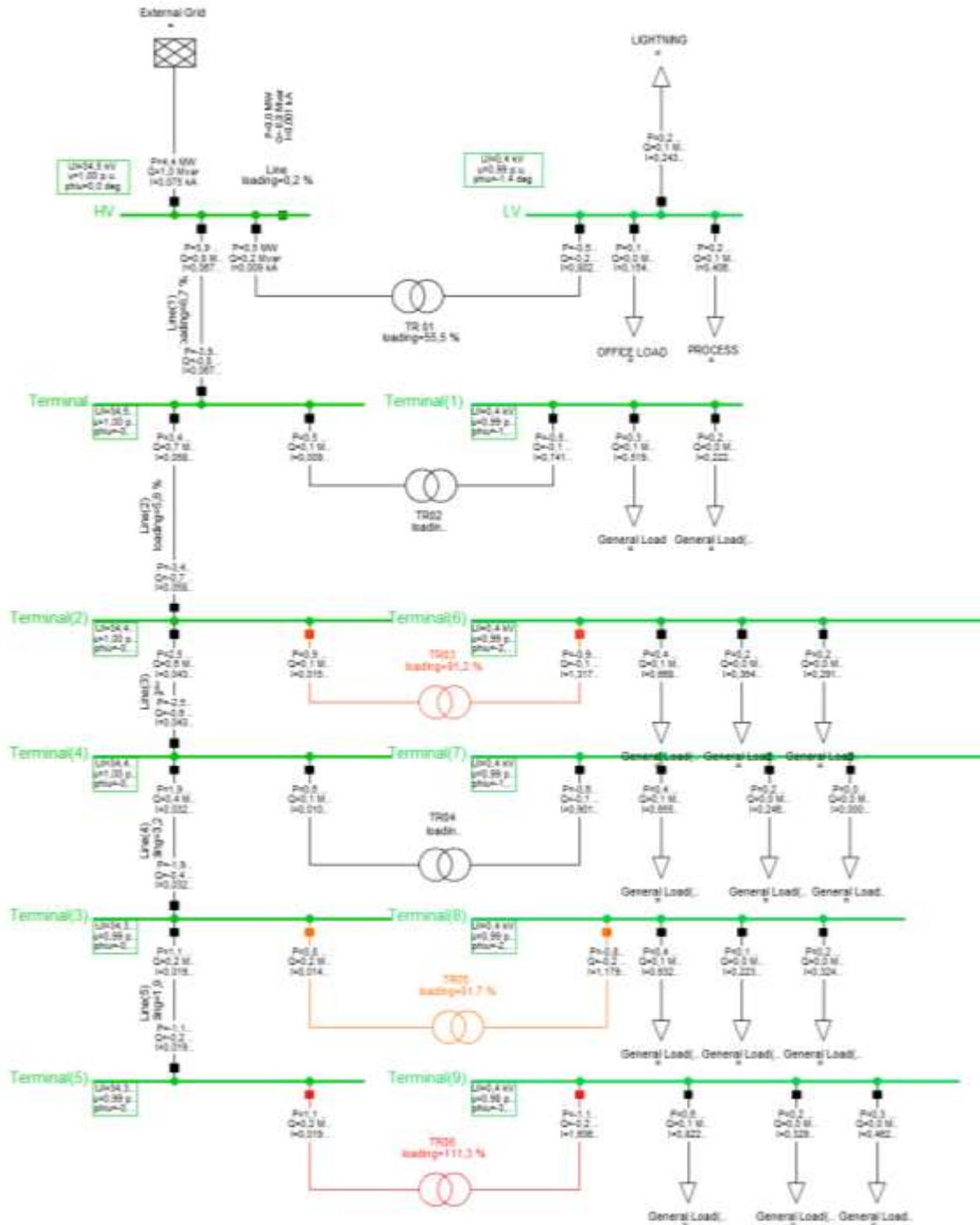


Figure 2. Numerical Simulation Results of the Grid-Only Scenario

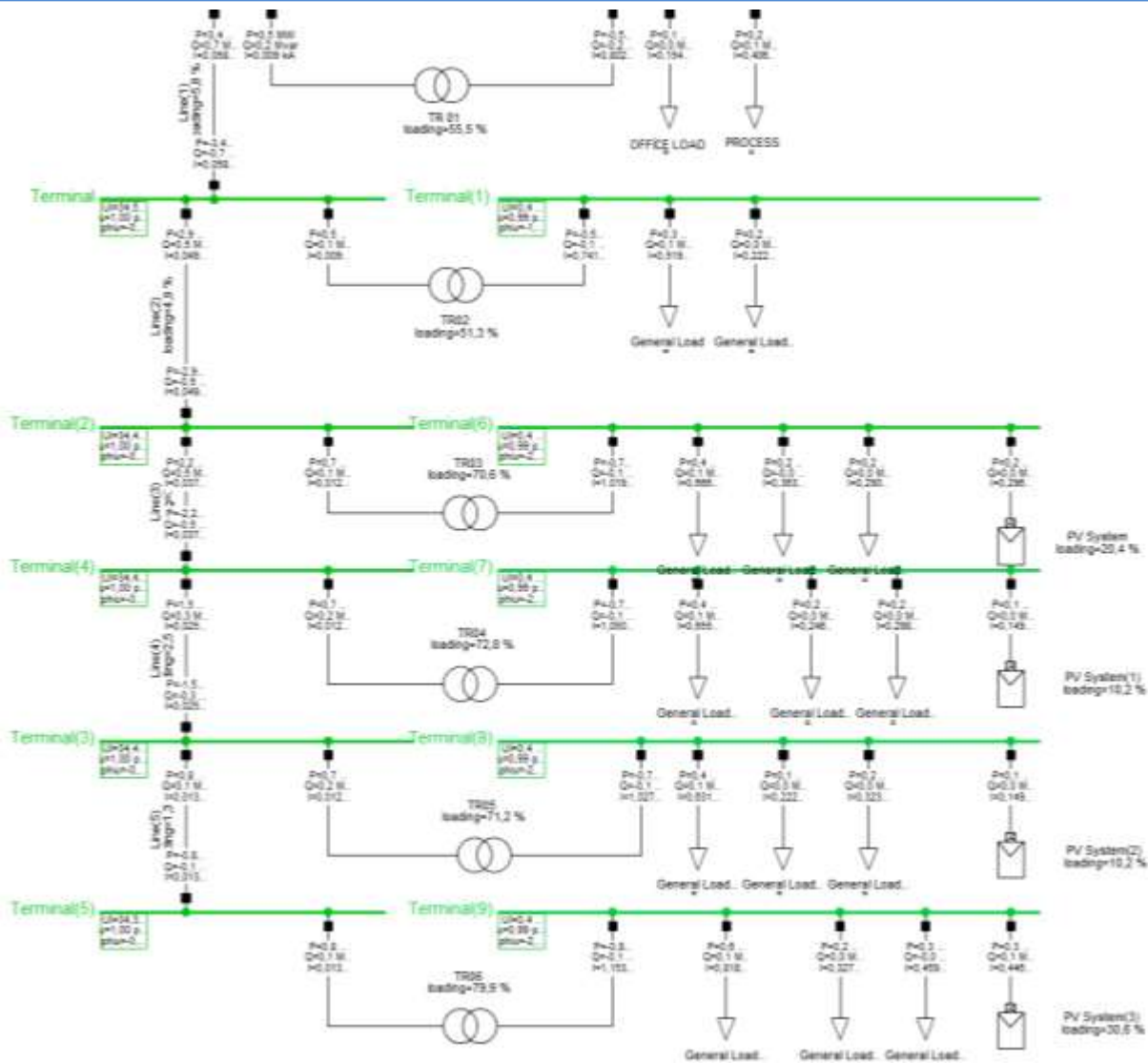


Figure 3. Load Flow Results with Active Photovoltaic Systems

After PV integration, a decrease in line loadings was also observed. This can be explained by the reduction in the power carried through the medium-voltage line, as the PV systems generate power at points close to the low-voltage regions where the loads are located.

According to the analysis results, after PV integration, the active power drawn from the external grid decreased from approximately 4.6 MW to 3.7 MW, the reactive power drawn decreased from approximately 1.1 MVar to 0.8 MVar, and a significant reduction in loading occurred especially in the TR03-TR06 transformers. Therefore, in this study, the effects of PV integration on the industrial facility distribution system will be evaluated in terms of both energy supply and system operating limits.

After PV integration, an improvement in the voltage profile was observed especially at some busbars on the low-voltage side. For example, the voltages at Terminal(7), Terminal(8), and Terminal(9) increased from approximately 0.987, 0.986, and 0.985 p.u., respectively, to approximately 0.990 p.u. This occurred as a result of the reduction in voltage drops across lines and transformers because the PV systems generate power at points close to the load centers.

4. CONCLUSION AND DISCUSSION

As a result of the load flow analyses performed in the model, it was observed that all busbar voltages remained above 0.95 p.u. both before and after PV integration. However, in the base case, the TR06 transformer exceeded its capacity limit with a loading of 111.3%, while after PV integration this value decreased to 79.9%. This shows that PV integration provides a positive effect not only in terms of energy generation but also in terms of the loading limits of system components. Voltage variations and power flow behavior at the low-voltage busbars evaluated as PCCs were examined in particular. When the PV systems were connected, the active power drawn from the grid decreased, voltage levels improved at some busbars, and transformer/line loadings decreased. Therefore, the technical suitability of the system for renewable energy integration was evaluated based on the load flow results.

REFERENCES

- Ahmed, E., & Demirci, A. (2022). Assessment of overvoltage and power losses in low voltage distribution networks with high photovoltaics penetration based on prosumers' self-consumption. 2022 International Congress on Human-Computer Interaction, Optimization and Robotic Applications (HORA), 1-4. <https://doi.org/10.1109/hora55278.2022.9800001>
- Dilek, M., Haydaroğlu, C., & Kılıç, H. (2025). Evaluation of Solar Power Plant Integration Effects on Medium Voltage Distribution Networks Using DIgSILENT Power Factory. Firat University Journal of Experimental and Computational Engineering. <https://doi.org/10.62520/fujece.1663319>
- Hawas, M., Hasan, I., & Mnati, M. (2022). Simulation and analysis of the distributed photovoltaic generation systems based on DIgSILENT power factory. Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science. <https://doi.org/10.11591/ijeecs.v28.i3.pp1227-1238>
- Kiangenebeni Lusimbakio, K., Boketsu Lokanga, T., Sedi Nzakuna, P., Paciello, V., Nzuru Nsekere, J.-P., & Tshimanga Tshipata, O. (2025). Evaluation of the Impact of Photovoltaic Solar Power Plant Integration into the Grid: A Case Study of the Western Transmission Network in the Democratic Republic of Congo. *Energies*, 18(3), 639. <https://doi.org/10.3390/en18030639>
- Maghami, M. R., Pasupuleti, J., & Ling, C. M. (2023). A Static and Dynamic Analysis of Photovoltaic Penetration into MV Distribution Network. *Processes*, 11(4), 1172. <https://doi.org/10.3390/pr11041172>
- Mnati, M., Hawas, M., & Al-Azzawi, W. (2022). Analyze the Impact of the Faults Levels on Grid-Connected Photovoltaic Systems using DIgSILENT Power Factory. 2022 Second International Conference on Advances in Electrical, Computing, Communication and Sustainable Technologies (ICAECT), 1-6. <https://doi.org/10.1109/icaect54875.2022.9807839>
- Nousdilis, A., Chrysochos, A., Papagiannis, G., & Christoforidis, G. (2017). The impact of Photovoltaic Self-Consumption Rate on voltage levels in LV distribution grids. 2017 11th IEEE International Conference on Compatibility, Power Electronics and Power Engineering (CPE-POWERENG), 650-655. <https://doi.org/10.1109/cpe.2017.7915249>
- Stella, M., Ditiro, S., & Japhet, S. (2024). Performance Evaluation of Distribution System Interconnected with Solar PV Plants Using DIgSILENT. *The International Journal of Science & Technoledge*. <https://doi.org/10.24940/theijst/2023/v11/i11/st2311-008>

OPTIMIZATION OF VERTICAL ILLUMINANCE AND GLARE RATINGS IN STADIUM LIGHTING: A CASE STUDY BASED ON FIFA STANDARDS IN DIALUX SOFTWARE

Gökay ESENTÜRK¹, Hüseyin Emirhan GENÇOĞLU², Bilal ŞEN³, Mustafa Eray OFLUOĞLU⁴, Assoc. Prof. Dr. Cihat Çağdaş UYDUR⁵

¹Trakya University, Faculty of Engineering, Department of Electrical and Electronics Engineering, gokayesenturkk@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0005-0985-7961>

²Trakya University, Faculty of Engineering, Department of Electrical and Electronics Engineering, huseyinefe148@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0009-4145-036X>

³Trakya University, Faculty of Engineering, Department of Electrical and Electronics Engineering, bilalsenn01@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0007-5981-0285>

⁴Trakya University, Faculty of Engineering, Department of Electrical and Electronics Engineering, erayofluoglu@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0004-7773-822X>

⁵Trakya University, Technical Sciences Vocational School, Department of Electric and Energy, ccagdasuydur@trakya.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-0908-2722>

Abstract

This study covers the lighting design of a professional football stadium in accordance with FIFA and UEFA standards, and the optimization processes carried out using DIALux evo software. The main objective of the design is to provide high vertical lighting quality supporting 4K and 8K UHD broadcasting standards and to maintain player comfort. In the study, the playing field and grandstand geometry, measuring 105x68 meters, were modeled in three dimensions; light distribution was analyzed using an asymmetric pole system and high-efficiency LED floodlights. During the design process, a standard football field and grandstand geometry measuring 105x68 meters were modeled in three dimensions using DIALux evo software. Schröder ECOBLAST 6 LED floodlights with high light efficiency (127 lm/W) and a color rendering index (CRI 90) suitable for UHD broadcasting standards were chosen as the lighting fixtures. Thanks to the asymmetric pole system placed at the four corners of the field and narrow-angle optical lenses, glare (GR < 50) was kept under control and the light was focused only on the playing field. According to simulation results, an average vertical illumination value of 2112 lux and a high homogeneity level of 0.72 were achieved on the field. Glare (GR) was kept under control, remaining below the limit values set by FIFA, and the viewing comfort of the athletes was optimized. Thanks to the use of narrow-angle asymmetric optics, light spill outside the stadium was minimized, ensuring environmental sustainability. In conclusion, the technical capability of the developed system has been proven, and the accuracy of the design parameters for high-quality broadcasting and a safe sporting environment has been confirmed.

Keywords: Stadium Lighting, DIALux, FIFA Standards, UEFA Standards, LED floodlights.

INTRODUCTION

The changing needs for architectural and functional development of sports venues, has transformed a basic need for illumination (visibility) in stadiums, to a complex photometric engineering challenge. Today's modern stadiums are not just places where athletes compete, they are also social gathering spaces for tens of thousands of fans and large scale broadcasting studios for high definition television. Therefore, the overall performance of a venue can be evaluated based upon its ability to balance several competing factors including; visual comfort, broadcasting requirements, environmental considerations, and fan psychology.

Within the scope of this study, a stadium lighting project fully compliant with international standards is developed using Dialux evo software in light of the technical, academic, and social parameters mentioned above. Details of a holistic system are presented, focusing on athlete and spectator comfort, supporting 4K broadcast standards, contributing indirectly to spectator safety, and keeping light spill to the environment at a minimum.

1. THEORETICAL BACKGROUND

Horizontal (E_h) and vertical (E_v) illumination measurements are used as an engineering standard in the design of sports lighting. Horizontal illumination will determine how clearly the players can see the playing field while vertical illumination determines how well spectators and camera operators can visually identify the player's figure, expression and three dimensional movements of the ball. For high resolution broadcasting requirements, such as 4K and 8K resolutions, there is a requirement for both high levels of vertical illumination intensity and color quality ($CRI > 90$, $TLCI > 85$). These requirements will allow cameras to produce clean, noise free imagery at higher frame rates than low resolution broadcasts; super slow motion being an example (Orejón-Sánchez et al., 2020; Yu et al. 2025). The technical aspects of a sports facility's lighting design are controlled through both the European Standard, EN 12193, and International Federation of Association Football (FIFA)/Union of European Football Associations (UEFA) classification system for stadiums (Category Class I, II, III). The standards control not just how much illumination is produced at different areas on the playing surface but also the uniformity of that illumination throughout the playing area (uniformities of U_1 , U_2), and glare limits (Glare Rating- GR). If uniformity fails in a professional sporting environment then "dark" areas will appear in broadcasts and the depth perception of the participating athletes will be diminished (Amir et al., 2022). Because high power projectors may need to be used to provide enough light to achieve sufficient uniformity while attempting to avoid excessive glare that can impair an athlete's vision; maintaining a low glare rating ($GR < 50$) is considered to be the most important aspect related to athlete vision, and digital simulation tools are employed to determine when this balance has been achieved (Mangkuto et al., 2018).

The position for the cameras, and angle of broadcast must also be considered in conjunction with the lighting design instead of being an additional media requirement. The FIFA has stated that "for achieving a good vertical illuminance with a suitable modeling and uniformity," the installation height and angles of luminaires should be optimized (FIFA, n.d.). In this regard, all three cameras (main camera, behind the goal camera, and side camera) will determine where the vertical illuminance grid should be placed and therefore determined based on the images they create through the light that reflects off players, officials, and the ball from the vertical surfaces. A second important camera related parameter is flicker performance. Sports broadcasters (especially when they are using a lot of slow motion) notice tiny variations in an LED's brightness as it creates visible "banding" or brightness "pulsation". Flicker factors and pitch illuminance tests are therefore included in UEFA's stadium lighting guidelines (UEFA, 2023) as well as other requirements that need to be satisfied by a lighting system (e.g., average Lux levels, uniformity). Glare is one of the main obstacles (constraints) in designing a stadium lighting system, since an increase in the light intensity from a projector will provide a better image on a television or camera, but at the cost of increasing glare for the athletes, referee, spectators and camera operator. This conflicting design issue is noted in the televised sports event guidelines as "low" aiming angles can help reduce glare but may have to be raised to improve modeling (ILP, 2018). The balance between glare and vertical illumination was achieved

in this study through adjusting the tilt angle of the luminaires, use of asymmetric optics and evaluating both the glare rating and vertical illumination values.

The impact of lighting is not limited to the pitch boundaries; the ecosystem surrounding the facility and the human psychology within it are also evaluated as part of the design. Current research indicates that lighting is a determinant of spectator behavior and that the tension in the stands can be reduced, thereby lowering the tendency for violence, through the implementation of dynamic lighting strategies (Amorim et al. 2016). On the other hand, the prevention of uncontrolled light spilling outside the facility is considered vital for preserving the quality of life in surrounding residential areas and preventing sky glow (Kim & Kim, 2021). Thanks to the sharp cut-off characteristics of modern LED luminaires, which focus light only on the target area, environmental pollution is minimized without compromising lighting quality (Georgiev et al., 2024).

2. METHODOLOGY

The DIALux evo Lighting Simulation Software was selected for both the Design Phase and Analysis Phase of this Study as it is capable of simulating Light Behavior in a Realistic Manner on the Pitch. We were looking to achieve Lux Values (as per FIFA / UEFA) while at the same time optimizing for both Broadcasting Quality and Player Comfort. Consequently, our design process followed these Four Main Steps: 3D Modeling of the Pitch, Selection of Luminaires, Creation of Calculation Surfaces and Aiming Optimization.

In the first phase of the project, a working space was established with the dimensions of a normal football field (105m x 68m) as this would allow for analysis of the amount of light spilling onto areas surrounding the playing area and also provide analysis of possible shadows generated by seating areas in the grandstands (Kim & Kim, 2021). As the grandstand and roof geometries were part of the total stadium layout, these were modeled as well. The decision was made to utilize an asymmetric mast layout at the four corners of the playing surface. This method is used in the literature to avoid direct light on cameras and for player comfort. The heights of each mast were calculated so that sufficient illumination can be obtained on the most distant object from each position. Three-dimensional DIALux evo model of the professional football stadium lighting system is given in Figure 1.

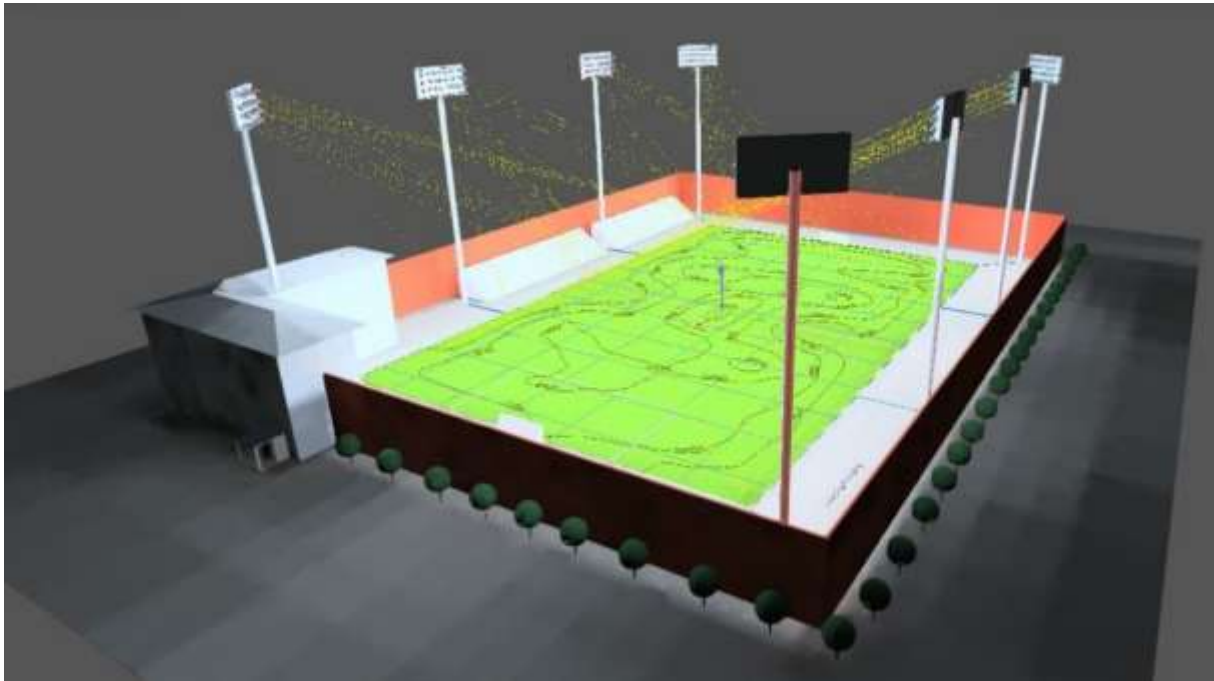


Figure 1. Three-dimensional DIALux evo model of the professional football stadium lighting system with asymmetrical mast configuration and illuminance distribution analysis.

The Schreder EcoBlast 6 LED Flood Light was chosen for use as the main source of illumination for the stadium's lighting system because of its high lumen/ watt efficiency and ability to create defined optical patterns that can be used in conjunction with High Definition Television (HDTV), Ultra-High-Definition Television (UHDTV) and other forms of broadcast technology. The lamp provides a luminous flux of about 185425 lumens at a luminous efficacy rate of 127 lumens/watt. In addition, the lamp features a correlated color temperature of 5700 K, a color rendering index (CRI) rating of 90, making it very well-suited for 4K or 8K broadcast quality. Finally, one of the key reasons for choosing this particular fixture was that it utilized an asymmetrical "narrow beam" optical pattern. This creates far greater optical control compared to traditional "wide angle" fixtures. As a result of the asymmetric nature of the fixture design, it produces less glare and eliminates unwanted light from spilling over into adjacent areas beyond the confines of the stadium (Georgiev et al., 2024).

To determine if the design met standard requirements, evaluation surfaces were developed at specific locations within the pitch. The calculations were performed using two parameters: Evaluations of Horizontal Illumination (E_h): A close-spaced grid was generated, e.g., a 2 x 2 meter area, in order to replicate the player's view of the playing surface. Lux levels that were measured at each point were then utilized to evaluate the surface as a whole. These measurements helped to assess both the overall lighting consistency (the U1 and U2 ratio) on the surface. Vertical Illumination (E_v): For Vertical Illumination, which is crucial for television broadcasting, measurement devices (sensors) were placed 1.5 meters above grade. Each of the primary viewing angles of the main stand camera, the behind-the-goal camera(s), and the sixteen meter offside camera(s) were entered into the software to replicate the views of the player's face and the three dimensional motion of the ball viewed by each camera.

The longest and most iterative phase of the design process was the focusing of the floodlight beams onto the pitch. Each individual LED light fixture that is mounted at the top of each mast had a focus point for X & Y coordinates so as to have no areas of darkness remaining on the field. As each luminaire was being adjusted in its directionality, the Glare Rating ($GR < 50$), which is required per FIFA, was continually assessed during this adjustment (Mangkuto et al., 2018). When a Glare Rating of greater than 50 existed in an area, the angle of elevation of the floodlights was decreased until it met or exceeded the required limits, then the final control for optimizing was made using sharp cut-off lenses to direct the beam (Georgiev et al., 2024).

3. RESULTS

The results from the simulated data in DIALux evo show that the suggested lighting scheme has an excellent illumination in both vertically and horizontally. The total vertical illuminance is very high (average value = 2112 lx). Also, the horizontal illumination is well-distributed. The lowest illuminance value found was 1524 lx and the highest illuminance found was 3054 lx. A good homogeneity of illumination can be concluded since the calculated lighting uniformity ratio is 0.72 which is a very good result for the lighting uniformity required in professional football broadcasting. The output of the DIALux calculation object and the output of the DIALux calculation surface confirm that the optimal setting of the luminaires during the aiming process leads to a significant improvement in terms of the light distribution. In the early stages of the aiming process some of the luminaires had their beam direction adjusted towards the same target region. This led to localized hot spot conditions with excessive illuminance values. Glare and aiming issues related to luminaires have been previously discussed in literature (Mangkuto et al., 2018). By redistributing the luminaires' tilt angle and beam direction across different parts of the target region of the pitch, it was possible to minimize unwanted light spill into other environments surrounding the stadium. Asymmetrical narrow-beam optics used in these luminaires also help reduce glare effects. These finding are similar to those presented in previous research in literature. The high Color Rendering Index (CRI) of the selected LED floodlight will allow better identification of players and images captured during broadcasts through ultra-high definition television (UHD TV) systems.

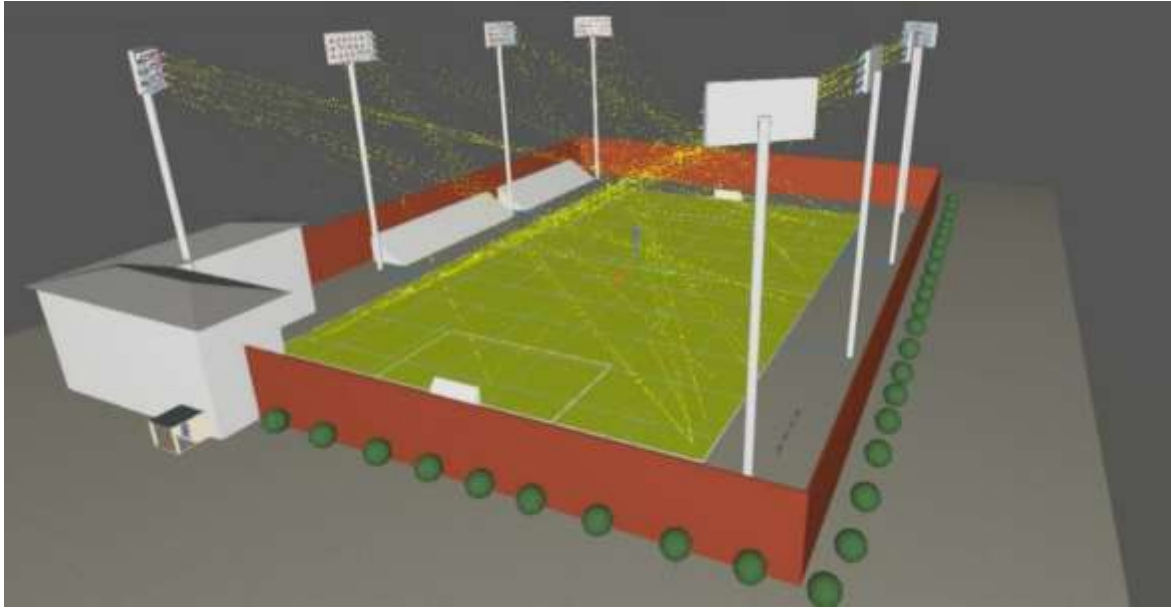


Figure 2. Optimized floodlight aiming configuration and light beam distribution for glare reduction and uniform stadium illumination.

A performance analysis of the XLPE type conductors used in the network was performed. Active power losses were minimized throughout the system, and total reactive losses remained at the level of 0.2 Mvar. The highest load rate in the cables was observed in the CBL_PROD line with 30.1%. It was determined that the existing cable cross-sections operate in the safe region in terms of thermal capacity. Busbar voltage values is given in Figure 3.

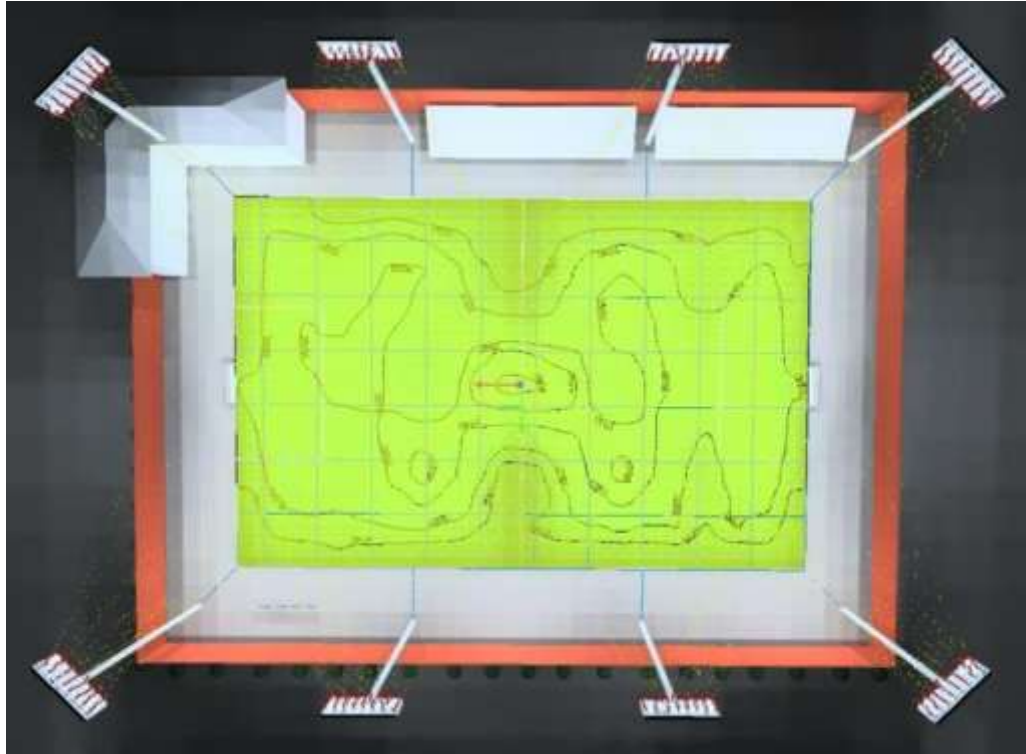


Figure 3. Top-view illuminance contour map of the football pitch obtained from DIALux evo simulation under optimized LED floodlighting conditions.

4. CONCLUSION AND DISCUSSION

The changing needs for architectural and functional development of sports venues, has transformed a basic need for illumination (visibility) in stadiums, to a complex photometric engineering challenge. Today's modern stadiums are not just places where athletes compete, they are also social gathering spaces for tens of thousands of fans and large scale broadcasting studios for high definition television. Therefore, the overall performance of a venue can be evaluated based upon its ability to balance several competing factors including; visual comfort, broadcasting requirements, environmental considerations, and fan psychology.

Within the scope of this study, a stadium lighting project fully compliant with international standards is developed using Dialux evo software in light of the technical, academic, and social parameters mentioned above. Details of a holistic system are presented, focusing on athlete and spectator comfort, supporting 4K broadcast standards, contributing indirectly to spectator safety, and keeping light spill to the environment at a minimum.

The voltage values throughout the network follow an extremely stable course within operational limits. The 154 The system created within this project utilized DIALUX Evo to provide a Professional Football Stadium Lighting System in compliance with FIFA/UEFA guidelines. The objective was to create a system that could provide high-quality vertical illumination, a well-balanced light distribution pattern, reduced glare, and be compatible for broadcasting at a professional sports venue level. Results from the final DIALUX calculations showed an average vertical illuminance of 2112lx, a min. vertical illuminance (min.) of 1524lx, and a max. vertical illuminance (max.) of 3054lx. Additionally, the calculated uniformity ratio was 0.72; thus, there is excellent homogeneity throughout the playing surface's overall illuminance distribution.

The characteristics of the Schröder ECOBLAST 6 LED floodlight which include the high luminous efficacy, the strong optical control, the low glare, and the reduced light spill out side the stadium area, have been reported as being present in current research on LED stadium lighting. In addition to these benefits, the outputs from the DIALux calculations and the analysis of the illuminance levels demonstrated that optimizing aiming and placement of the luminaires will produce better lighting performance and improved visual comfort. Optimization of aiming strategies and glare reduction is a major component in establishing a stable UHD sports broadcast performance per FIFA and UEFA's stadium lighting guidelines.

REFERENCES

- Amir, N., , S., Muhammad, M., & Maulana, R. (2022). An analysis of lighting design in a football stadium. E3S Web of Conferences. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202233906008>
- Amorim, R., Molina-Moreno, V., & Peña-García, A. (2016). Proposal for Sustainable Dynamic Lighting in Sport Facilities to Decrease Violence among Spectators. Sustainability, 8(12), 1298. <https://doi.org/10.3390/su8121298>
- FIFA. (n.d.). Football Stadiums Guidelines: Technical Systems and Services. Fédération Internationale de Football Association (Avaliable at: <https://publications.fifa.com/fr/football-stadiums-guidelines/technical-guideline/stadium-guidelines/technical-systems-and-services/>)
- Georgiev, K., Pavlov, D., & Boychev, B. (2024). Reconstruction of Sports Lighting of Football Stadium. 2024 Ninth Junior Conference on Lighting (Lighting), 1-4. <https://doi.org/10.1109/lighting62260.2024.10590693>
- ILP. (2018). Guidance for lighting of televised sporting events. Institution of Lighting Professionals (Avaliable at: <https://theilp.org.uk/resource/gn02-ilp-guidance-note-2-guidance-for-lighting-of-televised-sporting-events-2018-pdf.html>)
- Kim, K.-H., & Kim, G. (2021). Using Simulation-Based Modeling to Evaluate Light Trespass in the Design Stage of Sports Facilities. Sustainability, 13(9), 4725. <https://doi.org/10.3390/su13094725>
- Mangkuto, R., Rachman, A., Aulia, A., Asri, A., & Rohmah, M. (2018). Assessment of pitch floodlighting and glare condition in the Main Stadium of Gelora Bung Karno, Indonesia. Measurement, 117, 186-199. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2017.12.016>
- Orejón-Sánchez, R. D., Hermoso-Orzáez, M. J., & Gago-Calderón, A. (2020). LED Lighting Installations in Professional Stadiums: Energy Efficiency, Visual Comfort, and Requirements of 4K TV Broadcast. Sustainability, 12(18), 7684. <https://doi.org/10.3390/su12187684>
- UEFA. (2023). UEFA Stadium Lighting Guide 2023. Union of European Football Associations (Avaliable at: <https://documents.uefa.com/r/UEFA-Stadium-Lighting-Guide-2023-2023-Online>)
- Yu, Y., Wang, C., Cui, Z., & Rao, S. (2025). Investigation of the Ratio of the Average Vertical Illuminance on Visual Comfort in Lighting Optimization Design of the Indoor Stadium. LEUKOS, 21(4), 423–442. <https://doi.org/10.1080/15502724.2024.2440497>

TÜRKİYE EKONOMİSİNDE ENFLASYON KALICI MI?**Marmara Üniversitesi, İktisat Fakültesi, İktisat Bölümü, İstanbul****ORCID: 0000-0001-6039-2155****Prof. Dr. Burak GÜRİŞ****İstanbul Üniversitesi, İktisat Fakültesi, Ekonometri Bölümü, İstanbul****ORCID: 0000-0003-0562-4130****Arş. Gör. Buğra POLAT****İstanbul Üniversitesi, İktisat Fakültesi, Ekonometri Bölümü, İstanbul****ORCID: 0000-0003-4216-2633****Özet**

Bu çalışmada Türkiye’de enflasyon kalıcılığı TÜFE ve 12 ana harcama grubu dikkate alınarak aylık veriler aracılığıyla incelenmektedir. 2006-M01–2025-M12 dönemini kapsayan çalışmada enflasyon dinamiklerini incelemek için doğrusal olmayan yapıyla beraber heteroskedasiteden kaynaklanabilecek boyut bozulmalarını dikkate alan wild bootstrap yöntemi kullanılmaktadır. Bu çerçevede çalışma enflasyonun genel fiyat düzeyinin yanı sıra harcama grupları özelinde de değerlendirilmesine imkan sağlamaktadır. Elde edilen bulgular hem enflasyon hem de alt harcama gruplarına ilişkin seriler için birim kök hipotezinin reddedilemediğini göstermektedir. Bu sonuç Türkiye’de enflasyonda meydana gelen şokların kalıcı bir nitelik taşıdığını ve fiyat dinamiklerinin yapısal unsurlarla ilişkili olabileceğini göstermektedir. Dolayısıyla elde edilen sonuçlar, enflasyonla mücadelede kısa vadeli politika uygulamalarının yanında enflasyon kalıcılığıyla ilişkili olabilecek unsurların da dikkate alınması gerektiğine işaret etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Doğrusal olmayan birim kök, enflasyon kalıcılığı, bootstrap

IS INFLATION PERSISTENT IN THE TURKISH ECONOMY?**Assoc. Prof. Dr. Yaşar Serhat YAŞGÜL****ORCID: 0000-0001-6039-2155****yserhat@marmara.edu.tr****Marmara University / Faculty of Economics, Department of Econometrics, Istanbul, Türkiye****Prof. Dr. Burak GÜRİŞ****ORCID: 0000-0003-0562-4130****bguris@istanbul.edu.tr****Istanbul University / Faculty of Economics, Department of Econometrics, Istanbul, Türkiye****Res. Assist. Buğra POLAT****ORCID: 0000-0003-4216-2633****bugra.polat@istanbul.edu.tr****Istanbul University / Faculty of Economics, Department of Econometrics, Istanbul, Türkiye****Abstract**

This study examines inflation persistence in Türkiye using monthly data by considering the Consumer Price Index and 12 main expenditure groups. In the study, which covers the period 2006-M01–2025-M12, the wild bootstrap method is used to examine inflation dynamics by taking into account both nonlinear structure and possible size distortions arising from heteroskedasticity. In this framework, the study allows inflation to be evaluated not only at the general price level but also specifically across expenditure groups. The findings show that the unit root hypothesis cannot be rejected for both inflation and the series related to the sub-expenditure groups. This result indicates that shocks to inflation in Türkiye have a persistent nature and that price Dynamics may be associated with structural factors. Therefore, the findings suggest that, in the fight against inflation, short-term policy practices as well as factors that may be related to inflation persistence should be taken into account.

Keywords: Nonlinear unit root, inflation persistence, bootstrap.

1. GİRİŞ

Türkiye ekonomisinde enflasyon olgusu 1970’li yıllardan günümüze kadar gelen ve hâlen güncelliğini koruyan önemli makroekonomik sorunlardan biri olarak değerlendirilmektedir. Enflasyonun kalıcılığı para politikasının başarısını anlamak açısından oldukça önemli bir göstergedir. Çünkü enflasyona gelen bir şok kısa sürede etkisini kaybediyorsa fiyatlar genel düzeyi görece hızlı biçimde eski denge durumuna yaklaşabilir. Ancak kalıcılığın yüksek olduğu bir ekonomide aynı sonucu elde etmek bu kadar kolay değildir. Bu çerçevede enflasyon kalıcılığı uygulanacak iktisat politikalarının maliyetini ve etkinliğini doğrudan etkilemesi nedeniyle politika yapıcılar açısından kritik bir öneme sahiptir.

Literatürdeki pek çok çalışma enflasyon kalıcılığının para politikası rejimiyle yakından ilişkili olduğunu göstermektedir. Bratsiotis, Madsen ve Martin (2015), enflasyon hedeflemesini takip eden yedi ülkeyi inceledikleri çalışmalarında hedefleme rejiminin ardından enflasyonun kalıcılığının belirgin biçimde azaldığını ortaya koymaktadır. Benzer sonuçlar Chiquiar, Noriega ve Ramos-Francia (2010) tarafından Meksika için ele alınan çalışmada elde edilmiştir. Yazarlar, 1995–2006 dönemini ele aldıkları çalışmalarında enflasyon sürecinin 2000 sonu/2001 başı civarında durağan olmayan yapıdan durağan bir yapıya geçtiğini belirtmektedir. Bu sonuçlar, güvenilirliği yüksek bir para politikası çerçevesinin şokların etkisini sınırlayabileceğine işaret etmektedir. Diğer yandan literatürde çeşitli sonuçların elde edildiği çalışmalar bulunmaktadır. Siklos (2008), 29 ülkeyi kapsayan karşılaştırmalı analizinde enflasyon hedeflemesinin gelişmiş ekonomilerde enflasyonun kalıcılığını belirgin biçimde düşürdüğünü, gelişmekte olan ekonomilerde ise sonucun daha karmaşık olduğunu ifade etmektedir. Darvas ve Varga (2014) da 12 Orta ve Doğu Avrupa ülkesi için zamanla değişen katsayılı modeller kullanmış olup enflasyonun kalıcılığının birçok ülkede zamanla azaldığını bulmuştur. Yüksek enflasyon dönemlerinde bu kalıcılığın yeniden güçlenebildiği görülmekle birlikte gelişmekte olan ekonomiler için önem ifade etmektedir. Tolepbergen (2024) Kazakistan ekonomisi için 2001–2021 dönemini incelediği çalışmada kalıcılığın rejim değişimleriyle birlikte farklılaştığını ve bunun bileşenler bazında da geçerli olduğu sonucuna ulaşmıştır. Bulgular enflasyon dinamiklerinin tüm dönem için geçerli olduğu varsayılan doğrusal bir yapıdan ziyade dönemsel kırılmalar ve rejim değişikliklerinin modele dâhil edilmesi gerekliliğini göstermektedir. Doğrusal olmayan yöntemlerin kullanıldığı çalışmalar da bu durum incelenmektedir. Yüksek enflasyon dönemlerinde enflasyonun davranışı ortalama olarak gözlenen yapıdan farklılaşabilmektedir. Gaglianone, Guillén ve Figueiredo (2018), Brezilya için 1995:01–2017:05 dönemini kantil birim kök yaklaşımıyla incelemiş ve enflasyonun genel olarak durağan görünmesine karşın üst kantillerde kalıcılığın arttığını göstermiştir. Si ve Li (2018) ise yedi Doğu Avrupa ülkesi için Fourier kantil birim kök testi uygulamış ve kalıcılığın hem ülkelere hem de kantillere göre farklılaştığını göstermiştir. Bolat, Tiwari ve Kyophilavong (2017) da MENA ülkelerinde enflasyon dinamiklerinin asimetrik özellikler taşıdığını ve doğrusal modellerin bu yapıyı yakalamakta yetersiz kalabileceğini belirtmektedir. Yıldırım, Özdemir ve Doğan (2013), OECD ülkelerinde enerji fiyat enflasyonunun kalıcılığının ülkeler arasında farklılaştığını göstermektedir. Bulgulara göre bazı ülkelerde enerji fiyatlarındaki şoklar daha uzun süre etkili olmaktadır bazı ülkeler için ortalamaya dönüş daha hızlı gerçekleşmektedir. Coleman (2010) ise CFA bölgesinde gıda ve gıda dışı enflasyonu incelemiş ve hem ülke hem de alt bileşen bazında farklı kalıcılık yapıları tespit etmiştir. Böylece enflasyonun yalnızca TÜFE üzerinden değil, alt harcama grupları itibarıyla da değerlendirilmesi daha etkili bir yaklaşım sunacaktır. Türkiye açısından Rejim değişimleri, şokların büyüklüğü, enflasyonun hangi bileşenden kaynaklandığı ve oynaklık yapısı bu süreçte birlikte rol oynayabilir. Dolayısıyla Türkiye’de enflasyon kalıcılığını incelerken TÜFE’nin yanında alt harcama gruplarını da dikkate alan bir çerçevede değerlendirilmesi gerekmektedir.

Bu çalışma, söz konusu çerçeveden hareketle Türkiye’de manşet TÜFE ve 12 alt harcama grubunun 2006-M01–2025-M12 dönemindeki kalıcılık yapısını incelemektedir. Analizde kullanılan birim kök testi doğrusal olmayan yapı ile birlikte değişen varyansa karşı wild bootstrap yaklaşımı uygulamaktadır. Çalışmanın izleyen bölümlerinde önce veri seti ve yöntem açıklanmaktadır devamında ampirik bulgular sunulmakta ve son bölümde elde edilen sonuçlar değerlendirilmektedir.

2. Veri ve Yöntem

Çalışmanın ampirik analizinde Türkiye’de enflasyon kalıcılığı TÜFE’nin yanı sıra 12 ana harcama grubu için aylık verilerle incelenmektedir. Kullanılan veri seti IMF CPI veri tabanından derlenmiş ve endeks serileri 2005-M01 ile 2025-M12 dönemini kapsayacak şekilde oluşturulmuştur. Analizde doğrudan endeks değerleri yerine bu serilerin aylık frekansta yıllık enflasyon oranına dönüştürülmüş halleri kullanılmaktadır. Bu kapsamda enflasyon oranı

$$\pi_t = \left(\frac{CPI_t - CPI_{t-12}}{CPI_{t-12}} \right) \times 100 \quad (1)$$

olarak hesaplanmakla beraber π_t , ilgili ay için yıllık enflasyon oranını; CPI_t ise aynı aya ait tüketici fiyat endeksi değerini ifade etmektedir. Analiz kapsamında değerlendirilen seriler tüm ürünleri kapsayan seri ile 12 ana harcama grubundan oluşmaktadır. Bu gruplar sırasıyla gıda, alkollü içecekler ve tütün, giyim ve ayakkabı, konut, ev eşyası, sağlık, ulaştırma, haberleşme, eğlence ve kültür, eğitim, lokanta ve oteller ile çeşitli mal ve hizmetlerdir. Enflasyon kalıcılığını incelemek amacıyla ele alınan seriler için doğrusal olmayan ayarlama dinamiklerini dikkate alan ESTAR birim kök testi uygulanmaktadır.

Tablo 1. Tanımlayıcı İstatistikler

Değişken	Ortalama	Std. Sapma	Medyan	JB
<i>Haberleşme</i>	9,052	13,75995	3,590297	229,8989
<i>Alkollü içecekler, tütün</i>	21,177	20,89325	16,04799	67,69032
<i>Giyim ve ayakkabı</i>	10,376	10,90224	6,965871	250,5566
<i>Mobilya, ev aletleri ve ev bakımı</i>	18,817	21,27937	9,26641	191,09
<i>Eğitim</i>	19,736	26,25682	8,353986	320,7652
<i>Sağlık</i>	17,175	21,92166	9,349174	155,0105
<i>Tüm Ürünler</i>	19,300	19,76831	10,21442	191,1931
<i>Eğlence ve kültür</i>	14,809	17,22658	8,210093	133,0242
<i>Gıda ve alkolsüz içecekler</i>	21,938	22,36444	12,51876	218,1393
<i>Lokanta ve oteller</i>	23,337	24,22646	13,06453	185,4796
<i>Konut, su, elektrik, gaz ve diğer yakıtlar</i>	20,584	22,64325	11,4636	227,1441
<i>Çeşitli mal ve hizmetler</i>	20,687	17,53377	13,13859	98,80143
<i>Ulaştırma</i>	19,710	25,11211	11,13359	599,8199

Çalışmada enflasyon kalıcılığının belirlenmesi için Maki (2015) yaklaşımına dayanan doğrusal olmayan birim kök testi kullanılmaktadır. KSS 2003' den hareketle Taylor açılımı kullanılarak ESTAR tipi model çerçevesinde ele alınan regresyon modeli aşağıdaki gibidir:

$$\Delta y_t = \delta y_{t-1}^3 + \sum_{j=1}^p \phi_j \Delta y_{t-j} + v_t \quad (2)$$

Burada ρ gecikme uzunluğunu göstermekteyken, birim kök temel hipotezinin $H_0: \delta = 0$ doğrusal olmayan durağanlık alternatifine $H_1: \delta < 0$ karşı sınanmasına imkan sağlayan test istatistiği aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır:

$$t_{KSS} = \frac{\hat{\delta}}{se(\hat{\delta})} \quad (3)$$

Denklem 3'te $\hat{\delta}$, δ 'nın OLS tahminini ve $s.e.(\hat{\delta})$, $\hat{\delta}$ 'nın standart hatasını ifade etmektedir. Maki (2015) heteroskedasite durumunda KSS testinde meydana gelebilecek boyut bozulması sorununa çözüm olarak, test istatistiklerinin elde edilmesi için wild botostrap yöntemi önermektedir (Maki, 2015: 476). Öncelikle denklem 2' den kalıntılar $\hat{v}_t$ hesaplanmaktadır.

Temel hipotez altında üretilen seri $u_t^* = \varepsilon_t \hat{v}_t$ olmak üzere aşağıdaki gibidir:

$$y_t^* = y_{t-1}^* + u_t^*, \quad (4)$$

Burada ε_t , $E(\varepsilon_t) = 0$ ve $E(\varepsilon_t^2) = 1$ olarak normal dağılımdan $N(0,1)$ elde edilmektedir. Seri korelasyonu dikkate almak için süreç aşağıdaki gibi şekilde genişletilmektedir.

$$y_t^* = y_{t-1}^* + \sum_{j=1}^p \hat{\phi}_j \Delta y_{t-j}^* + u_t^* \quad (5)$$

Elde edilen bootstrap örneklerine Denklem 2'de kullanılan regresyon modeli uygulanarak bootstrap kritik değerler hesaplanır:

$$y_t^* = \delta_b y_{t-1}^{*3} + \sum_{j=1}^p \phi_j^b y_{t-j}^* + \tilde{v}_t, \quad (6)$$

$$t_{KSS}^b = \frac{\hat{\delta}_b}{s.e.(\hat{\delta}_b)}, \quad (7)$$

Son olarak denklem 4 ve 7 arasındaki adımlar B kez tekrarlanarak her bootstrap örneklemini için test istatistiğinin dağılımı elde edilmektedir. Böylece olasılık değeri aşağıdaki şekilde elde edilmektedir:

$$P_b(t_{KSS}) = \frac{1}{B} \sum_{n=1}^B I(t_{KSS}^b < t_{KSS}), \quad (8)$$

Tablo 2: Birim Kök Testi Sonuçları

Değişken	B-KSS	%1	%5	%10
<i>Haberleşme</i>	-1,28829	-3,46586	-2,48951	-2,12199
<i>Alkollü içecekler, tütün</i>	-1,52719	-3,00221	-2,34394	-1,8785
<i>Giyim ve ayakkabı</i>	-2,36541	-3,83805	-2,95328	-2,44778
<i>Mobilya, ev aletleri ve ev bakımı</i>	-1,74567	-4,69105	-3,43944	-2,67723
<i>Eğitim</i>	-2,38534	-5,27376	-3,85794	-3,06046
<i>Sağlık</i>	-2,68891	-5,04521	-4,00684	-3,44209
<i>Tüm Ürünler</i>	-1,30427	-4,29814	-3,13648	-2,57718
<i>Eğlence ve kültür</i>	-1,13921	-3,77546	-2,91315	-2,3873
<i>Gıda ve alkolsüz içecekler</i>	-1,31394	-3,36654	-2,50115	-2,08159
<i>Lokanta ve oteller</i>	-1,9372	-5,62666	-4,00158	-3,25357
<i>Konut, su, elektrik, gaz ve diğer yakıtlar</i>	-1,11001	-4,60509	-3,42765	-2,98481
<i>Çeşitli mal ve hizmetler</i>	-0,49299	-3,01236	-2,44477	-2,07253
<i>Ulaştırma</i>	-1,18048	-4,37738	-3,30236	-2,72955

Tablo 2’de yer alan Maki(2015) birim kök testi sonuçlarına göre tüm değişkenlerin test istatistikleri ilgili değişkenler için elde edilen bootstrap kritik değerlerden küçük olduğu görülmektedir. Dolayısıyla tüm değişkenler için birim kök temel hipotezi reddedilemediği ve şokların kalıcı olduğu anlaşılmaktadır

3. Sonuç

Bu çalışmada Türkiye’de enflasyon kalıcılığı, 2005-M01–2025-M12 dönemini kapsayan endeks verilerinden hareketle hesaplanan yıllık enflasyon oranları üzerinden manşet TÜFE ve 12 ana harcama grubu için incelenmiştir. Uygulamada Maki 2015 tarafından geliştirilen doğrusal olmayan bootstrap birim kök prosedürü kullanılmakla birlikte wild bootstrap yöntemi heteroskedasite varlığında asimptotik testlerde ortaya çıkabilecek boyut bozulmasını gidermesi bakımından önem taşımaktadır. Ampirik bulgular ilgili dönemde tüm seriler için birim kök hipotezinin reddedilemediğini ifade etmektedir. Dolayısıyla enflasyonun yanı sıra, gıda, konut, ulaştırma, eğitim, sağlık, lokanta ve oteller gibi alt harcama gruplarında da şokların etkisinin kalıcı olduğu söylenebilir. Bu bulgu Türkiye’de enflasyonun yalnızca kısa vadeli dinamiklerle açıklanamayacağını ve daha yapısal bir nitelik taşıdığını ortaya koymaktadır. Alt harcama gruplarının gösterdiği birim kök bulguları, enflasyonist şokların ekonominin farklı bileşenlerine yayılabileceğine işaret etmektedir. Sonuç olarak enflasyonla mücadele çerçevesinde makro düzeyde fiyat istikrarının yanı sıra alt bileşenlere özgü kalıcılığın dinamiklerinin birlikte tasarlanması önem ifade etmektedir.

KAYNAKÇA

- Bolat, S., Tiwari, A. K., & Kyophilavong, P. (2017). Testing the inflation rates in MENA countries: Evidence from quantile regression approach and seasonal unit root test. *Research in International Business and Finance*, 42, 1089–1095. <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2017.07.043>
- Bratsiotis, G. J., Madsen, J., & Martin, C. (2015). Inflation targeting and inflation persistence. *Economic and Political Studies*, 3(1), 3–17. <https://doi.org/10.1080/20954816.2015.11673835>
- Chiquiar, D., Noriega, A. E., & Ramos-Francia, M. (2010). A time-series approach to test a change in inflation persistence: The Mexican experience. *Applied Economics*, 42(24), 3067–3075. <https://doi.org/10.1080/00036840801982684>
- Coleman, S. (2010). Inflation persistence in the Franc zone: Evidence from disaggregated prices. *Journal of Macroeconomics*, 32(1), 426–442. <https://doi.org/10.1016/j.jmacro.2009.08.002>
- Darvas, Z., & Varga, B. (2014). Inflation persistence in Central and Eastern European countries. *Applied Economics*, 46(13), 1437–1448. <https://doi.org/10.1080/00036846.2013.875113>
- Gaglianone, W. P., Guillén, O. T. de C., & Figueiredo, F. M. R. (2018). Estimating inflation persistence by quantile autoregression with quantile-specific unit roots. *Economic Modelling*, 73, 407–430. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2018.04.018>
- Kapetanios, G., Shin, Y., & Snell, A. (2003). Testing for a unit root in the nonlinear STAR framework. *Journal of Econometrics*, 112(2), 359–379. [https://doi.org/10.1016/S0304-4076\(02\)00202-6](https://doi.org/10.1016/S0304-4076(02)00202-6)
- Maki, D. (2015). Wild bootstrap tests for unit root in ESTAR models. *Statistical Methods & Applications*, 24(3), 475–490. <https://doi.org/10.1007/s10260-014-0289-0>
- Si, D.-K., & Li, X.-L. (2018). Mean reversion of inflation rates in seven Eastern European countries: An application of a Fourier quantile unit root test. *The Journal of International Trade & Economic Development*, 27(2), 145–167. <https://doi.org/10.1080/09638199.2017.1350200>
- Siklos, P. L. (2008). Inflation targeting around the world. *Emerging Markets Finance and Trade*, 44(6), 17–37. <https://doi.org/10.2753/REE1540-496X440602>
- Tøleberg, A. (2024). A study of inflation persistence in Kazakhstan: What has changed? *Macroeconomics and Finance in Emerging Market Economies*, 17(3), 465–484. <https://doi.org/10.1080/17520843.2022.2077055>
- Yıldırım, S., Özdemir, B. K., & Doğan, B. (2013). Is there a persistent inflation in OECD energy prices? Evidence from panel unit root tests. *Procedia Economics and Finance*, 5, 809–818. [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(13\)00093-2](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(13)00093-2)
- Kibritçioglu, A. (2004). A short review of the long history of Turkish high inflation. *manuscript, April*, <http://politics.Ankara.edu.tr>.

**TÜRKİYE’NİN FİLİSTİN-İSRAİL ÇATIŞMASINDAKİ TUTUMU: TARİHSEL SÜREÇ,
DİNAMİKLER VE GÜNCEL POLİTİKA****Hakan AYÇOBAN****aycobanakan@gmail.com****Orcid:0009-0009-9401-5396****Karamanoğlu Mehmet bey Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Siyaset Bilimi ve Uluslararası İlişkiler
Ana Bilim Dalı****Özet**

Bu çalışmanın amacı, Türkiye’nin Filistin-İsrail çatışmasına yönelik tarihsel ve güncel tutumunu incelemek, bu tutumun dayanaklarını ve sonuçlarını analiz etmektir. Filistin-İsrail çatışması, yirminci yüzyıl başlarından itibaren bölgesel bir mesele olmanın ötesine geçerek uluslararası barış ve güvenliği tehdit eden karmaşık bir sorun haline gelmiştir. Türkiye, Osmanlı mirası, dini hassasiyetler, jeopolitik konumu ve değişen dış politika parametreleri çerçevesinde bu çatışmaya kayıtsız kalmamış, zaman zaman sert değişimler gösteren bir tutum benimsemiştir. Çalışmada, 1949’da İsrail’in tanınmasından başlayarak 2010 Mavi Marmara krizi, 2023 sonrası gelişmeler ve 7 Ekim 2023’te başlayan Gazze savaşı ekseninde Türk dış politikasındaki dönüşümler ele alınmaktadır. Nitel araştırma yöntemine dayanan bu çalışmada, tarihsel analiz ve doküman incelemesi kullanılmıştır. Bulgular, Türkiye’nin tutumunun uluslararası hukuk, insani yardım, İslami hassasiyet ve bölgesel liderlik iddiası gibi çok katmanlı dayanaklara sahip olduğunu; bununla birlikte bu politikanın diplomatik gerilimler, ekonomik maliyetler ve iç siyasi yansımalar gibi sonuçlar doğurduğunu göstermektedir. Sonuç olarak, Türkiye’nin tarihsel sorumluluğunun bilincinde, yalnızca söylem düzeyinde kalmayan, somut insani ve diplomatik girişimlerle mazluma destek olma rolünü sürdürmesi gerektiği vurgulanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Türkiye dış politikası, Filistin-İsrail çatışması, Gazze, insani diplomasi, uluslararası hukuk.

1. Giriş

Filistin-İsrail çatışması, uzun yıllardır devam eden, insanlık vicdanını yaralayan ve bölgesel olmaktan çıkarak küresel bir istikrar sorununa dönüşen bir anlaşmazlıktır. Tarihsel, kültürel, dini ve politik faktörlerin iç içe geçtiği bu çatışma, emperyal güçlerin müdahaleleriyle daha da derinleşmiştir. 20. yüzyılın başlarında Osmanlı İmparatorluğu'nun çöküşü ve I. Dünya Savaşı sonrası yeni güç dengeleri, bölgenin kaderini belirleyen temel kırılma noktalarından biri olmuştur. II. Dünya Savaşı'nın ardından İsrail Devleti'nin kurulması, Filistin toprakları üzerindeki egemenlik iddialarını şiddetlendirmiştir. Kudüs gibi üç semavi din için de kutsal sayılan şehirlerin statüsü, taraflar arasındaki anlaşmazlığın çözülmesini daha da zorlaştırmaktadır. Çatışma, bağımsız Filistin devleti talebi, İsrail'in yerleşim politikaları ve dış güçlerin müdahalesi gibi nedenlerle günümüze kadar gelmiştir. Bu çalışma, işte bu karmaşık tabloda Türkiye'nin oynadığı rolü, takındığı tutumları ve bu tutumların arkasındaki dinamikleri sistematik bir şekilde analiz etmeyi amaçlamaktadır.

2. Yöntem

Bu çalışma, nitel araştırma yöntemine dayanmakta olup, veri toplama tekniği olarak doküman incelemesi (literatür taraması) kullanılmıştır. Çalışmada, Türkiye-İsrail ilişkileri, Filistin meselesi, Türk dış politikası ve Ortadoğu'daki güncel gelişmeler üzerine yazılmış akademik makaleler, kitap bölümleri, raporlar ve güvenilir medya analizlerinden yararlanılmıştır. Tarihsel süreç analizi, karşılaştırmalı dönem analizi ve nedensellik ilişkilerinin kurulması yöntemin temel analitik araçlarıdır.

3. Bulgular

3.1. Türkiye'nin Filistin-İsrail Çatışmasındaki Dış Politika Tutumunun Tarihsel Seyri

Türkiye, İsrail'i 1949 yılında tanıyan ilk Müslüman çoğunluklu ülke olmuştur. İlk yıllarda askerî ve ekonomik işbirliği ile şekillenen ilişkiler, Filistin meselesi nedeniyle zamanla gerilimler yaşamıştır. Özellikle 1990'ların ortalarından itibaren Türkiye, Filistin halkının haklarını daha güçlü bir şekilde savunmaya başlamış, İsrail'in eylemlerini eleştirmiş ve insani yardımlarda bulunmuştur. Bu süreçteki en önemli kırılma noktası, 2010 yılında İsrail'in Mavi Marmara gemisine düzenlediği ve Türk vatandaşlarının hayatını kaybettiği saldırı olmuştur. Bu olay, Türkiye-İsrail ilişkilerinde ciddi bir krize yol açmış ve Türkiye'nin İsrail karşıtı tutumunu sertleştirmiştir. 2010'lu yıllardan itibaren Türkiye, Filistin davasına verdiği desteği artırmış, ABD'nin Kudüs'ü İsrail'in başkenti olarak tanıması gibi gelişmeler karşısında da güçlü tepkiler vermiştir. Cumhurbaşkanı Erdoğan, uluslararası platformlarda Filistin davasını sıklıkla gündeme getirmiştir. Bununla birlikte, çalışmanın da belirttiği gibi, "Osmanlı'dan sonra hiçbir zaman İsrail'e hak ettiği tutum ve davranışlar verilememiştir."

3.2. 7 Ekim 2023 Gazze-İsrail Savaşı ve Türkiye'nin Tutumu

7 Ekim 2023'te başlayan çatışmalar, bölgedeki gerilimi tırmandırmış ve Türkiye'nin dış politika tutumunu yeniden gündemin merkezine taşımıştır. Türkiye, savaşın başlangıcından itibaren İsrail'in Gazze operasyonlarını sert bir dille kınamış, Birleşmiş Milletler ve diğer uluslararası platformlarda ateşkes çağrıları yapmıştır. Türkiye, sivillerin etkilendiği kriz bölgelerine acil tıbbi yardım, gıda ve temel ihtiyaç malzemeleri göndererek insani yardım faaliyetlerinde bulunmuştur. Hükümet yetkilileri, barışın ancak adil bir çözümle mümkün olacağını vurgulamış, gerektiğinde İsrail ile diplomatik ilişkileri sınırlandıracağını ima etmiştir. Türkiye ayrıca, diğer bölgesel ve küresel aktörleri savaşı sona erdirmek için işbirliğine çağırmıştır.

3.3. Türkiye'nin Tutumunun Dayanakları (Nedenleri)

Türkiye'nin Filistin-İsrail çatışmasındaki tutumu çok faktörlü bir temele dayanmaktadır:

- **Dini ve Tarihsel Dayanak:** Kudüs'ün Müslümanlar için kutsal sayılması ve Filistin topraklarının İslam medeniyetindeki yeri. Osmanlı döneminden miras kalan tarihsel bağ ve "mazluma hami olma" misyonu.

- **Diplomatik ve Politik Dayanak:** Bölgesel barışı teşvik etme amacı, adil ve kalıcı bir çözüm için diplomatik çaba.
- **İnsani Dayanak:** Filistin halkının yaşadığı zorluklara karşı duyarlılık, acil tıbbi yardım ve altyapı projeleri.
- **Hukuki Dayanak:** Uluslararası hukuka vurgu (Filistin halkının self-determinasyon hakkı, toprak bütünlüğü, sivililerin korunması).

3.4. Türkiye'nin Tutumunun Sonuçları

Türkiye'nin bu tutumunun çeşitli sonuçları olmuştur:

- **Bölgesel Liderlik:** Tutum, Türkiye'nin Müslüman ülkeler nezdindeki itibarını artırmış ve bölgesel liderlik iddiasını desteklemiştir.
- **Uluslararası İlişkilerde Gerilim:** Batılı ülkeler ve İsrail ile diplomatik gerilimlere yol açmış, Türkiye'nin yalnızlaşma riskini artırmıştır. Ancak diğer Filistin destekçileriyle işbirliği fırsatları da doğurmuştur.
- **Uluslararası Arenada Etkinlik:** Türkiye'nin insan hakları ve uluslararası adalet vurgusunu güçlendirmiş, daha etkin bir oyuncu olarak tanınmasına katkı sağlamıştır.
- **İç Politika Yansımaları:** Konu, kamuoyunda hükümete destek veya eleştiri odağı olmuş, toplumsal kutuplaşmaları etkilemiştir.
- **Ekonomik Sonuçlar:** İsrail ile ticari ilişkilerde zaman zaman yavaşlama görülmüş, kamuoyunda ticari ilişkilerin tamamen sonlandırılması yönünde talepler artmıştır.
- **Bölgesel Güvenlik:** Türkiye'nin pozisyonu, bölge ülkeleri arasındaki dengeleri etkilemekte ve çatışma çözümüne yönelik çabaları şekillendirmektedir.

4. Sonuç ve Değerlendirme

Türkiye'nin Filistin-İsrail çatışmasındaki tutumu, tarihin kendisine biçtiği bir rolün tezahürüdür. Ulusal ve uluslararası ilişkiler gözetilerek, ecdattan miras kalan “mazluma hamilik” sorumluluğunun bilincinde hareket edilmesi gerekmektedir. Çalışma, Türkiye'nin kınama ve söylemin ötesine geçerek somut adımlar atması gerektiğini vurgulamaktadır. Batı dünyasının çatışmadaki yanlı tutumları ve Arap ülkeleri başta olmak üzere pek çok devletin Türkiye'ye biçtiği arabuluculuk ve hakemlik rolü, bu sorumluluğu daha da artırmaktadır. Türkiye'nin, bu tarihi sorumluluğu göz ardı etmeden, sonuç odaklı eylemlere girişmesi, bölgesel barışa ve insanlığın selametine katkı sunması beklenmektedir. Gelecek araştırmalar, Türkiye'nin bu tutumunun uzun vadeli diplomatik, ekonomik ve toplumsal maliyetlerini daha nicel yöntemlerle inceleyebilir. **Kaynakça**

- Sancaktar, Hacı İbrahim. *AK Parti Dönemi Türkiye İsrail İlişkileri (2002-2020)*. Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Siyaset Bilimi ve Uluslararası İlişkiler Bölümü (Lisans öğrencisi çalışması).
- Yeşim, Demir. “1960'tan Günümüze Arap-İsrail Çatışması Ekseninde Türk Dış Politikası.” *TESAM Akademi Dergisi*.
- Ayça, Eminoglu. “Tarihsel Süreçte Türkiye İsrail İlişkilerinin Değişen Yapısı.” *GÜSBED, Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Elektronik Dergisi* 7, no. 15 (2016).
- Sariaslan, Fatma. “Türkiye-İsrail İlişkilerinde Değişmeyen Dinamik: Ekonomi.” *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi* 74, no. 4 (2019): 1065–1102.
- Zariç, Sami. “Filistin'in Özgürlük Mücadelesinde Hareket'ül Mukavemet-Ul İslamiyye (İslami Direniş Hareketi-Hamas).” *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi* 6, no. 84 (Aralık 2018): 286-295.
- Turan, Abdulkadir. “Kudüs Sorunu.” *Sdam Strateji Düşünce Ve Analiz Merkezi* (Mayıs 2018).
- Özer, Çağlar. “Uluslararası Politika Açısından Filistin Sorunu.” *Külliye Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi*.

TÜRKMENİSTAN KAMU YÖNETİMİNDE DİJİTAL DÖNÜŞÜM VİZYONU: TÜRKİYE'DEN İYİ ÖRNEKLER¹

Atabeg TASHPULATOV 1 / Doç. Dr. Salih ARSLAN 2

1 Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Siyaset Bilimi ve Kamu Yönetimi, tashpulatovatabeg@gmail.com, 0009-0008-1725-1486

2 Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Yönetim Bilimleri, salih.arslan@ogu.edu.tr, 0000-0002-0602-3890

Özet

Bu çalışma, Türkmenistan kamu bürokrasisinin dijitalleşme sürecini, Türkiye'nin kanıtlanmış e-devlet uygulamaları ışığında analiz etmeyi amaçlamaktadır. Çalışmanın temel sorunsalı; Türkmenistan'da kamu hizmetlerinin dijitalleşme süreci, kurumlar arası veri entegrasyonu (G2G) ve vatandaşın hizmete erişim (G2C) kanallarında yapısal kopukluklar yaşamaktadır. Mevcut bürokratik mekanizmaların dijital çağa adaptasyonunda yaşanan bu hantallık, hizmet kalitesini ve hızını düşürmektedir. Türkiye'nin gelişmiş e-devlet mimarisinin bu iki temel süreç üzerindeki somut uygulama örneklerinin Türkmenistan'a nasıl aktarılacağı temel araştırma problemidir. Kıyaslamalı Vaka Çalışması yöntemiyle tasarlanan bu çalışmada, Türkiye'deki başarılı e-devlet örneklerinin Türkmenistan'daki benzer süreçlere nasıl uygulanacağını yönetimsel analizi yapılmıştır. Türkmenistan'ın kamu dijitalleşme strateji belgeleri ve Türkiye e-devlet uygulamaları veri olarak kullanılmıştır. Veriler kıyaslama tekniği kullanılarak çözümlenmiştir. Türkiye "en iyi uygulama örnekleri" Türkmenistan ile hizmet çeşitliliği, entegrasyon düzeyi ve erişilebilirlik kriterleri üzerinden kıyaslanmıştır. Türkiye'de yaygın olarak kullanılan MERNİS, KPS, TAKBİS, EKAP, VEDOP, UYAP, GİMOP, POLNET, E-SGK, E-NABİZ, MHRS, E-OKUL, EBA vb. uygulamaların Türkmenistan'ın kağıtsız ofis vizyonunda iyi örnekler olarak kullanılabileceği bulgusuna ulaşılmıştır. Sonuç olarak çalışma Türkiye e-devlet sisteminden uyarlanabilecek uygulamaların hem Türkmenistan kamu kurumları arasındaki işleyişi hem de vatandaşın talep ettiği birçok hizmetin üretilmesini hız, zaman ve maliyet açısından daha etkin kılacağını ileri sürmektedir. Bu çalışma doğrudan kamu yönetimi reformu ile ilgili olduğundan hem kıyaslama tekniği literatürüne somut bir vaka çalışması olarak hem de Türkmenistan'daki kamu politikası karar vericileri için uygulanabilir bir kamu dijital dönüşüm rehberi sunarak pratik katkı sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Kamu Bürokrasisi, Dijital Dönüşüm, Kıyaslama, Türkmenistan, Türkiye.

¹ Bu çalışma, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsünde Doç. Dr. Salih ARSLAN danışmanlığında Atabeg TASHPULATOV tarafından yazılmakta olan "Türkmenistan Kamu Bürokrasinde Dijital Dönüşüm İmkanları: Türkiye Örneğinden Yararlanılabilecek Noktaların Belirlenmesi" isimli Yüksek Lisans tezinden üretilmiştir.

TURKMENISTAN'S VISION FOR DIGITAL TRANSFORMATION IN PUBLIC ADMINISTRATION: BEST PRACTICES FROM TÜRKİYE

Atabeg TASHPULATOV 1/ Assoc. Prof. Dr. Salih ARSLAN 2

**1 Eskişehir Osmangazi University, Political Science and Public Administration,
tashpulatovatabeg@gmail.com, 0009-0008-1725-1486**

**2 Eskişehir Osmangazi University, Administrative Sciences, salih.arslan@ogu.edu.tr,
0000-0002-0602-3890**

Abstract

This study aims to analyze the digitalization process of Turkmenistan's public bureaucracy in light of Türkiye's proven e-government practices. The main problem addressed is that the digitalization process of public services in Turkmenistan suffers from structural disconnects in inter-agency data integration (G2G) and citizen access to services (G2C) channels. This inefficiency in adapting existing bureaucratic mechanisms to the digital age reduces the quality and speed of services. The fundamental research problem is how to transfer concrete application examples of Türkiye's advanced e-government architecture in these two fundamental processes to Turkmenistan. Designed using a comparative case study method, this research provides a managerial analysis of how successful e-government examples from Türkiye can be applied to similar processes in Turkmenistan. Turkmenistan's public digitalization strategy documents and Turkish e-government applications were used as data. The data were analyzed using a comparative technique. Türkiye's "best practice examples" were compared with Turkmenistan based on service diversity, integration level, and accessibility criteria. The study found that applications widely used in Türkiye, such as MERNİS, KPS, TAKBİS, EKAP, VEDOP, UYAP, GİMOP, POLNET, E-SGK, E-NABİZ, MHRS, E-OKUL, EBA, etc., can be used as good examples in Turkmenistan's paperless office vision. In conclusion, the study suggests that applications adapted from Türkiye's e-government system will make both the functioning between Turkmenistan public institutions and the production of many services requested by citizens more efficient in terms of speed, time, and cost. Since this study is directly related to public administration reform, it will provide a concrete case study to the benchmarking literature and a practical contribution by offering an applicable public digital transformation guide for public policy decision-makers in Turkmenistan.

Keywords: Public Bureaucracy, Digital Transformation, Benchmarking, Turkmenistan, Türkiye.

HİLENİN EVRİMİ: ACFE RAPORLARI ÜZERİNE KARŞILAŞTIRMALI ANALİZ**Dr. Öğr. Üyesi, Beylem ÇELİK / Dr. Öğr. Üyesi, Yasemin ACAR UĞURLU****İstanbul Gedik Üniversitesi, İşletme Bölümü, beylem.akkus@gedik.edu.tr, 0000-0003-4322-5907****İstanbul Arel Üniversitesi, Muhasebe ve Finans Yönetimi Bölümü, yaseminugurlu@arel.edu.tr, 0000-0003-3581-4349****Özet**

Bu çalışmanın amacı, Association of Certified Fraud Examiners (ACFE) tarafından iki yılda bir yayımlanan “Report to the Nations” serisindeki altı raporun karşılaştırmalı analizini yapmaktır. Karşılaştırma; incelenen vaka sayıları ve coğrafi kapsam, vaka başına ortalama zarar, hile türlerinin dağılımı, hilenin tespit yöntemleri, hile yapan kişilerin profilleri, hileden en çok etkilenen sektörler, iç kontrol zayıflıkları ve hile karşıtı önlemleri kapsamaktadır. Çalışmaya 2016, 2018, 2020, 2022, 2024 ve 2026 yıllarında yayımlanan raporlar dâhil edilmiştir. 1996 yılından bu yana yayımlanan bu rapor serisi, dünya genelinde 20.000’den fazla vakayı analiz etmiş ve mesleki hilenin küresel ölçekte en yaygın ve en maliyetli finansal suç kategorilerinden biri olduğunu sürekli olarak doğrulamıştır. Kurumların yıllık gelirlerinin yaklaşık %5’ini hile kaynaklı kayıplar nedeniyle yitirdiğine ilişkin tahmin, raporlama dönemleri boyunca istikrarlı kalmıştır. Bununla birlikte, vaka başına ortalama zarar miktarlarında zaman içinde önemli değişiklikler gözlemlenmiştir. İncelenen dönem boyunca ortalama zararların kademeli bir düşüş gösterdiği görülmüş; bu durumun, hile tespit mekanizmalarındaki gelişmeler, iç kontrol süreçlerinin güçlendirilmesi ve farkındalığın artmasıyla ilişkili olduğu düşünülmektedir. Bu düşüş eğilimi, daha güçlü iç kontroller ve daha kısa tespit süreleriyle açıklanabilmektedir. 2024 yılında ise vaka başına ortalama zarar tutarlarında yeniden bir artış gözlemlenmiş; bu artış büyük ölçüde pandemi döneminin neden olduğu operasyonel kırılganlıklar ve denetim eksikliklerine bağlanmıştır. Aynı dönemde, örgütsel baskı unsurlarının daha yüksek zarar tutarlarıyla ilişkili olduğu belirlenmiş ve önemli bir davranışsal risk göstergesi olarak öne çıkmıştır. Hile tespit yöntemleri açısından değerlendirildiğinde, dijitalleşmenin önemli ölçüde hızlandığı; web tabanlı ihbar mekanizmalarının geleneksel telefon hatlarını geride bıraktığı görülmüştür. Teknolojik gelişmelerle birlikte kripto varlıklar, yapay zekâ uygulamaları ve dijital sahtecilik teknolojileri yeni nesil hile riskleri olarak ortaya çıkmaya başlamıştır. Bununla birlikte, tüm dönemlerde hile vakalarının büyük çoğunluğunun yetersiz iç kontrol mekanizmaları ile mevcut kontrollerin etkisiz hâle getirilmesi veya aşılmasıyla ilişkili olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: ACFE, Hile, Hile Vakaları

THE EVOLUTION OF FRAUD: A COMPARATIVE ANALYSIS OF ACFE REPORTS**Asst. Prof. Dr., Beylem ÇELİK / Asst. Prof. Dr., Yasemin ACAR UĞURLU****Istanbul Gedik University, Department of Business Administration, beylem.akkus@gedik.edu.tr, 0000-0003-4322-5907****Istanbul Arel University, Department of Accounting and Finance Management,
yaseminugurlu@arel.edu.tr, 0000-0003-3581-4349****Abstract**

The aim of this study is to conduct a comparative analysis of six reports in the “Report to the Nations” series, published biennially by the Association of Certified Fraud Examiners (ACFE). The comparison covers the number of cases examined and geographical scope, average loss per case, distribution of fraud types, methods of fraud detection, fraudster profiles, the sectors most affected by fraud, internal control weaknesses, and anti-fraud measures. The study includes the reports published in 2016, 2018, 2020, 2022, 2024, and 2026. This report series, published since 1996, has analyzed more than 20,000 cases worldwide and consistently confirmed that occupational fraud is one of the most common and costly categories of financial crime globally. The estimate that organizations lose approximately 5% of their annual revenues to fraud-related losses has remained stable across reporting periods. However, significant changes have been observed over time in the average loss per case. During the period examined, average losses show a gradual decline, which is thought to be associated with improvements in fraud detection mechanisms, strengthening of internal control processes, and increased awareness. This downward trend can be explained by stronger internal controls and shorter detection times. In 2024, an increase was again observed in median losses per case, which has largely been attributed to operational vulnerabilities and audit deficiencies caused by the pandemic period. In the same period, organizational pressure factors were found to be associated with higher loss amounts and emerged as an important behavioral risk indicator. Regarding fraud detection methods, digitalization has accelerated significantly, with web-based whistleblowing mechanisms overtaking traditional telephone hotlines. With technological developments, crypto assets, artificial intelligence applications, and digital forgery technologies have begun to emerge as new-generation fraud risks. Nevertheless, across all periods, the majority of fraud cases were found to be associated with inadequate internal control mechanisms and the overriding or circumvention of existing controls.

Keywords: ACFE, Fraud, Fraud Cases

SERBEST BÖLGELERDE FAALİYET GÖSTEREN ÜRETİM İŞLETMELERİNDE VERGİSEL AVANTAJLARIN MUHASEBELEŞTİRİLMESİ VE FİNANSAL TABLOLARA ETKİSİ BİLDİRİ**SMMM, Sedef CANAN1/ Prof. Dr., Seçkin ARSLAN2****1Kayseri Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Muhasebe ve Finans Yönetimi,
sedefgulmez35@gmail.com, 0009-0006-5986-9423****2Kayseri Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Muhasebe ve Finans Yönetimi,
seckinarslan@kayseri.edu.tr, 0000-0002-0923-0916****Özet**

Türkiye’de serbest bölgeler, ülkemiz sınırları içerisinde yer almakla birlikte, gümrük hattı dışında kabul edilen ve özellikle ihracata yönelik üretim faaliyetlerini teşvik etmek ve desteklemek amacıyla oluşturulan özel ekonomik alanlar olarak ifade edilebilir. Bu bölgelerde faaliyet gösteren üretim işletmelerine; Kurumlar Vergisi İstisnası, Katma Değer Vergisi İstisnası, Gümrük Vergisi Muafiyeti ve ücretlere ilişkin Gelir Vergisi Avantajları gibi çeşitli vergisel teşvikler sağlanmaktadır. Söz konusu teşvikler; işletmelerin üretim maliyetlerini azaltmakta, üretim kapasitelerini artırmakta ve uluslararası anlamda rekabet güçlerini olumlu bir şekilde etkileyebilmektedir.

Bu çalışmada, Türkiye’de serbest bölgelerde faaliyet gösteren üretim işletmelerine sağlanan vergisel avantajların muhasebeleştirilme süreci incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda, ilgili teşviklerin Vergi Usul Kanunu çerçevesinde muhasebe kayıtlarına nasıl yansıtıldığı örnek uygulamalar aracılığıyla açıklanmış; bu kayıtların finansal durum tablosu, gelir tablosu ile işletmelerin finansal performansı üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir.

Çalışma sonucunda, Türkiye’de serbest bölgelere sağlanan vergisel avantajların ve desteklerin işletmelerin üretim maliyetlerinin düşürülmesine olumlu katkı sağladığı, kârlılık düzeylerini artırabildiği, nakit akışlarını ve finansal performans göstergelerini olumlu yönde etkileyebildiği tespit edilmiştir. Ayrıca söz konusu teşviklerin doğru bir şekilde muhasebeleştirilmesinin finansal tabloların gerçeğe uygun ve karşılaştırılabilir bilgi sunması açısından önem taşıdığı ifade edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Serbest Bölgeler, Vergi, Vergi Avantajları

ACCOUNTING OF TAX ADVANTAGES IN MANUFACTURING ENTERPRISES OPERATING IN FREE ZONES AND THEIR EFFECTS ON FINANCIAL STATEMENTS

Certified Public Accountant (CPA), Sedef CANAN¹ / Prof. Dr. Seçkin ARSLAN²

¹Kayseri University Graduate Education Institute, Accounting and Finance Management,
sedefgulmez35@gmail.com, ORCID: 0009-0006-5986-9423

²Kayseri University Faculty of Applied Sciences, Accounting and Finance Management,
seckinarslan@kayseri.edu.tr, ORCID: 0000-0002-0923-0916

Abstract

Free zones in Türkiye can be defined as special economic areas that, although located within the national borders, are considered outside the customs territory and are primarily established to promote and support export-oriented manufacturing activities. Manufacturing enterprises operating in these zones benefit from various tax incentives, including Corporate Tax Exemption, Value Added Tax (VAT) Exemption, Customs Duty Exemption, and Income Tax Advantages related to employee wages. These incentives reduce production costs, increase production capacity, and positively influence the international competitiveness of enterprises.

This study aims to examine the accounting process of the tax incentives provided to manufacturing enterprises operating in free zones in Türkiye. For this purpose, the manner in which these incentives are reflected in accounting records within the framework of the Tax Procedure Law was explained through illustrative applications. Furthermore, the effects of these accounting practices on the statement of financial position, income statement, and the overall financial performance of enterprises were evaluated.

The findings of the study indicate that the tax incentives and supports provided within free zones in Türkiye contribute positively to the reduction of production costs, enhance profitability levels, and improve cash flows and financial performance indicators. In addition, it is emphasized that the accurate accounting treatment of these incentives is essential for ensuring that financial statements present fair, reliable, and comparable information.

Keywords: Free Zones, Tax, Tax Advantages

GİRİŞ

Dünya ekonomisinde geçmişten günümüze entegrasyonun derinleşmesiyle birlikte ülkeler, ihracat hacimlerini artırmak ve uluslararası ticarete daha büyük paya sahip olabilmek için geleneksel gümrük rejimlerinin dışına çıkan özel ticaret merkezleri oluşturmuşlardır. Bu çerçevede oluşturulan serbest bölgeler bu ticari merkezlerin başında gelmektedir. (Şimşek, 2026: 1). Küreselleşme süreciyle birlikte serbest bölgelerin dünya ekonomisindeki önemi giderek artmıştır. Birleşmiş Milletler Ticaret ve Kalkınma Konferansı (UNCTAD) verilerine göre 2018 yılı itibarıyla dünya genelinde yaklaşık 5.400 özel ekonomik bölge kurulmuş olup, bunların önemli bir bölümünü serbest bölgeler oluşturmaktadır. Söz konusu bölgeler; yatırım çekme, sanayileşmeyi destekleme, istihdam oluşturma ve ekonomik büyümeyi artırma amacıyla kullanılan önemli ekonomik araçlardan biri haline gelmiştir (Alansary & Al-Ansari, 2023: 1). Ülkemizde serbest bölgelerin kurulmasına yönelik ilk adımlar ise 24 Ocak 1980 tarihinde alınan kararlar sonrasında dışa açılma politikaları kapsamında atılmış ve 3218 sayılı Serbest Bölgeler Kanunu ile bu bölgelerin yasal altyapısı oluşturulmuştur. Serbest bölgeler, Türkiye Gümrük Bölgesinin sınırları içerisinde var olmakla birlikte ithalat vergileri ile ticaret politikası önlemlerinin ve kambiyo mevzuatının uygulanmasında Türkiye Gümrük Bölgesi dışında kabul edilmektedir (Saraçoğlu & Özcan, 2021: 67). Günümüzde sayıları yirmiyeye ulaşan serbest bölgelerin ülke ekonomisine sundukları katkılar ve işletmelere sağladıkları vergisel ve ekonomik avantajlar dış ticaretin geliştirilmesinde önemli unsur haline gelmiştir (Arslansever & Çobanoğlu, 2016: 2).

Dolayısıyla serbest bölgelerin sağladıkları avantajlar işletmeler açısından ne kadar önemliyse, bu avantajların vergisel ve ekonomik yönlerinin muhasebeleştirilmesi ve finansal tablolara doğru bir şekilde yansıtılmasının da önemi büyüktür. Bu çalışmada serbest bölgelerin işletmelere ve ekonomiye sağladığı faydalar ele alınmış; bu bölgelerde faaliyet gösteren bir üretim işletmesinin elde ettiği avantajların muhasebe kayıtları incelenmiş ve finansal tablolar üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir.

1. SERBEST BÖLGELERİN TANIMI VE KURULUŞ AMAÇLARI

Ülkelerin egemenlik alanları belirlenen milli sınırlardan oluşmakta olup, bu sınırlar aynı zamanda ülkenin gümrük bölgelerini de ifade etmektedir. Bu bölgelerden ülke sınırları içine giren mallar ithalat, ülke dışına çıkan mallar ise ihracat olarak ifade edilmektedir. Uluslararası Çalışma Örgütü'ne (ILO) göre serbest bölgeler; ülkenin herhangi bir bölümünde yer alan, ihracata yönelik üretim veya hizmet faaliyetlerinde bulunan, gümrük vergisi muafiyetleri ile mali ve finansal düzenlemelerde ayrıcalıklı uygulamalardan yararlanan özel coğrafi alanlardır (Neveling, 2015: 1008). Dolayısıyla serbest bölgeler, ülke sınırları içerisinde bulunmakla birlikte gümrük hattı dışında kabul edilen, ekonomik ve mali düzenlemelerin tamamen veya kısmen uygulanmadığı özel alanlardır. Serbest bölgelere yurt dışından gelen ürünler ithal edilmiş sayılmamakta, gümrük uygulamaları bakımından yurt dışında değerlendirilmekte olup bu durum işletmelere çeşitli vergisel avantajlar sağlamaktadır (Alacaklıoğlu, 1998: 1).

Türkiye'de yeni bir serbest bölgenin kurulması, mevcut bölgelerin altyapısının yenilenmesi ve geliştirilmesi için gerekli yatırımların gerçekleştirilmesi ve işletilmesi amacıyla, yerli veya yabancı işletmeler ile kamu kurum ve kuruluşları Cumhurbaşkanlığı tarafından yetkilendirilebilmektedir. Bu kapsamda yetkilendirilen kuruluşlar Bölge Kurucu ve İşleticisi (BKİ) Şirketler olarak adlandırılmaktadır. Bu çerçevede serbest bölgelerin işleyişi ise 3218 sayılı Serbest Bölgeler Kanunu ile buna bağlı olarak çıkarılan Serbest Bölgeler Uygulama Yönetmeliği ve ilgili alt mevzuat hükümleri çerçevesinde, gümrük ve vergi uygulamalarıyla uyumlu bir şekilde yürütülmektedir (Ticaret Bakanlığı, 2026: 1).

Serbest bölgelerin kuruluş amaçları Serbest Bölgeler Kanunu'nun 1'inci maddesinde; ihracata yönelik yatırımı ve üretimi teşvik etmek, doğrudan yabancı yatırımları ve teknoloji girişini hızlandırmak, işletmeleri ihracata yönlendirmek ve uluslararası ticareti geliştirmek olarak ifade edilmektedir (Koçak, 2016: 44).

Ülkelerin serbest bölge kurma amaçları ve hedeflerini gerçekleştirme hususu, ülkelerin ekonomik durumlarına ve taleplerine göre değişkenlik göstermektedir. Gelişmekte olan ülkelere serbest bölgelerin temel amaçları, ihracatın artırılması, teknoloji ve bilgi transferi sağlamak, bölgede istihdam oluşturmak ve yabancı yatırımların özendirilmesi olurken, gelişmiş ülkelere ise daha çok ticaretin kolaylaşmasına ve uluslararası ticari faaliyetlerin gelişmesi üzerinde durulmaktadır (Günaydın, 2020: 28).

Bu çerçevede serbest bölgelerin amaçlarını aşağıdaki şekilde ifade etmek mümkündür (Tümenbatur, 2012: 341);

- Dış ticaretin sunduğu olanaklardan daha fazla yararlanmak,
- İhracata yönelik yatırımları ve üretimi arttırmak,
- Farklı sektörlerin gelişimini desteklemek ve istihdam hacmini arttırmak,
- Dövizin ülkeye girişinde sürekliliği sağlamak,
- Yerli üreticilerin dış rekabetteki güçlerine katkıda bulunmak ve
- Bankacılık ve finans faaliyetlerinin yurt dışında mevcut olan pazarlarda sürdürülebilmesini sağlamaktır.

2. SERBEST BÖLGELERİN ÜLKE EKONOMİLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde, dünyada faaliyet gösteren serbest bölge uygulamalarının ülke ekonomilerine canlılık getirdiği ve ekonomik gelişime katkı sağladığı ifade edilmektedir. Dolayısıyla serbest bölgeler, ihracatın sürdürülebilir bir yapıya kavuşturulmasında ve ekonomik gelişim sürecinin hızlandırılmasında aktif rol oynamaktadır. İhracatta sürekliliğin sağlanması ve beraberinde ekonomik hareketliliğin artış göstermesi küresel ekonomik iniş çıkışların olumsuz etkilerini azaltmada önem arz etmektedir (Türkgenç, 2010: 49).

Serbest bölgelerin ülke ekonomileri üzerinde etkileri çeşitli faktörlere bağlı olabilmektedir. Örnek olarak, altyapısı yetersiz, erişilebilirliği olmayan ya da ticari kültürü zayıf olan bölgelerde istenilen amaca ulaşılamayabilir. Ülkeler serbest bölgeleri kurarken genellikle potansiyeli yüksek alanları tercih etmekte ve uluslararası ticarete rekabet edilebilmesi için kendi mevzuatlarına muafiyetler ve istisnalar koymaktadır (Aras & Köksoy, 2015: 7). Bu nedenlerle söz konusu uygulamalar ekonomiye hem olumlu hem de olumsuz etkiler doğurabilmektedir.

Serbest bölgelerin ekonomi üzerindeki olumlu etkileri aşağıda özetlenebilir.

- Serbest bölgelerde faaliyette bulunan yerli/yabancı üretici ve ihracatçı işletmelerin, hammadde, ara malı ve mamul gibi ihtiyaçlarının ülke içinden karşılanması ve dolayısıyla serbest bölgeye mal satışı, ihracat işlemi olarak değerlendirilmekte ve ülkenin ihracat hacminin artmasına katkı sağlamaktadır (Karaduman & Yıldız, 2002: 137).
- Serbest bölgeler ithalatın zamanında ve doğrudan gerçekleşmesine imkân tanımaktadır. Yerli girişimciler, ithal edilen ürünleri serbest bölgeler aracılığıyla hızlı bir şekilde temin edebilmekte ve böylece stok maliyetleri minimize edilebilmektedir. Ayrıca, ihtiyaç duyulan ürünler serbest bölgelerde depolanarak gereksinim duyuldukça küçük partiler halinde ithal edilebilmekte, ithalat maliyetlerinin ve buna bağlı vergi yükünün daha düşük düzeylerde gerçekleşmesine olanak sağlamaktadır (Çetinkaya & Bektaş, 2014: 59).
- Ticaret, yatırım ve üretim gibi çeşitli faaliyet alanlarının serbest bölgelerde yoğunlaşması, bölge çevresine yönelik istihdam talebine de olumlu katkı sağlamaktadır. İstihdamın artması, döviz artışını beraberinde getirmekte, aynı zamanda iş gücüne yönelik eğitim seviyesinin ve mesleki tecrübenin de gelişmesine katkı sağlamaktadır (Altay Ebri, 2000: 49).
- Serbest bölgelerin kurulduğu ülkelerin ekonomiye en önemli katkısı, döviz akışında meydana getireceği artışlardır. Serbest bölgelerde gerçekleştirilen ihracat, ihracat pazarının gelişmesine, bununla birlikte ihracat gelirlerinin de artmasında etkili olmaktadır (Karaduman & Yıldız, 2002: 137).

- Dış ticaret işlemleri ile gümrük mevzuatı katı kurallar içeren ülkelerde, serbest bölgelerin varlığı ihracat işlemlerini kolaylaştırmaktadır (Tümenbatur, 2012: 344).

-Üretim yapılan bölgelerde, yabancı sermaye yatırımlarının gerçekleşmesi ve bununla beraber teknoloji girişinin sağlanması, teknoloji transferine yol açmaktadır (Karaduman & Yıldız, 2002: 137).

- Serbest bölgelerin uluslararası taşımacılık merkezlerine yakın konumda olmaları, lojistik faaliyetlerin gelişmesini desteklemektedir (Tümenbatur, 2012: 344).

Serbest bölgelerin ekonomi üzerindeki olumsuz etkilerini ise aşağıdaki gibi ifade etmek mümkündür.

-Serbest bölgelerin sayısının artmasıyla birlikte, devletin ekonomi üzerindeki denetim faaliyetleri artmakta, bölgelere sağlanan vergi muafiyetleri ve istisnaları ise kamu gelirlerinin azalmasına neden olmaktadır (Karaduman & Yıldız, 2002: 138).

- Serbest bölgelerde faaliyet gösteren işletmeler, kazançlarını transfer fiyatlandırması yoluyla bağlı bulundukları diğer şirketlere aktarabilmektedir. Bu durum, vergi matrahında değişimlere ve devletin vergi gelirlerinin azalmasına yol açabilmektedir (Altay Ebiri, 2000: 49).

- Serbest bölgelerin kurulduğu şehirlerin sanayi merkezi olarak gelişmesi, yatırımların bölgesel dağılımını olumsuz yönde etkileyebilmekte; bu durum ise bölgeler arası gelişmişlik seviyelerinde farklılaşmaya yol açabilmektedir (Aras & Köksoy, 2015).

- Yeterli hukuki düzenlemelerin ve etkin denetim süreçlerinin yürütülemediği serbest bölgeler, kaçakçılık gibi yasa dışı faaliyetlerin gerçekleştirilmesine aracılık edebilmekte; bu nedenle serbest bölgelerin etkin bir şekilde kontrol edilmesi ve sınırlarının kesin olarak belirlenmesi gerekmektedir (Güllü, 2008: 19).

3. SERBEST BÖLGELERDE FAALİYETTE OLAN İŞLETMELERE SUNULAN VERGİSEL TEŞVİKLER VE AVANTAJLAR

Gelişmiş ülkelerde artan işgücü maliyetleri ve beraberinde artan vergi yükleri, işletmelerin kârlılıklarını azaltabilmektedir. Gelişmekte olan ülkelerde düşük gelir seviyeleri nedeniyle yüksek büyüme oranlarına ulaşabilmek ve doğrudan yabancı sermaye yatırımlarını çekebilmek amacıyla serbest bölgelere yönelik talep artmaktadır. Serbest bölgeler, işletmelere çeşitli avantajlar sunmakta olup bu avantajlar vergisel ve vergi dışı avantajlar olmak üzere iki başlık altında incelenebilmektedir (Buyrukoğlu & Şimşek, 2022: 69).

3.1. Vergisel Teşvikler ve Avantajlar

Serbest bölgelere sağlanan vergi teşvikleri başta 3218 sayılı Serbest Bölgeler Kanunu olmak üzere, kanuna dayanarak oluşturulan Serbest Bölgeler Uygulama Yönetmeliği, Cumhurbaşkanlığı Kararları ve uygulamalara yön veren özelemler çerçevesinde düzenlenmektedir. Serbest bölgelere sunulan ayrıcalıklara ek olarak, 3065 sayılı Katma Değer Vergisi Kanunu, 193 sayılı Gelir Vergisi Kanunu, 5520 sayılı Kurumlar Vergisi Kanunu ve 4458 sayılı Gümrük Kanunu hükümleri de ayrıca serbest bölgelere sağlanan istisna ve muafiyetlerin uygulama esaslarını belirlemektedir. Bu düzenlemeler vergisel avantajların hukuki temelini oluşturmakta olup, bu teşvikler aracılığıyla üretim faaliyetlerinin desteklenmesi, ihracata dayalı büyümenin teşvik edilmesi, doğrudan yabancı yatırımların artırılması ve işletmelerin uluslararası rekabet gücünün geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Vergi teşvikleri işletmelerin yalnızca vergi yükünün azaltılmasıyla sınırlı kalmayıp, maliyet yapısını, kârlılık düzeyini ve finansal tablolarını doğrudan etkileyebilmektedir.

3.1.1. Gelir ve Kurumlar Vergisi İstisnası

Gelir ve Kurumlar Vergisi teşviklerinin uygulanması belirli şartlara bağlanmış olup, bu şartların başında işletmenin üretim faaliyetinde bulunması ile ihracat oranının da belirli bir seviyenin üzerinde gerçekleşmesi gibi hususlar gelmektedir.

Serbest bölgelerde üretim faaliyetlerinde bulunan mükelleflerin bu bölgelerde imal ettikleri ürünlerin yurt dışına, serbest bölge içine veya diğer serbest bölgelere satışından elde edilen kazançları Avrupa Birliği üyeliğinin gerçekleşeceği yılın vergileme dönemi sonuna kadar Gelir Vergisi'nden veya Kurumlar Vergisi'nden istisna tutulmuştur.

Bununla birlikte, serbest bölgelere bakım, onarım, montaj, demontaj, elleçleme, ayrıştırma, ambalajlama, etiketleme, test etme ve depolama gibi faaliyetler için söz konusu hizmetin yurt dışındaki yerleşik kişilere verilmesi ve hizmete konu ürünlerin Türkiye'ye giriş yapmaksızın doğrudan yurt dışına gönderilmesi şartıyla elde edilen kazançlar istisna kapsamında değerlendirilebilmektedir. Bu düzenleme ile üretim faaliyetlerinin yanı sıra belirli durumlardaki hizmet faaliyetleri de istisna kapsamında değerlendirilebilmektedir. (3218 sayılı Kanun, 1985: 7. Mad.).

Serbest bölgelerde üretilen ürünlerin FOB (Free On Board) bedelinin en az %85'ini yurt dışına ihraç eden işletmelerin istihdam ettikleri personele ilişkin ücretler de gelir vergisinden müstesna tutulmuştur. Ayrıca bu oran Cumhurbaşkanlığı tarafından %50'ye kadar da indirilebilmektedir (T.C. Ticaret Bakanlığı, 2023: 1).

İlk kez faaliyette bulunacak serbest bölgelerde, işletmelerin serbest bölgelerin işletilmesi ile ilgili faaliyetlerden elde ettikleri kazançları, 30 yılı geçmemek ve Ticaret Bakanlığınca kendilerine verilecek ilk faaliyet ruhsatında belirtilen süre ile sınırlı olmak üzere Gelir Vergisi'nden veya Kurumlar Vergisi'nden müstesnadır. Bu istisna, münhasıran alım satım veya depo işletmeciliği faaliyet ruhsatı sahibi kullanıcılardan elde edilen kazançlar ile 31.12.1960 tarihli ve 193 sayılı Gelir Vergisi Kanunu ile 13.06.2006 tarihli ve 5520 sayılı Kurumlar Vergisi Kanunu uyarınca yapılacak vergi kesintilerini kapsamamakta olup bu maddenin uygulanmasına ilişkin usul ve esasları belirleme yetkisi Hazine ve Maliye Bakanlığına aittir (3218 sayılı Serbest Bölgeler Kanunu Ek Madde 4, 2021).

Bu kapsamda, kolektif şirketler ayrı bir tüzel kişiliğe sahip olmakla birlikte, gelir vergisi uygulaması açısından işletmenin tüzel kişiliği yerine ortakların esas alınması, serbest bölgelerde faaliyet gösteren kolektif şirketlere tanınan vergi istisnalarından, gelir vergisi mükellefi olan ortakları da doğrudan etkilemektedir (T.C. Gelir İdaresi Başkanlığı, 2013).

3.1.2. Katma Değer Vergisi İstisnası

Serbest bölgeler, gümrük mevzuatı açısından Türkiye Gümrük Bölgesi dışında kabul edildikleri için, bölgeler ile ülkenin diğer yerleri arasında yapılan ticari işlemlerde dış ticaret rejimi hükümleri uygulanmaktadır. Bu kapsamda, yurt içinde serbest bölgelere yapılan satışlar ihracat rejimine, serbest bölgelerden yurt içine yapılan satışlar ise ithalat rejimine tabi tutulmaktadır. Böylece serbest bölgelere yönelik mal teslimleri, ihracat kapsamında değerlendirilmekte ve 3065 sayılı Katma Değer Vergisi Kanunu hükümleri doğrultusunda Katma Değer Vergisi (KDV) istisnasına konu olmaktadır. Diğer taraftan, serbest bölgeler ile yabancı ülkeler ve diğer serbest bölgeler arasında gerçekleştirilen ticari işlemlerde dış ticaret rejimi hükümleri uygulanmamakta olup, bu işlemler doğrudan uluslararası ticaret kapsamında değerlendirilmektedir (T.C. Ticaret Bakanlığı Serbest Bölgeler Genel Müdürlüğü, 2026: 1).

Serbest bölgede faaliyette bulunan işletmelerin üretim sürecinde katlandıkları mal ve hizmet alımlarına ilişkin ödedikleri KDV, genel esaslar çerçevesinde indirim konusu yapılabilmekte, indirilemeyen kısım için iade hakkı doğmaktadır. Bu kapsamda, ihracat işlemleri nedeniyle yüklenilen ancak satışlar üzerinden tahsil edilemeyen KDV, ilgili mevzuat hükümleri çerçevesinde işletmelere iade edilmektedir. Bu durum, işletmeler açısından önemli bir finansman avantajı sağlamak ve özellikle ihracata yönelik faaliyetlerde nakit akışlarını olumlu yönde etkilemektedir.

Bununla birlikte, serbest bölgelere yönelik olarak gerçekleştirilen fason hizmetlerin KDV açısından yurt dışındaki müşterilere verilen hizmet olarak değerlendirilebilmesi için belirli şartların birlikte sağlanması gerekmektedir. Bu kapsamda, söz konusu hizmetin serbest bölgelerde faaliyette bulunan işletmelere sunulması ve hizmetten serbest

bölgede faydalanılması gerekmektedir. Bu şartların sağlanması halinde, fason hizmetler KDV istisnası kapsamında değerlendirilmektedir. Buna karşılık, hizmete konu ürünlerin Türkiye'ye giriş yapması durumunda, hizmetten Türkiye'de faydalandığı kabul edilmekte ve hizmetin faydalandığı yer esas alınarak vergileme yapılmaktadır. Bu durumda söz konusu işlemler ihracat kapsamında değerlendirilmemekte ve KDV istisnasından yararlanılamamaktadır.

Serbest bölgelere yönelik olarak gerçekleştirilen ve KDV istisnası kapsamında değerlendirilen fason hizmetlerde KDV hesaplanmadığından tevkifat uygulaması da söz konusu olmamaktadır. Ancak istisna şartlarının sağlanmadığı ve işlemin yurt içinde gerçekleştiği durumlarda, genel KDV hükümleri çerçevesinde tevkifat uygulanmakta olup uygulamada her bir işlemin ayrı ayrı değerlendirilmesi gerekmektedir (3065 sayılı Katma Değer Vergisi Kanunu, 1984).

3.1.3. Gümrük Vergisi İstisnası

Serbest bölgelere getirilen ürünler, serbest dolaşım statülerine bağlı olarak gümrük vergisi açısından önemli ayrıcalıklara sahiptir. Türkiye veya Avrupa Birliği menşeli ya da serbest dolaşımda bulunan ürünler, statüleri değişmediği sürece Türkiye'ye veya Avrupa Birliği ülkelerine girişte gümrük vergisine tabi tutulmamaktadır. Ayrıca, üçüncü ülke mallarının serbest bölgelere girişi ve bu malların üçüncü ülkelere gönderilmesi sırasında gümrük vergisi uygulanmamaktadır. Ancak, serbest dolaşımda bulunmayan ürünlerin serbest bölgelerden Türkiye'ye girişinde ilgili mevzuat çerçevesinde gümrük vergisi uygulanmaktadır (Aras & Köksoy, 2015: 5).

3.1.4. Damga Vergisi ve Harç İstisnası

Serbest bölgelere yönelik damga vergisi ve harç istisnası düzenlemesi 3218 sayılı Serbest Bölgeler Kanunu'nda yer almakta olup, Kanun'un geçici 3'üncü maddesinin 2'inci fıkrasının (c) bendi uyarınca, Avrupa Birliği'ne tam üyeliğin gerçekleştiği yılı içeren vergilendirme döneminin sonuna kadar, serbest bölgelerde gerçekleştirilen faaliyetlere ilişkin işlemler harçtan, bu işlemlere ilişkin düzenlenen kâğıtlar ise damga vergisinden istisna tutulmuştur. 488 sayılı Damga Vergisi Kanunu'na ekli (2) sayılı tablonun IV/53 maddesinde, serbest bölgelerde yer alan arsaların tahsisine ilişkin olarak düzenlenen sözleşme ve taahhütnamelerin damga vergisinden istisna olduğu hüküm altına alınmıştır (488 sayılı Damga Vergisi Kanunu, 1964).

Serbest bölgelerde faaliyet gösteren işletmelerin yalnızca bu bölgelerde yürüttükleri faaliyetlerle sınırlı olmak üzere düzenledikleri sözleşme, taahhütname ve benzeri belgeler damga vergisine tabi tutulmamakta; ayrıca bu faaliyetler kapsamında istihdam edilen personele ödenen ücretlere ilişkin düzenlenen kâğıtlar da damga vergisi istisnasından yararlanmaktadır.

İstisna, serbest bölgelerde yatırım ve ticari faaliyetlerin teşvik edilmesi amacıyla sağlanmakta olup, işletmeler açısından işlem maliyetlerinin azaltılmasına katkı sağlamaktadır. Özellikle sözleşme, taahhütname ve benzeri belgeler üzerinden alınan damga vergisinin kaldırılması, yüksek tutarlı işlemlerde maliyet avantajı sağlamaktadır. Ancak bu istisna, yalnızca serbest bölge faaliyetleriyle sınırlı olup, bu kapsam dışında kalan işlemler genel vergi mevzuatı hükümlerine tabi olmaya devam etmektedir (488 sayılı Damga Vergisi Kanunu, 1964).

3.2. Vergi Dışı Teşvikler ve Avantajlar

Serbest bölgelerde sağlanan vergi dışı teşvikler ve operasyonel kolaylıklar, işletmelerin uluslararası rekabet gücünü artırmakta, yatırım ortamını iyileştirmekte ve dış ticaret faaliyetlerinin gelişmesine katkı sağlamaktadır. Bu kapsamda serbest bölgelerde işletmelere çeşitli idari, ticari ve operasyonel avantajlar sağlanmaktadır.

Serbest bölgelerde faaliyet gösteren işletmelere orta ve uzun vadede gelecek planlayabilecekleri süreli faaliyet ruhsatları verilmektedir. Bunlar; hazır işyeri kiralayan kiracı-kullanıcı işletmeler için 15 yıl, hazır işyeri kiralayan üretici-kiracı-kullanıcı işletmeler için 20 yıl, kendi işyerini inşa eden yatırımcı-kullanıcı işletmeler için 30 yıl ve kendi işyerini inşa eden üretici-yatırımcı-kullanıcı işletmeler için ise 45 yıldır. Ayrıca, yatırımcı işletmelere

hazinenin özel mülkiyetinde bulunan arazi, arsa ve binalar kiralanabilmekte veya bunlar üzerinde 49 yıla kadar irtifak hakkı tesis edilebilmektedir (Yörük, 2023: 133).

Serbest bölgelerde elde edilen kazanç ve gelirler, herhangi bir izne tabi olmaksızın yurt dışına veya yurt içine serbestçe transfer edilebilmektedir (T.C. Ticaret Bakanlığı, 2023).

Serbest bölgelerdeki faaliyetlere ilişkin ödemeler döviz cinsinden gerçekleştirilmekte olup bu durum, özellikle dış ticaret ağırlıklı çalışan işletmeler açısından kur bazlı işlem yapma ve finansal planlama bakımından kolaylık sağlamaktadır.

Gümrük ve kambiyo mükellefiyetlerine dair mevzuat hükümleri ile üretici işletmelerin talepleri hariç olmak üzere, fiyat, kalite ve standartlarla ilgili olarak kamu kurum ve kuruluşlarına verilen yetkiler serbest bölgelerde uygulanmamaktadır. Serbest bölgelere bürokratik kolaylıklar sağlanmakla birlikte, serbest bölgelerin özel sektör tarafından işletilmesi işletmelere daha esnek bir faaliyet ortamı sunmaktadır.

Yerli ve yabancı tüm pazarlara erişimin sağlanmasıyla, tüketim malları ve riskli mallar dışında herhangi bir kısıtlama getirilmemiştir.

Serbest bölgelere sağlanan teşvik ve avantajlardan yerli veya yabancı işletmeler eşit bir biçimde yararlanmaktadır. Serbest bölgeyi yöneten ve işleten kuruluş ile serbest bölgede faaliyet gösteren işletmeler, yatırım ve üretim safhalarında ayrıca belirlenecek vergi dışı teşviklerden de yararlandırılabilir (Yörük, 2023: 134).

Serbest bölgelerde faaliyet gösteren işletmeler, hammadde ve ara malı temininde tedarik zinciri avantajlarını kullanarak üretim süreçlerinin kesintisiz devam etmesine olanak sağlamakta, bu durum da işletmelere rekabet avantajı sunmaktadır.

Serbest bölgelerde bulunan ürünler süre sınırlaması olmaksızın depolanabilmektedir. Bu sayede işletmeler pazar koşulları ve talep değişimlerine uygun şekilde daha esnek ticari faaliyetlerde bulunabilir (Buyrukoğlu & Şimşek, 2022: 70).

3.3. Serbest Bölgelerde Sağlanan Teşviklerin Muhasebeleştirilmesi

Serbest bölgelere sağlanan avantajlar ya da vergisel teşvikler, işletmenin maliyet yapısı ve finansal sonuçları üzerinde etkili olmaktadır. Dolayısıyla bu teşvikler, işletmelerin vergi yükünü azaltarak işletmelerin finansal tablo kalemlerini etkilemektedir. Bu çalışmada vergisel teşviklerin muhasebeleştirilmesi, söz konusu işlemlerin muhasebe kayıtlarına yansıma biçimi ve finansal tablolar üzerindeki etkileri açısından ele alınmaktadır.

Çalışmanın bu bölümünde, serbest bölgelerde sağlanan vergisel teşviklerin muhasebeleştirilmesi; katma değer vergisi istisnası, gelir ve kurumlar vergisi istisnası, ücretlere ilişkin vergi avantajları ve gümrük vergisi uygulamaları örneklerle açıklanmaya çalışılmıştır.

Kayseri Serbest Bölge'de faaliyet gösteren “B” Tekstil Yatak Sanayi ve Ticaret A.Ş.'ye ilişkin örnek muhasebe kayıtları aşağıda sunulmaktadır.

Örnek-1: “B” Tekstil Yatak Sanayi ve Ticaret A.Ş., Hollanda’daki müşterisine 3.735 Euro tutarında örme döşemeli kumaş satışı gerçekleştirmiştir. İşlem tarihindeki döviz kuru 48,71 TL’dir.

Kur: 3.735 Euro × 48,71 TL = 181.931,85 TL

İhracat İşlemi-KDV İstisnası		
120 YURT DIŞI ALICILAR	181.931,85	
601 YURT DIŞI SATIŞLAR		181.931,85

İşlem ihracat kapsamında değerlendirildiğinden katma değer vergisi hesaplanmamıştır. Satış tutarı işlem tarihindeki kur üzerinden Türk lirasına çevrilip gelir olarak kayıtlara alınmıştır.

Örnek-2: Kayseri Serbest Bölge’de faaliyet gösteren “B” Tekstil Yatak Sanayi ve Ticaret A.Ş., Hollandalı müşteriye ait kumaşların dikim işlemini gerçekleştirmiştir. Verilen fason hizmet bedeli 500 Euro’dur. Hizmete konu ürünler Türkiye’ye giriş yapmaksızın doğrudan Hollanda’ya gönderilmiştir.

Kur: 500 Euro $\times$ 49,00 TL = 24.500 TL

Fason Hizmet-KDV İstisnası		
120 YURT DIŞI ALICILAR	24.500,00	
602 DİĞER GELİRLER		24.500,00

İşletme dönem sonuna kadar tahsilat yapmamıştır. Bu nedenle, dönem sonunda yabancı para cinsinden alacaklar güncel döviz kuru üzerinden değerlendirilmiştir. Dönem sonu döviz kurunun 50 TL olduğu varsayıldığında kur farkı oluşmuştur.

Dönem Sonu Kur Farkı Hesabı:

İhracat Satışına İlişkin Kur Farkı: 3.735 Euro $\times$ 50,00 TL = 186.750,00 TL

186.750 TL – 181.931,85 TL = 4.818,15 TL

Fason Hizmet İşlemine İlişkin Kur Farkı: 500 Euro $\times$ 50,00 TL = 25.000 TL

25.000 TL – 24.500 TL = 500 TL

Toplam Kambiyo Kârı: 4.818,15 TL + 500 TL = 5.318,15 TL

Kur Değerlemesi		
120 YURT DIŞI ALICILAR	5.318,15	
646 KAMBIYO KARLARI		5.318,15

Söz konusu finansal işlemin işletmenin gelir tablosu üzerindeki etkileri;

ETKİ	SONUÇ
KDV hesaplanmamıştır.	İhracat satışı ve fason hizmet işlemleri üzerinden KDV yükü oluşmamıştır.
İhracat ve fason hizmet gelirleri hesaplanmıştır.	Satış ve hizmet gelirleri hasılat olarak muhasebeleştirilmiştir.
Tevkifat uygulanmamıştır.	Nakit çıkışlarını azaltarak işletme likiditesine olumlu katkı sağlamıştır
Kur farkı geliri hesaplanmıştır.	Dönem net kârını olumlu yönde etkilemiştir.

Söz konusu finansal işlemin işletmenin bilançosu üzerindeki etkileri;

HESAP	ETKİ
120 Yurt Dışı Alıcılar	Kur değerlemesi nedeniyle ticari alacak tutarı artmıştır.
Dönen Varlıklar	Ticari alacaklardaki artış nedeniyle aktif toplamı artmıştır.
Özkaynaklar	Dönem kârındaki artış nedeniyle özkaynak yapısı olumlu etkilenmiştir.

Eğer söz konusu işletme serbest bölgede faaliyet göstermeseydi,

DURUM	SERBEST BÖLGELER	NORMAL İŞLETME
KDV	İşlemler istisna kapsamında değerlendirilmiştir.	KDV mevzuatı hükümlerine tabi olmaktadır.
Vergi Yükü	Daha düşük gerçekleşmiştir.	Daha yüksek gerçekleşebilecektir
Faaliyet Kârı	Daha olumlu etkilenmiştir.	Vergi maliyetleri nedeniyle azalabilmektedir.
Nakit Akışları	Daha güçlü gerçekleşmektedir.	Vergisel yükümlülükler nedeniyle daha sınırlı gerçekleşebilecektir.

Bu işlemler finansal tablolar açısından değerlendirildiğinde, ihracat ve fason hizmet işlemlerinin KDV istisnası kapsamında gerçekleştirilmesi, işletmenin vergi yükünü azaltıcı etki yaratmış, böylece işletme sermayesi ihtiyacı azalarak kısa vadeli finansman yükünün hafiflemesine katkı sağlamıştır. Vergi kaynaklı nakit çıkışlarının azalması işletmenin finansal kaynaklarını üretim faaliyetlerine yönlendirmesine olanak sağlayabilir. KDV'nin hesaplanmaması, işletmenin satış işlemleri üzerinde ek vergi maliyeti oluşmasını engellemiş, bu durum ise işletmenin faaliyet kârını olumlu yönde etkilemiştir. Ayrıca fason hizmet işlemlerinde tevkifat uygulanmaması, işletmenin nakit çıkışlarını azaltarak nakit akış yapısını güçlendirmiştir.

Ticari alacakların dönem sonunda kur değerlemesine tabi tutulması sonucunda oluşan kambiyo kârları gelir tablosunda dönem net kârını artırırken, bilanço aktifinde yer alan dönen varlıklarda artışa yol açmıştır. Bu durumun işletmenin finansal performansı ve likidite yapısı üzerinde olumlu etki yarattığı ifade edilebilir.

Söz konusu bu durum serbest bölge dışında faaliyet gösteren işletmeler açısından değerlendirildiğinde ise genel KDV hükümleri kapsamında oluşabilecek vergi yükü ve olası tevkifat uygulamaları işletme maliyetlerini artıracaktır; böylece nakit akışları, faaliyet kârı ve finansal performans üzerinde daha sınırlayıcı etki oluşturabilecektir.

Örnek-3: “B” Tekstil Yatak Sanayi ve Ticaret A.Ş., yatak üretiminde kullanmak üzere Almanya’dan 3.040 Euro tutarında elyaf hammadde ithal etmiştir. Söz konusu ithalat serbest bölge kapsamında gerçekleştirildiğinden gümrük vergisi uygulanmamıştır. İşlem tarihindeki döviz kuru 49,20 TL’dir.

Kur: 3.040 Euro $\times$ 49,20 TL = 149.568 TL

İthalat İşlemi-Gümrük Vergisi Avantajı		
150 İLK MADDE VE MALZEME 320 YURT DIŞI SATICILAR	149.568,00	149.568,00

Serbest bölge kapsamında gerçekleştirilen ithalat işlemlerinde gümrük vergisi uygulanmadığından, hammadde maliyeti yalnızca hammadde bedeli üzerinden muhasebeleştirilmiştir. İşletmenin serbest bölgede faaliyet göstermemesi durumunda %10 gümrük vergisi uygulanacağı varsayılmıştır.

149.568 TL $\times$ %10 = 14.956,8 TL

Gümrük Vergisi		
150 İLK MADDE VE MALZEME 360 ÖDENECEK VER. VE FONLAR	14.956,80	14.956,80

Örnek-4: “B” Tekstil Yatak Sanayi ve Ticaret A.Ş., Almanya’dan gerçekleştirdiği elyaf hammadde ithalatına ilişkin gümrük işlemlerinin yürütülmesi amacıyla gümrük müşavirine 7.000 TL hizmet bedeli ödemiştir.

Gümrük Giderleri		
770 GENEL YÖNETİM GİDERİ 336 DİĞER ÇEŞİTLİ BORÇLAR	7.000,00	7.000,00

Bununla birlikte, serbest bölgelere sağlanan gümrük vergisi avantajının işletmeler açısından tüm maliyetleri ortadan kaldırmadığı, ithalat sürecine bağlı dolaylı giderlerin ise varlığını sürdürdüğünü göstermektedir. Bu kapsamda, serbest bölgelere sağlanan gümrük vergisi avantajı maliyetleri azaltıcı etki yaratmakla birlikte, gümrük işlemlerine bağlı olarak ortaya çıkan müşavirlik giderleri gibi dolaylı maliyet unsurları toplam maliyet üzerinde etkili olabilmektedir. Bu durum, gümrük avantajının her zaman işletmeler açısından tam bir maliyet avantajı sağlamayabileceğini de ifade edebilir.

İşletme dönem sonuna kadar karşı işletmeye ödeme gerçekleştirememiştir. Bu nedenle dönem sonunda yabancı para cinsinden olan borçlar güncel döviz kuru üzerinden değerlendirilmiştir. Dönem sonu döviz kurunun 50 TL olduğu varsayıldığında kur farkı oluşmuştur.

Yeni borç: 3.040 Euro $\times$ 50,00 TL = 152.000 TL

Dönem Sonu Kur farkı: 152.000 TL – 149.568 TL = 2.432 TL Kambiyo zararı ortaya çıkmıştır.

Yabancı Para Kur Değerlemesi		
656 KAMBIYO ZARARLARI 320 YURT DIŞI SATICILAR	2.432,00	2.432,00

Söz konusu finansal işlemin işletmenin gelir tablosu üzerindeki etkileri;

ETKİ	SONUÇ
Gümrük Vergisi uygulanmamıştır.	Hammadde maliyetleri daha düşük gerçekleşmiştir.
Gümrük müşavirlik giderine katlanılmıştır.	Faaliyet giderlerinde artışa yol açmıştır.
Kur farkı zararı oluşmuştur.	Dönem net kârı olumsuz etkilenmiştir.

Söz konusu finansal işlemin işletmenin bilançosu üzerindeki etkileri;

HESAP	ETKİ
150 İlk Madde ve Malzeme	Hammadde maliyetleri gümrük vergisi hariç kaydedilmiştir
320 Yurt Dışı Satıcılar	Kur değerlemesi sonucunda artmıştır.
Kısa Vadeli Yabancı Kaynaklar	Döviz borcu nedeniyle yükselmiştir.

Eğer söz konusu işletme serbest bölgede faaliyet göstermeseydi,

DURUM	SERBEST BÖLGE	NORMAL İŞLETME
Gümrük Vergisi	Uygulanmamıştır.	14.956,8 TL gümrük vergisi hesaplanacaktır.
Hammadde Maliyetleri	Daha düşük gerçekleşmiştir.	Daha yüksek gerçekleşecektir.
Faaliyet Kârı	Daha olumlu etkilenmiştir.	Artan maliyetler nedeniyle azalabilecektir.
Satışların Maliyeti	Daha düşük etkilenmiştir.	Daha yüksek etkilenebilecektir.
Nakit Çıkışları	Daha düşük gerçekleşmiştir.	Vergi yükünden dolayı daha fazla olacaktır.

Finansal tablolar açısından değerlendirildiğinde, serbest bölgelerde uygulanan gümrük vergisi avantajı işletmenin üretimde kullandığı hammadde maliyetlerini düşürmektedir. Gümrük vergisinin uygulanmaması nedeniyle ilk madde ve malzeme maliyetlerinin daha düşük hesaplanması, üretim maliyetlerini azaltmış ve satışların maliyeti ile işletmenin likidite yapısı üzerinde olumlu etki yaratmıştır. Bu durum işletmenin brüt satış kârını ve faaliyet kârını artırarak gelir tablosuna olumlu yansımıştır. Vergi avantajına rağmen, gümrük müşavirlik giderleri gibi ithalat sürecine bağlı dolaylı maliyet unsurları ise faaliyet giderlerini artırıcı etki yaratmaktadır. Daha önce de ifade edildiği gibi, bu durum serbest bölgelere sağlanan avantajların tüm maliyet unsurlarını tamamen ortadan kaldırmadığını göstermektedir.

Yabancı paralı borçların dönem sonu kur değerlemesine tabi tutulması sonucunda kambiyo zararı oluşmuş ve bu zarar gelir tablosunda giderlerin artışına neden olmuştur. Ayrıca, bilanço pasifinde yer alan kısa vadeli yabancı kaynakların artması da işletmenin döviz kuru riskine maruz kalabileceğini göstermektedir.

Serbest bölgeler dışında faaliyet gösteren işletmelerde ise gümrük vergisinin doğrudan maliyet unsuru haline gelmesi, üretim maliyetlerini artırmakta, bu durumun ise işletmenin rekabet gücü ile kârlılığı üzerinde olumsuz etki oluşturabileceği ifade edilmektedir.

Örnek-5: Serbest bölgede üretim faaliyetinde bulunan “B” Tekstil Yatak Sanayi ve Ticaret A.Ş., ücretlere ilişkin gelir vergisi kesintilerini her ay muhtasar beyanname aracılığıyla beyan etmekte ve bu işlemlere ilişkin muhasebe tahakkuk kayıtlarını düzenli olarak oluşturmaktadır. Ancak söz konusu kesintiler, yıl sonunda düzenlenen yeminli mali müşavir raporu doğrultusunda istisna kapsamında değerlendirilmekte ve tahakkuk eden vergi borçları terkin edilmektedir. Bu duruma ilişkin muhasebe hesaplamaları ve kayıtları aşağıdaki gibidir.

Toplam Brüt Ücret	= 300.000 TL
SGK işçi payı (%14)	= 42.000 TL
İşsizlik sigortası işçi payı (%1)	= 3.000 TL
Gelir vergisi matrahı	= 255.000 TL
Gelir vergisi (%15)	= 38.250 TL
Damga vergisi (%0,759)	= 2.277 TL
Net Ücret	= 300.000 TL - (42.000 TL + 3.000 TL + 38.250 TL + 2.277 TL) = 214.473 TL
SGK işveren payı (20,5)	= 61.500 TL
İşsizlik işveren payı (%2)	= 6.000 TL

SGK Tahakkuk İşlemi		
770 GENEL YÖNETİM GİDERİ	367.500,00	
335 PERSONELE BORÇLAR		214.473,00
360 ÖDENECEK VERGİ VE FONLAR		40.527,00
361 ÖDENECEK SGK KESİNTİLERİ		112.500,00

Dönem sonunda yeminli mali müşavir raporu doğrultusunda işletmenin ihracat şartını sağladığı tespit edilmekte ve bu kapsamda yıl içerisinde tahakkuk ettirilen gelir vergisi stopajı mahsup edilmektedir. Buna karşın, damga vergisi ve SGK yükümlülükleri istisna kapsamında olmayıp vergi yükümlülüğü aynen devam etmektedir.

Yıl içindeki toplam stopaj tutarı = 38.250 TL × 12 ay = 459.000 TL

Dönem Sonu Mahsup İşlemi		
360 ÖDENECEK VERGİ VE FONLAR	459.000,00	
679 DİĞER OLAĞANDIŞI GELİR VE KARLAR		459.000,00

Serbest bölgelerde ücretlere ilişkin vergi istisnası, teorik olarak doğrudan vergi kesintisi yapılmaması şeklinde ifade edilse de uygulamada yıl içerisinde vergi tahakkuku oluşturulmakta ve istisna yıl sonunda yapılan düzeltme işlemleri ile muhasebe kayıtlarına yansımaktadır. Bu durum, vergi istisnasının muhasebe sistemine dolaylı olarak etki ettiğini göstermektedir.

Söz konusu finansal işlemin işletmenin gelir tablosu üzerindeki etkileri;

ETKİ	SONUÇ
Gelir vergisi stopajı istisnası	İşletmenin vergi yükünü azaltıcı etki yaratmıştır.
Stopajın terkin edilmesi	Dönem net kârı olumlu etkilenmiştir.
SGK ve Damga Vergisi yükümlülükleri	Faaliyet giderleri değişmemiştir.

Söz konusu finansal işlemin işletmenin bilançosu üzerindeki etkileri;

HESAP	ETKİ
360 Ödenecek Vergi ve Fonlar	Stopaj terkin işlemi sonucunda azalmıştır.
335 Personele Borçlar	Net ücret yükümlülüğü oluşmuştur.
Kısa Vadeli Yabancı Kaynaklar	SGK ve Damga Vergisi yükümlülükleri nedeniyle devam etmiştir.

Eğer söz konusu işletme serbest bölgede faaliyet göstermeseydi,

DURUM	SERBEST BÖLGE	NORMAL İŞLETME
Gelir Vergisi Stopajı	Terkin edilmiştir.	459.000 TL vergi yükü oluşacaktır.
Personel Maliyeti	Daha düşük gerçekleşmiştir.	Daha yüksek gerçekleşebilecektir.
Net Dönem Kârı	Daha olumlu etkilenmiştir.	Vergi yükü nedeniyle azalacaktır.
Nakit Çıkışları	Daha düşük gerçekleşecektir.	Vergi yükü nedeniyle daha yüksek gerçekleşecektir.

Finansal tablolar açısından değerlendirildiğinde, serbest bölgelere uygulanan ücret gelir vergisi stopaj istisnası işletmenin personel maliyetlerini azaltmaktadır. Yıl içerisinde tahakkuk ettirilen gelir vergisi stopajının dönem sonunda terkin edilmesi sonucunda, gelir tablosunda vergi giderleri azalmış ve dönem net kârı olumlu yönde etkilenmiştir. Stopaj yükünün ortadan kalkması özellikle emek yoğun üretim faaliyetinde bulunan işletmeler açısından iş gücü maliyetlerini azaltmakta ve faaliyet kârını artırmaktadır. Bu durum işletmenin rekabetçi fiyatlama yapabilmesine ve üretim kapasitesini daha etkin kullanabilmesine katkı sağlayabilir.

Bilanço açısından değerlendirildiğinde ise stopaj terkin işlemi sonucunda kısa vadeli vergi yükümlülükleri azalmakta ve işletmenin kısa vadeli yabancı kaynak yapısı üzerinde azaltıcı etki yaratmaktadır. Vergi kaynaklı nakit çıkışlarının azalması da işletmenin likidite yapısını güçlendirmekte ve işletme sermayesinin daha etkin kullanılmasına katkı sağlamaktadır. Buna karşın, SGK primi ve damga vergisine ilişkin giderlerin devam etmesi, işletmenin tüm personel giderlerinden tamamen muaf olmadığını göstermektedir.

Serbest bölge dışında faaliyet gösteren işletmelerde gelir vergisi stopaj yükünün devam etmesi, personel maliyetlerini artırmakta ve dönem net kârı üzerinde azaltıcı etki yaratmaktadır. Bu durum aynı zamanda işletmenin nakit çıkışlarını da artırarak işletmenin finansal performansı sınırlandırabilmektedir.

Örnek-6: Serbest bölgede üretim faaliyetinde bulunan “B” Tekstil Yatak Sanayi ve Ticaret A.Ş., dönem sonunda 4.645.000 TL ticari kâr elde etmiştir. İşletmenin üretim faaliyetinden elde ettiği bu kazanç, serbest bölge kapsamında kurumlar vergisinden istisnadır.

İşletmenin serbest bölgede faaliyet göstermemesi durumunda kurumlar vergisi oranının %25 olduğu varsayılmıştır.

$$4.645.000 \text{ TL} \times \%25 = 1.161.250 \text{ TL}$$

Kurumlar Vergisi Karşılık Hesabı		
691 DÖNEM KÂRI VERGİ VE DİĞ. YASAL YÜK. KAR. 370 DÖNEM KÂRI VERGİ VE DİĞ. YASAL YÜK. KAR.	1.161.250,00	1.161.250,00

1.161.250 TL tutarındaki vergi avantajı işletmenin özkaynaklarında aynı tutarda artış yaratmıştır. Elde edilen kazançların kurumlar vergisinden istisna tutulması nedeniyle, dönem sonunda kurumlar vergisi karşılığı ayrılmamakta ve bu doğrultuda 370 Dönem Kârı Vergi ve Diğer Yasal Yükümlülük Karşılıkları hesabı kullanılmamaktadır. Kurumlar vergisi istisnası, işletmelerin vergi yükünü doğrudan ortadan kaldırmakta ve dönem net kârının daha yüksek gerçekleşmesine olanak sağlamaktadır.

Söz konusu finansal işlemin işletmenin gelir tablosu üzerindeki etkileri;

ETKİ	SONUÇ
Kurumlar vergisi istisnası	Vergi gideri oluşmamıştır.
Vergi karşılığı ayrılmaması	Dönem net kârı daha yüksek gerçekleşmiştir.
Vergi yükünün ortadan kalkması	Finansal performans olumlu etkilenmiştir.

Söz konusu finansal işlemin işletmenin bilançosu üzerindeki etkileri;

HESAP	ETKİ
370 Dönem Kârı Vergi ve Diğ. Yasal Yük. Kar.	Vergi yükümlülüğü oluşmamıştır
Özkaynaklar	Net dönem kârındaki artış nedeniyle olumlu etkilenmiştir
Kısa Vadeli Yabancı Kaynaklar	Vergi borcu oluşmadığı için daha düşük gerçekleşmiştir

Eğer söz konusu işletme serbest bölgede faaliyet göstermeseydi,

DURUM	SERBEST BÖLGE	NORMAL İŞLETME
Kurumlar Vergisi	İstisna kapsamında değerlendirilmiştir.	1.161.250 TL vergi yükü oluşacaktır.
Net Dönem Kârı	Daha yüksek gerçekleşmiştir.	Vergi gideri nedeniyle azalacaktır.
Vergi Yükü	Bulunmamaktadır.	Daha yüksek gerçekleşecektir.
Nakit Çıkışları	Daha düşük düzeydedir.	Vergi ödemesi nedeniyle daha yüksek gerçekleşecektir.

Finansal tablolar açısından değerlendirildiğinde, serbest bölgelerde uygulanan kurumlar vergisi istisnası işletmenin vergi yükünü doğrudan ortadan kaldırarak dönem net kârının daha yüksek hesaplanmasına katkı sağlamıştır. Dönem sonunda kurumlar vergisi karşılığı ayrılması nedeniyle gelir tablosunda vergi giderleri oluşmamakta ve işletmenin faaliyet sonucu elde ettiği kazanç doğrudan özkaynaklara olumlu yansımaktadır.

Vergi yükümlülüğünün oluşmaması bilanço pasifinde yer alan kısa vadeli yabancı kaynakların daha düşük düzeyde gerçekleşmesine katkı sağlarken, dönem kârındaki artış özkaynak yapısını güçlendirmiştir. Bu durum işletmenin finansal yapısını olumlu etkileyerek özkaynak kârlılığı, net kâr marjı ve finansal performans göstergelerinde iyileşmeye olanak sağlamaktadır.

Ayrıca kurumlar vergisi nedeniyle oluşacak nakit çıkışlarının ortadan kalkması işletmenin finansal kaynaklarını üretim, yatırım ve işletme faaliyetlerinde daha etkin kullanabilmesine olanak tanımaktadır. Bu durum özellikle üretim işletmeleri açısından sürdürülebilir büyüme ve yatırım kapasitesi bakımından önemli avantaj sağlayabilir.

Serbest bölge dışında faaliyet gösteren işletmeler açısından değerlendirildiğinde ise, kurumlar vergisi yükü dönem net kârını azaltmakta, özkaynak büyüme hızını yavaşlatmakta ve işletmenin finansal performansı üzerinde sınırlandırıcı etki yaratmaktadır.

4. SONUÇ

Bu çalışmada, serbest bölgelerde faaliyet gösteren üretim işletmelerine sağlanan vergisel teşvikler ile bu teşviklerin muhasebeleştirilmesi incelenmiştir. Elde edilen bulgular, katma değer vergisi, gümrük vergisi, ücretlere ilişkin gelir ve kurumlar vergisi istisnalarının işletmelerin maliyet yapısını olumlu etkileyebileceğini, vergi yükünü azaltabileceğini ve finansal performanslarını da güçlendirebileceğini göstermektedir.

Çalışma kapsamında katma değer vergisi ve gümrük vergisi uygulamalarının üretim maliyetleri, satışların maliyeti ile nakit akışları üzerinde etkili olduğu, bunun da brüt kârlılığı artırdığı; ücretlere ilişkin gelir vergisi istisnasının ise iş gücü maliyetlerini azaltarak faaliyet kârına katkı sağlayabileceği ifade edilmiştir. Kurumlar vergisi istisnasının ise diğer teşviklerden farklı olarak vergi karşılığı ayrılması yoluyla dönem net kârını ve özkaynak yapısını olumlu etkileyebileceği görülmektedir.

Ayrıca serbest bölgelere sağlanan teşviklerin işletmelerin yalnızca vergi yükünü azaltmakla sınırlı kalmadığı; aynı zamanda likidite yapısı, işletme sermayesi, faaliyet kârı, net kâr marjı ve finansal sürdürülebilirlik üzerinde de olumlu etkiler yaratacağı ifade edilebilir. Vergi kaynaklı nakit çıkışlarının azalması, işletmelerin finansal kaynaklarının üretim ve yatırım faaliyetlerine daha etkin şekilde yönlendirebilmesine olanak sağlamaktadır.

Bununla birlikte, serbest bölgelerde sağlanan teşviklerin tüm finansal yükümlülükleri kapsayamadığı, özellikle damga vergisi ve sosyal güvenlik primi gibi yükümlülüklerin devam ettiği belirlenmiştir. Ayrıca gümrük vergisi

avantajına rağmen işletmelerin ithalat sürecine bağlı olarak ortaya çıkabilen gümrük müşavirliği giderleri gibi dolaylı maliyet unsurlarına katlandığı belirtilmiştir.

Sonuç olarak, serbest bölgelerde sağlanan vergisel teşviklerin üretim işletmeleri açısından önemli finansal avantajlar sunduğu; maliyetleri azaltarak kârlılığı, rekabet gücünü ve finansal performansı artırdığı söylenebilir. Serbest bölgelerde faaliyet gösteren işletmeler, serbest bölge dışında faaliyet gösteren işletmelere kıyasla üretim, yatırım ve dış ticaret faaliyetlerini daha düşük maliyetlerle ve daha etkin bir şekilde gerçekleştirebilmektedir. Ancak bu avantajların işletmelerin finansal tablolarına güvenilir ve gerçeğe uygun şekilde yansıtılabilmesi için muhasebe kayıtlarının da ilgili mevzuata uygun, eksiksiz ve tutarlı biçimde düzenlenmesi büyük önem taşımaktadır.

KAYNAKLAR

- Alacaklıoğlu, A. S. (1998). Sorularla Serbest Bölgeler: İşlemler ve Mevzuat, *İstanbul Ticaret Odası Yayınları*, 69, İstanbul.
- Alansary, O. S., & Al-Ansari, T. (2023). Defining Free Zones: A Systematic Review of Literature. *Heliyon*, 9(4)
- Altay Ebiri, K. (2000). Türkiye'deki Serbest Bölgelerin Ekonomiye Etkileri ve Vergisel Boyutu, *Vergi Denetmenleri Derneği Dergisi*, 49, 53-60.
- Aras, İ., & Köksoy, N. E. (2015). Serbest Bölgeler Bilgi Notu. Konya: Mevlana Kalkınma Ajansı.
- Arslansever, H., & Çobanoğlu, S. (2016). Serbest Bölgelerde Vergi Avantajları, *Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 3(3), 1-14.
- Buyrukoğlu, S., & Şimşek, M. H. (2022). Türkiye'de Vergi Planlaması Aracı Olarak Serbest Bölgeler, *Gümrük ve Ticaret Dergisi*, 9(29), 58-75.
- Çetinkaya, Ö., & Bektaş, N. B. (2014). Serbest Bölgeler ve Ekonomik İşlevleri Yönüyle Değerlendirilmesi, *Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 7(2), 53-70.
- Günaydın, Ö. E. (2020). Serbest Bölgeler ve Dış Ticaret İlişkisi: Ege Serbest Bölgesi Üzerine Bir Araştırma, *Uluslararası Sosyal Bilimler ve Eğitim Dergisi*, 2(2), 24-43.
- Güllü, M. (2008). Serbest Bölgeler ve Gaziantep Serbest Bölgesi'nin Yöre ve Ülke Ekonomisine Katkıları, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Şanlıurfa.
- Karaduman, N., & Yıldız, Z. (2002). Serbest Bölge Uygulamalarının Dış Ticarete ve Yabancı Sermayeye Katkıları, *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 7(1), 133-152.
- Koçak, Y. (2016). Serbest Bölgelerde Vergi Uygulamaları, *Gümrük ve Ticaret Dergisi*, 7, 43-51.
- Neveling, P. J. W. (2015). Free Trade Zones, Export Processing Zones, Special Economic Zones and Global Imperial Formations 200 BCE to 2015 CE, *The Palgrave Encyclopedia of Imperialism and Anti-Imperialism*, 1007-1016, Palgrave Macmillan.
- Saraçoğlu, F. & Özcan, B. (2021). Serbest Bölgeler ve Vergi Planlaması, Vergi Müfettişleri Derneği Yayını, Ankara.
- Şimşek, M. A. (2026). *Serbest Bölgelerde İhracat Yapan Firmaların Yatırım Yapma Nedenleri ve Karşılaştıkları Sorunlar: Mersin Serbest Bölgesi Örneği*, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Karaman.
- T.C. Gelir İdaresi Başkanlığı. (2013). Serbest Bölgede Faaliyet Gösteren Kollektif Şirket Ortaklarının Vergilendirilmesi Hakkında Özelge, (Sayı: 62030549-120[94-2012/829]-277, 26.02.2013).

- T.C. Ticaret Bakanlığı. (2023). Serbest Bölgelerimizin Sunduğu Avantajlar, Serbest Bölgeler Genel Müdürlüğü.
- T.C. Ticaret Bakanlığı Serbest Bölgeler Genel Müdürlüğü (2026). Serbest Bölgeler Genel Bilgi Notu, Ankara.
- Türkgenç, G. (2010). Türkiye Serbest Bölgelerinin Kalkınmaya Etkisi, *Uluslararası Ekonomik Sorunlar Dergisi*, 34, 49-57.
- Tümenbatur, A. (2012). Serbest Bölgeler ve Türkiye Ekonomisine Katkıları Üzerine Bir Değerlendirme, *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 21(3), 339-356.
- Yörük, A. (2023). Serbest Bölgeler ve Avantajları. *İzmir SMMM Dayanışma Dergisi*, 133(6), 131-135.
- 3218 Sayılı Serbest Bölgeler Kanunu. (1985). Resmî Gazete, 15.06.1985, Sayı: 18785.
- 3218 Sayılı Serbest Bölgeler Kanunu Ek Madde 4. (2021). Resmî Gazete, 04.11.2021, Sayı: 7341.
- 3065 Sayılı Katma Değer Vergisi Kanunu. (1984). Resmî Gazete, 02.11.1984, Sayı: 18563.
- 488 Sayılı Damga Vergisi Kanunu. (1964). Resmî Gazete, 11.07.1964, Sayı: 11751.

BİLİNÇLİ FARKINDALIĞIN DUYGUSAL YEME İLE İLİŞKİSİNDE ÖZ-ELEŞTİREL RUMİNASYONUN ARACI ROLÜ**Büşra ULUSOY¹ /Dr. Öğr. Üyesi Filiz KUMOVA²****¹Fatih Sultan Mehmet Vakıf Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Klinik Psikoloji Bölümü Yüksek Lisans Öğrencisi, busra.ulusoy@stu.fsm.edu.tr****ORCID:0009-0005-3557-413X****²Fatih Sultan Mehmet Vakıf Üniversitesi, İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi, Psikoloji Bölümü, fkumova@fsm.edu.tr,****ORCID:0000-0001-8420-629X****Özet**

Bu çalışmada, bilinçli farkındalığın duygusal yeme ile ilişkisinde öz-eleştirel ruminasyonun aracı rolü incelenmiştir. Araştırma 18–25 yaş aralığında 200 genç yetişkin bireylerle yürütülmüştür. Pearson korelasyon analizi sonuçlarına göre, duygusal yeme ile öz-eleştirel ruminasyon arasında pozitif yönlü ($r = 0,461, p < 0,001$), bilinçli farkındalık ile arasında ise negatif yönlü ve anlamlı ilişkiler ($r = -0,444, p < 0,001$) bulunmuştur. Bilinçli farkındalık ile öz-eleştirel ruminasyon arasında da negatif yönlü ve anlamlı bir ilişki ($r = -0,412, p < 0,001$) saptanmıştır. Hayes Makrosu (model 4) ile gerçekleştirilen aracılık analizi sonuçları, bilinçli farkındalığın duygusal yeme üzerinde anlamlı bir toplam etkisinin bulunduğunu ($B = -0,213, p < 0,001, \%95\ GA [-0,102, -0,037]$) göstermiştir. Bilinçli farkındalık, öz-eleştirel ruminasyonu ($b = -0,210, SH = 0,033, t = -6,362, p < 0,001, \%95\ GA [-0,276, -0,145]$), öz eleştirel ruminasyonun da duygusal yemeyi ($b = 0,314, SH = 0,062, t = 5,088, p < 0,001, \%95\ GA [0,192, 0,435]$) anlamlı ve pozitif yönde etkilediği görülmüştür. Bilinçli farkındalığın duygusal yeme üzerindeki hem doğrudan ($b = -0,147, SH = 0,032, t = -4,651, p < 0,001$) hem de dolaylı etkisinin anlamlı olduğu tespit edilmiştir. (Dolaylı etki $-0,066$ ve $\%95\ GA [-0,102, -0,037]$ 'dir). Bulgular, öz-eleştirel ruminasyonun, bilinçli farkındalık-duygusal yeme arasındaki ilişkide kısmi aracılık rolü olduğunu göstermiştir. Elde edilen bulgular, bilinçli farkındalığın duygusal yeme davranışını azaltıcı bir rol oynadığını; öz-eleştirel ruminasyonun ise bu ilişkiyi kısmen açıklayan önemli bir bilişsel mekanizma olduğunu göstermektedir. Bu doğrultuda, bilinçli farkındalık temelli psikoeğitimin ve öz-eleştirel ruminasyonu hedef alan psikoterapötik müdahalelerin, duygusal yeme davranışlarının azaltılmasında etkili olabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Duygusal yeme, bilinçli farkındalık, öz-eleştirel ruminasyon, genç yetişkinlik

THE MEDIATING ROLE OF SELF-CRITICAL RUMINATION IN THE RELATIONSHIP BETWEEN MINDFULNESS AND EMOTIONAL EATING

Büşra ULUSOY¹ /Assistant Professor Filiz KUMOVA²

¹Fatih Sultan Mehmet Vakıf University, Student of Clinical Psychology Master Program,
busra.ulusoym@stu.fsm.edu.tr

ORCID:0009-0005-3557-413X

²Fatih Sultan Mehmet Vakıf University, Psychology Department, fkumova@fsm.edu.tr,

ORCID:0000-0001-8420-629X

Abstract

In the present study, the mediating role of self-critical rumination in the relationship between mindfulness and emotional eating was examined. 200 young adults aged 18–25 participated in this study. Pearson correlation analysis revealed a positive, and significant relationship between emotional eating and self-critical rumination ($r = .461, p < .001$), and a negative and significant relationship between emotional eating and mindfulness ($r = -.444, p < .001$). A negative and significant relationship was also found between mindfulness and self-critical rumination ($r = -.412, p < .001$). Mediation analysis conducted by Hayes macro (model 4) demonstrated that mindfulness had a significant total effect on emotional eating ($B = -.213, p < .001, 95\% CI [-.102, -.037]$). The results revealed mindfulness negatively and significantly affected self-critical rumination ($b = -.210, SH = .033, t = -6.362, p < .001, 95\% CI [-.276, -.145]$), and self-critical rumination affected emotional eating in return positively and significantly ($b = .314, SH = .062, t = 5.088, p < .001, 95\% CI [.192, .435]$). Mindfulness had both direct ($b = -.147, SH = .032, t = -4.651, p < .001$) and indirect effects on emotional eating (indirect effect was $-.066$, and $95\% CI [-.102, -.037]$) through self-critical rumination, indicating partial mediation. Findings showed that mindfulness played a significant role in reducing emotional eating, and self-critical rumination was an important cognitive mechanism that partially explained this relationship. In this regard, it was suggested that mindfulness-based psychoeducation and psychotherapeutic interventions targeting self-critical rumination might help to reduce emotional eating.

Keywords: Emotional eating, mindfulness, self-critical rumination, young adulthood.

Genişletilmiş Özet

Giriş ve Amaç: Günümüzde bireylerin yeme davranışları yalnızca fizyolojik ihtiyaçlarla sınırlı kalmamakta; aynı zamanda duygusal ve bilişsel süreçlerle yakından ilişkili, bütünlüklü bir yapı göstermektedir. Özellikle duygusal yeme, bireylerin stres, kaygı ve olumsuz duygularla başa çıkmak amacıyla besin tüketimine yönelmesiyle karakterize edilen yaygın bir davranış örüntüsüdür. Son yıllarda çok dikkat çeken bilinçli farkındalık (mindfulness) kavramı, bireyin anda kalma ve deneyimlerini yargılamadan kabul etme kapasitesiyle ilişkilidir. Yapılan çalışmalar bilinçli farkındalığın, duygusal yeme davranışını azaltan ve kişinin yeme davranışını düzenleyen koruyucu bir faktör olduğunu göstermiştir. Literatürde yeni bir kavram olan öz-eleştirel ruminasyon, bireyin kendisine yönelik olumsuz, tekrarlayıcı ve yargılayıcı düşüncelerini içeren bilişsel bir süreç olarak tanımlanmaktadır. Bu süreç, psikolojik sıkıntıyı artırarak uyumsuz başa çıkma stratejilerini, özellikle de duygusal yemeyi tetikleyebilmektedir. Bu bağlamda, bilinçli farkındalığın duygusal yeme üzerindeki etkisinin yalnızca doğrudan değil, aynı zamanda öz-eleştirel ruminasyon gibi bilişsel mekanizmalar aracılığıyla dolaylı olarak da gerçekleşebileceği düşünülmektedir. Özellikle genç yetişkinlik dönemi, yoğun stres ve kimlik gelişimi süreçlerini içermesi nedeniyle bu değişkenler arasındaki ilişkilerin incelenmesi açısından kritik bir dönemdir. Bu çalışmanın amacı, 18–25 yaş arası genç yetişkinlerde bilinçli farkındalık düzeyi ile duygusal yeme arasındaki ilişkide öz-eleştirel ruminasyonun aracı rolünü ortaya koymaktır. Bu doğrultuda araştırmanın hipotezleri şu şekildedir: H1: Bilinçli farkındalık ile duygusal yeme arasında negatif, öz-eleştirel ruminasyon ile duygusal yeme arasında ise pozitif yönde anlamlı bir ilişki vardır. H2: Bilinçli farkındalık ile duygusal yeme arasındaki ilişkide öz-eleştirel ruminasyonun aracılık rolü vardır.

Yöntem: Gönüllülük esasına ve kolayda örnekleme yöntemine dayalı olarak yürütülen bu çevrimiçi çalışmada 18-25 yaş arası 200 katılımcı yer almıştır. Katılımcılar sırasıyla; Demografik Bilgi Formu, Duygusal Yeme Ölçeği, Bilinçli Farkındalık Ölçeği ve Öz-Eleştirel Ruminasyon Ölçeği'ni doldurmuşlardır.

Bulgular: Pearson korelasyon analizi sonuçlarına göre, hipotezlerimize paralel olarak, duygusal yeme ile öz-eleştirel ruminasyon arasında pozitif yönlü ($r = 0,461, p < 0,001$), bilinçli farkındalık ile arasında ise negatif yönlü ve anlamlı ilişkiler ($r = -0,444, p < 0,001$) bulunmuştur. Bilinçli farkındalık ile öz-eleştirel ruminasyon arasında da negatif yönlü ve anlamlı bir ilişki ($r = -0,412, p < 0,001$) saptanmıştır. Hayes Makrosu (model 4) ile gerçekleştirilen aracılık analizi sonuçları, bilinçli farkındalığın duygusal yeme üzerinde anlamlı bir toplam etkisinin bulunduğunu ($B = -0,213, p < 0,001, \%95 \text{ GA } [-0,102, -0,037]$) göstermiştir. Bilinçli farkındalık, öz-eleştirel ruminasyonu ($b = -0,210, SH = 0,033, t = -6,362, p < 0,001, \%95 \text{ GA } [-0,276, -0,145]$), öz eleştirel ruminasyonun da duygusal yemeyi ($b = 0,314, SH = 0,062, t = 5,088, p < 0,001, \%95 \text{ GA } [0,192, 0,435]$) anlamlı ve pozitif yönde etkilediği görülmüştür. Bilinçli farkındalığın duygusal yeme üzerindeki hem doğrudan ($b = -0,147, SH = 0,032, t = -4,651, p < 0,001$) hem de dolaylı etkisinin anlamlı olduğu tespit edilmiştir. (Dolaylı etki $-0,066$ ve $\%95 \text{ GA } [-0,102, -0,037]$ 'dir). Bulgular, öz-eleştirel ruminasyonun, bilinçli farkındalık-duygusal yeme arasındaki ilişkide kısmi aracılık rolü olduğunu göstermiştir.

Tartışma ve Sonuç: Bu çalışmadan elde edilen bulgular, bilinçli farkındalık düzeyi yüksek olan bireylerin, öz-eleştirel ruminasyon süreçlerini daha az deneyimlediklerini ve bu sayede duygusal yeme davranışına daha az yöneldiklerini göstermektedir. Öz-eleştirel ruminasyonun bu ilişkideki kısmi aracılık rolü, bireyin kendisine yönelik acımasız eleştirilerinin duygusal yemeyi tetikleyen temel bir mekanizma olduğunu göstermektedir. Bu sonuçlar, yeme davranışlarını düzenlemeye yönelik klinik müdahalelerde sadece farkındalık becerilerinin geliştirilmesinin değil, aynı zamanda bireylerin öz-eleştirel düşünce kalıplarının azaltılmasının da kritik bir öneme sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Duygusal yeme, bilinçli farkındalık, öz-Eleştirel ruminasyon, genç yetişkinlik.

Extended Abstract

Introduction and Objectives: Nowadays, individuals' eating behaviors are not limited to physiological needs; rather, they reflect a complex structure closely linked to emotional and cognitive processes. Emotional eating, in particular, is a common behavioral pattern characterized by individuals' tendency to consume food as a way of coping with stress, anxiety, and negative emotions. In recent years, the concept of mindfulness, which has gained considerable attention, has been associated with an individual's capacity to remain present in the moment and accept experiences without judgment. Previous research demonstrated that mindfulness functioned as a protective factor by reducing emotional eating and supporting healthier regulation of eating patterns. Self-critical rumination, a relatively new concept in the literature, is defined as a cognitive process characterized by negative, repetitive, and self-judgmental thoughts directed toward oneself. This process may trigger maladaptive coping strategies by increasing psychological distress. Within this framework, it was suggested that the effect of mindfulness on emotional eating might not occur only directly but also indirectly through self-critical rumination. Young adulthood, in particular, represents a critical developmental period for examining these relationships, as it involves intense stress and ongoing identity-formation processes. The aim of the present study was to examine the mediating role of self-critical rumination in the relationship between mindfulness and emotional eating among young adults aged 18–25. Accordingly, the hypotheses of the study are as follows: H1: There is a negative relationship between mindfulness and emotional eating, and a positive relationship between self-critical rumination and emotional eating. H2: Self-critical rumination mediates the relationship between mindfulness and emotional eating.

Method: Based on voluntary participation and convenience sampling, 200 individuals aged between 18 and 25 were recruited for this online study. Participants completed the Demographic Information Form, the Emotional Eating Scale, the Mindfulness Scale, and the Self-Critical Rumination Scale.

Results: Compatible with our hypotheses, a significant positive correlation was found between emotional eating and self-critical rumination ($r = .461, p < .001$), while a significant negative correlation was found between emotional eating and mindfulness ($r = -.444, p < .001$). Furthermore, mindfulness was negatively and significantly correlated with self-critical rumination ($r = -.412, p < .001$). Mediation analysis conducted by Hayes macro (model 4) demonstrated that mindfulness had a significant total effect on emotional eating ($B = -.213, p < .001, 95\% CI [-.102, -.037]$). The results revealed mindfulness negatively and significantly affected self-critical rumination ($b = -.210, SH = .033, t = -6.362, p < .001, 95\% CI [-.276, -.145]$), and self-critical rumination affected emotional eating in return positively and significantly ($b = .314, SH = .062, t = 5.088, p < .001, 95\% CI [.192, .435]$). Mindfulness had both direct ($b = -.147, SH = .032, t = -4.651, p < .001$) and indirect effects on emotional eating (indirect effect was $-.066$, and $95\% CI [-.102, -.037]$) through self-critical rumination, indicating partial mediation. Findings showed that mindfulness played a significant role in reducing emotional eating, and self-critical rumination was an important cognitive mechanism that partially explained this relationship. In this regard, it was suggested that mindfulness-based psychoeducation and psychotherapeutic interventions targeting self-critical rumination might help to reduce emotional eating.

Discussion and Conclusion: The findings of this study demonstrated that individuals with higher mindfulness levels experienced lower self-critical rumination, which, in turn, led to a reduction in emotional eating. The partial mediating role of self-critical rumination pointed out that harsh self-criticism served as a key underlying mechanism that triggered emotional eating as a maladaptive coping strategy. These results highlighted that clinical interventions aimed at regulating eating behaviors should not only focus on enhancing mindfulness skills but also prioritize reducing self-critical rumination.

Keywords: Emotional eating, mindfulness, self-critical rumination, young adulthood

YETİŞKİN BİREYLERDE SOSYAL MEDYA BAĞIMLILIĞI, BİLİŞSEL ESNEKLİK VE ERKEN DÖNEM UYUMSUZ ŞEMALAR ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ

ARDA GÜL

Nişantaşı Üniversitesi, İktisadi, İdari ve Sosyal Bilimler Fakültesi, Psikoloji, İstanbul, Türkiye

ORCID ID: 0009-0009-5858-0275

ar.dag1@hotmail.com,

GÜLŞAH ERTEKİN

Nişantaşı Üniversitesi, İktisadi, İdari ve Sosyal Bilimler Fakültesi, Psikoloji, İstanbul, Türkiye

ORCID ID: 0000-0002-6829-336X

gulsah.ertekin@nisantasi.edu.tr,

Özet

Bireyin içinde yaşadığı toplumun ve dijital çağın sosyo-kültürel dinamikleriyle kurduğu ilişki, sadece teknolojik bir araç kullanımı değil, aynı zamanda geçmişten gelen psikolojik yapıların güncel mekânlara yansımalarıdır. Özellikle dijital habitatın en somut bileşeni olan sosyal medya, bireyin çocukluk döneminden itibaren inşa ettiği bilişsel ve duygusal dünyasının izlerini taşıyan modern bir belge niteliğine sahiptir. Bu çalışmada, yetişkin bireylerin sosyal medya bağımlılığı ile zihinsel süreçlerinin temel taşları olan bilişsel esneklik ve erken dönem uyumsuz şemalar arasındaki girift ilişki incelenmiştir. Kuramsal çerçevede sosyal medya, bireyin gerçek yaşamda karşılayamadığı psikolojik gereksinimlerini karşılamaya çalıştığı akışkan bir "duygusal telafi alanı" olarak ele alınmaktadır. 18-65 yaş aralığındaki 400 katılımcıdan elde edilen veriler ışığında yapılan analizler; çocukluk evresinde temelleri atılan duygusal yoksunluk ve sosyal izolasyon şemalarının, yetişkinlikte sosyal medyayı bir savunma mekanizmasına dönüştürdüğünü doğrulamaktadır. Araştırma, bireyin karşılaştığı yeni durumlara uyum sağlama becerisi olan bilişsel esnekliğin, bu bağımlılık sarmalına karşı koruyucu bir kalkan görevi gördüğünü ortaya koymaktadır. Özellikle bekar bireylerin ve kadınların dijital dünyada daha kırılgan bir kontrol mekanizması sergilediği saptanırken, bağımlılığın eğitim düzeyinden bağımsız, evrensel bir psikolojik boşluktan beslendiği görülmüştür. Bu bağlamda çalışma, sosyal medya bağımlılığını yalnızca bir zaman yönetimi sorunu olarak değil, erken dönem travmatik izlerin ve şematik baskıların bir dışa vurumu olarak tanımlamaktadır. Elde edilen bulgular, gelecekteki psikolojik müdahale programlarına rehberlik edecek nitelikte olup, dijitalleşen dünyada bireyin ruhsal sürdürülebilirliğini sağlamak adına şema odaklı yaklaşımların gerekliliğini vurgulamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Sosyal Medya Bağımlılığı, Bilişsel Esneklik, Erken Dönem Uyumsuz Şemalar, Duygusal Yoksunluk, Sosyal İzolasyon.

**AN INVESTIGATION OF THE RELATIONSHIP BETWEEN SOCIAL MEDIA ADDICTION,
COGNITIVE FLEXIBILITY AND EARLY MALADAPTIVE SCHEMAS IN ADULTS****ARDA GÜL****Niğantaşı Üniversitesi, İktisadi, İdari ve Sosyal Bilimler Fakültesi, Psikoloji, İstanbul, Türkiye****ORCID ID: 0009-0009-5858-0275****ar.dag1@hotmail.com,****GÜLŞAH ERTEKİN****Niğantaşı Üniversitesi, İktisadi, İdari ve Sosyal Bilimler Fakültesi, Psikoloji, İstanbul, Türkiye****ORCID ID: 0000-0002-6829-336X****gulsah.ertekin@nisantasi.edu.tr,****Abstract**

The relationship that an individual establishes with the socio-cultural dynamics of the digital age and the society they live in is not merely the use of a technological tool, but rather a reflection of psychological structures from the past onto contemporary spaces. Social media, as the most tangible component of the digital habitat, serves as a modern document bearing the traces of the cognitive and emotional world that the individual has constructed since childhood. This study investigates the intricate relationship between social media addiction in adults and the cornerstones of mental processes: cognitive flexibility and early maladaptive schemas. Within the theoretical framework, social media is addressed as a fluid "compensatory emotional area" where individuals strive to meet psychological needs that remain unfulfilled in real life.

Analyses conducted in light of data obtained from 400 participants aged 18-65 confirm that schemas of emotional deprivation and social isolation, whose foundations are laid during childhood, transform social media into a defense mechanism in adulthood. The research reveals that cognitive flexibility—the ability of an individual to adapt to new situations—acts as a protective shield against this spiral of addiction. While it was found that particularly single individuals and women exhibit a more fragile control mechanism in the digital world, it was observed that addiction is fed by a universal psychological void, independent of educational level. In this context, the study defines social media addiction not merely as a time management issue, but as an outward expression of early traumatic traces and schematic pressures. The findings are of a nature to guide future psychological intervention programs and emphasize the necessity of schema-oriented approaches to ensure the spiritual sustainability of the individual in an increasingly digitalized world

Keywords: Social Media Addiction, Cognitive Flexibility, Early Maladaptive Schemas, Emotional Deprivation, Social Isolation.

POSTMODERNİZM VE BİLİMSEL SÖYLEM: SİGARA KULLANIMINDA SAĞLIKÇI (BİLİMSEL) DİL

Öğr. Gör. Serdar HOŞCAN

Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Modernite, serdar.hoscan@bilecik.edu.tr,

ORCID: (0000-0001-8435-5252)

Özet

Bu bildiri postmodern dönemde bilimsel söylemin etkinliğinin azalması olgusunu, sigarayı bırakma konusunda sigara paketleri üzerindeki sigaranın yol açtığı hastalıklar bilgi ve görselleri üzerinden yapmayı amaçlamaktadır.

Bilim bilindiği üzere insanoğlunun doğru bilgi konusunda yüzyıllardır süren yanılgılarını ihtiyaçlarını, endişelerini büyük oranda çözüme kavuşturmuş, cevaplayamadığı soruları bilimsel alanın dışında tutmak suretiyle akıl üzerine temellenen bir çağ ve medeniyet kurmuştur. Aydınlanma dönemiyle başlamış bulunan bu çağ büyük ilerleme ve gelişmelere sahne olmuştur. 18. yy'da ilerleme büyük heyecanla karşılanan ve insanoğlunun mükemmelleştirilebileceğine duyulan büyük inancı ortaya koymakta pek çok filozof insanlık tarihini farklı safhalardan geçmek suretiyle akıl çağına erişilen bir süreç olarak düşünmekte ya da kabul etmekteydi. Örneğin sosyoloji disiplininin kurucularından August Comte, insanoğlunun büyü ve inanç aşamalarından geçtikten sonra sonsuz gelişme potansiyelini barındıran akıl çağına ulaştığını, bunun insanoğlunun pek çok problemini çözüme kavuşturacak bir durum olduğunu düşünmektedir.

İnsanoğlu kendisini yanıltmayacak olan bilgiye, deney-gözlem, akıl, sezgi, rüya, vahiy gibi hangi yoldan elde edebileceği konusunda tartışmalar yaşarken, bilimsel bilginin nesnellığe dayanması, doğada var olan kanunları ortaya çıkarması bir bilimsel otoritenin ortaya çıkmasını sağlamıştır. Bu durum var olan kabullerin, inançların, algı ve düşüncelerin değişmesini beraberinde getirmiş ve yaşam kültür buna göre şekillenmeye başlamıştır. Modern dönemde bilimsel bilgi insanların davranış ve düşüncelerine daha çok hükmetmeye başlarken arzu, dürtü ve güdüler akıl tarafından baskı altına alınabilir hale gelmektedir. Bilimsel söylem bilincin şekillenmesinde, düşünce ve kabullerin oluşmasında ve devamında modern kültürün şekillenmesinde belirleyici olmuştur.

Fakat postmodern kültürde aklın hakimiyeti sarsılınca bilimsel bilgi davranışları yönlendirme konusunda etkinliğini yitirmeye başlamıştır. Bu anlamda sigara paketleri üzerindeki bilimsel gerçekler sigara kullanma davranışı konusunda etkili olamamaktadır.

Anahtar kelimeler: Postmodernizm, Epistemoloji, İlerleme

POSTMODERNISM AND SCIENTIFIC DISCOURSE: HEALTH (SCIENTIFIC) LANGUAGE IN SMOKING.

Lecturer Serdar HOŞCAN, Bilecik Şeyh Edebali University, Modernity, serdar.hoscan@bilecik.edu.tr,
ORCID: (0000-0001-8435-5252)

Abstract

This paper aims to examine the phenomenon of the decreasing effectiveness of scientific discourse in the postmodern era, focusing on the information and images on cigarette packs regarding smoking and the diseases it causes.

As is known, science has largely resolved humanity's centuries-long misconceptions, needs, and anxieties about accurate information, and by keeping the questions it cannot answer outside the scientific field, it has established an era and civilization based on reason. This era, which began with the Enlightenment, has witnessed great progress and developments. In the 18th century, progress was met with great enthusiasm, and many philosophers expressed a great belief that humanity could be perfected. They considered or accepted human history as a process that reached the age of reason by passing through different stages. For example, August Comte, one of the founders of the discipline of sociology, believed that after passing through the stages of magic and belief, humanity reached the age of reason, which contained infinite potential for development, and that this would solve many of humanity's problems.

While humanity debated how to obtain reliable knowledge—whether through experience, reason, intuition, dreams, or revelation—the objectivity of scientific knowledge and its revelation of existing laws in nature led to the emergence of a scientific authority. This situation brought about changes in existing assumptions, beliefs, perceptions, and thoughts, and life and culture began to be shaped accordingly. In the modern era, scientific knowledge began to increasingly dominate people's behavior and thoughts, while desires, impulses, and motivations became more susceptible to being suppressed by reason. Scientific discourse has been decisive in shaping consciousness, forming thoughts and assumptions, and ultimately shaping modern culture.

However, in postmodern culture, as the dominance of reason was shaken, scientific knowledge began to lose its effectiveness in guiding behavior. In this sense, scientific facts on cigarette packs are no longer effective in influencing smoking behavior.

Keywords: Postmodernism, Epistemology, Progress

ZAMANIN RUHU VE AŞK: TİNDER VE BUMBLE DİJİTAL FLÖRT UYGULAMALARININ İLİŞKİLERE ETKİSİ BAĞLAMINDA KULLANICI YORUMLARI ÜZERİNE TEMATİK ANALİZ

Öğr. Gör. Dr. Revşan ŞEN (1), Bağımsız araştırmacı, Helin Hazal ÇAKMAK (2)

1Gaziantep Üniversitesi, Medya ve İletişim Uygulama ve Araştırma Merkezi, sen.revshan@gmail.com,
0000-0002-0189-1031

2Bağımsız Araştırmacı, İletişim, Kültür, Kültürlerarası İletişim, helinhazalcakmak@gmail.com,
0000-0003-2121-6989

Özet

Bu araştırmanın amacı dijital flört uygulamalarının kullanıcılar tarafından nasıl algılandığını ve nasıl değerlendirildiğini kullanıcı yorumları doğrultusunda anlamaya çalışmaktadır. Buradan hareketle amaçlı örneklem tekniğiyle dünyanın en çok kullanılan dijital flört uygulamaları olan Tinder ve Bumble uygulaması seçilmiştir. Bu uygulamalara yapılan kullanıcı yorumlarına erişebilmek amacıyla App-Google Play Store uygulaması üzerinden her iki uygulama 15.05.2025 ile 15.05.2026 tarihleri arasında gözlem analizine tabii tutulmuştur. Ardından uygulamalar hakkında yapılan yorumlar seçilmiştir. Bu yorumlarda uygulamaya yönelik teknik eleştiriler elenerek uygulamaların duygusal ilişkilere etkileri noktasında yapılan değerlendirmeler analiz için sürece dahil edilmiştir. Seçilen yorumlar MAXQDA uygulamasına eklenerek bu uygulama aracılığıyla kodlanmıştır. Kodların yoğunluğu doğrultusunda temalar belirlenmiş bu bulgular tematik analiz tekniğiyle sunulmuştur. Elde edilen bulgulara göre, Tinder uygulamasında kullanıcılar kimseyle eşleşememekte, eşleştikleri kullanıcıların da ağırlıklı biçimde ücret karşılığında görüşme talep ettiğini ifade etmişlerdir. Uygulamanın özellikle kadınları değersizleştirdiği eleştirisiyle birlikte içerisinde yoğun sahte hesabın barındırıldığı da vurgulanan hususlar arasındadır. Bumble uygulamasında ise kadınlara ayrıcalık tanındığı iddia edilmektedir. Buna göre, uygulama içerisinde erkekler bir eşleşmeyi başlatabilmek için mesaj atamamakta, yalnızca beğeni atmakta ve ikili arasındaki diyalogun başlaması için kadınların konuşmayı başlatması gerekmektedir. Öte yandan Türkiye’de kadınların ilişki başlangıcı için ilk adımı erkeklerden beklediği ancak kültürel olarak kadınların ilk mesajı atmadıkları iddiaları nedeniyle eşleşmelere rağmen diyalogların başlamadığı ifade edilmektedir. Aynı zamanda Bumble uygulamasının erkek kullanıcılar üzerinde farklı baskılar yarattığı da belirtilmektedir. Fiziksel ve sınıfsal dikkat çekiciliğe dayalı öğelerle zenginleştirilmiş erkek profillerinin daha hızlı eşleşebildikleri bu eleştiriler arasındadır. Bumble uygulamasının Tinder uygulamasına göre daha seçkin olduğu Tinder uygulamasının ağırlıklı olarak ücrete dayalı bedensel ilişkileri hedeflediği ancak Bumble’in ise bu noktada daha ideal bir hedef kitleye sahip olmasına karşın kültürel sorunlar nedeniyle verimli kullanılmadığı da sıklıkla dile getirilmektedir. Bulgulara göre, Türkiye’de dijital flört uygulamaları kullanıcıları ücrete dayalı gününbirlik ilişkiler, eşleştirilmemekten kaynaklı yalnızlık, cinsiyete, fiziksel görünüme ve sınıfsal duruma dayalı ayrımcılığa maruz bırakmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Dijital Flört, Tinder, Bumble, Sosyal Medya, İlişki

THE SPIRIT OF THE TIMES AND LOVE: A THEMATIC ANALYSIS OF USER REVIEWS IN THE CONTEXT OF THE IMPACT OF DIGITAL DATING APPS LIKE TINDER AND BUMBLE ON RELATIONSHIPS

Lecturer Dr. Revşan ŞEN1 / Independent Researcher, Helin Hazal ÇAKMAK2

**1 Gaziantep University, Media Studies, Journalism, Sociology of Communication,
sen.revsan@gmail.com, 0000-0002-0189-1031**

**2 Independent Researcher, Communication, Culture, Intercultural Communication,
helinhazalcakmak@gmail.com, 0000-0003-2121-6989**

Abstract

The purpose of this study is to understand how digital dating apps are perceived and evaluated by users based on user reviews. Based on this, the most widely used digital dating apps in the world, Tinder and Bumble, were selected using a purposive sampling technique. To access user reviews of these apps, both apps were subjected to observational analysis via the App Store and Google Play Store between May 15, 2025, and May 15, 2026. Subsequently, reviews regarding the apps were selected. Technical criticisms of the apps were filtered out, and evaluations regarding the apps' impact on emotional relationships were included in the analysis process. The selected reviews were added to the MAXQDA software and coded using this tool. Themes were identified based on the frequency of codes, and these findings were presented using thematic analysis. According to the findings, users on the Tinder app are unable to match with anyone, and it is stated that the users they do match with predominantly request meetings in exchange for payment. Among the highlighted issues are the criticism that the app particularly devalues women and the fact that it contains a high number of fake accounts. In the Bumble app, on the other hand, it is claimed that women are granted privileges. Accordingly, within the app, men cannot send messages to initiate a match; they can only "like" profiles, and for a conversation to begin, women must initiate the dialogue. On the other hand, it is noted that in Turkey, while women are expected to wait for men to take the first step in starting a relationship, conversations often do not begin despite matches due to the cultural expectation that women do not send the first message. It is also noted that the Bumble app creates different pressures on male users. Among the criticisms is that male profiles enriched with elements based on physical and class-based attractiveness are able to match more quickly. It is frequently argued that while the Bumble app is more selective than the Tinder app—and while Tinder primarily targets fee-based physical relationships—Bumble has a more ideal target audience in this regard, yet it remains underutilized due to cultural issues. According to the findings, users of digital dating apps in Turkey are exposed to fee-based casual relationships, loneliness stemming from a lack of matches, and discrimination based on gender, physical appearance, and class status.

Keywords: Digital Dating, Tinder, Bumble, Social Media, Relationships

GİRİŞ

Dijital dünyada yaşanan değişimler sosyal ilişkilerin bu ortamlara akmasına yol açmıştır. Türk Dil Kurumu (TDK)'na göre, kadın ve erkek arasındaki duygusal ilişki olarak tanımlanan flört de benzer biçimde dijital ortama taşınan sosyal ilişkiler arasında yerini almıştır. Instagram, Facebook ve X gibi sosyal medya mecraları aracılığıyla kullanıcılar birbirleriyle tanışma ve flört etme yolları bulmuştur. Bu mecraların flört amacıyla kullanılabilmesiyle birlikte yalnızca flört ilişkilerinin geliştirilebilmesi amacına dayanan bağımsız platformlar da oluşturulmuştur (Çelik, 2023, s. 50). Bu platformlar arasında Tinder, Bumble, OkCupid, Happn, Badoo, Siberalem ve benzeri uygulamalar bulunmaktadır. Bu uygulamalar sevgili veya partner bulma amacıyla oluşturulan ve kullanıcıların diğer kullanıcılarla tanışmalarına olanak tanıyan yapısıyla ön plana çıkmaktadır (Tansel, 2023). Statista.com'un 13 Mart 2026 yılında yayınladığı verilere göre, 2025 yılı boyunca küresel düzeyde en çok indirilen dijital flört uygulamaları sırasıyla Tinder, Bumble ve Hinge'dir. Aynı site özellikle de Amerika Bileşik Devletleri'nde dijital flört uygulamalarını kullanan kadınların kadın nüfusunun yarısına tekabül ettiğini, erkeklerin de neredeyse yarıya yaklaştığını ifade etmektedir (Statista, 2026). Yaygın kullanım açısından durum Türkiye'de de benzer biçimde ilerlemektedir. Türkiye'deki dijital flört uygulamalarının kullanılma düzeyi incelendiğinde internet ve sosyal medya kullanım oranlarının ciddi boyutlara ulaştığı görülmektedir. 2024 yılında yayınlanan TÜİK 2024- Hane Halkı Bilişim Teknolojileri Kullanım İstatistikleri raporu 2024 yılında 16-74 yaş arası bireylerde internet kullanım oranının %88, 8'e ulaştığını ortaya koymaktadır (TÜİK, 2025). Datareportal verilerine göre, 2025 yılının sonlarında Türkiye'de nüfusun %93,3'üne denk gelen 81,9 milyon aktif mobil telefon bağlantısı bulunmaktadır. Bu kullanıcılar içerisinde sosyal medya kullanıcı kimliğine sahip olanlar ise toplam nüfusun %70,9'una denk gelen 62,3 milyon kişidir (Datareportal, 2025). Türkiye'de dijital flört uygulamalarını kullananların oranının ise 2,7 milyon kişiye ulaştığı tahmin edilmektedir (Sharpe, 2020).

Paylaşılan bu oranlar dünyanın ve Türkiye'nin önemli bir oranı tarafından partner edinme amacıyla kullanılan dijital flört uygulamalarının duygusal ilişkilere etkileri bağlamında analizini gerekli hale getirmektedir. Bu çalışmanın amacı dünyanın en çok indirilen dijital flört uygulamaları arasında yer alan Tinder ve Bumble uygulamalarının duygusal ilişkilere etkilerini analiz etmektir. Bu amaçtan hareketle, nitel araştırma yöntemi içerisinde yer alan tematik analiz tekniğine başvurulmuştur. Bu aşamada öncelikle Google Play Store ve Apple App Store platformlarının arama bölümüne sırasıyla "Tinder" ve "Bumble" yazılarak ilgili uygulamalar ve altındaki yorumlar bölümü açılmıştır. Kullanıcıların ilişki deneyimlerine yönelik değerlendirmeler önce bir Word dosyasına kaydedilmiş, veri doygunluğuna erişildiğinde ise dosyalar nitel analiz programı olan MAXQDA uygulamasına yüklenerek kodlanmıştır. Kodların tekrar düzeyine ve araştırma sorularına bağlı olarak belirli temalar geliştirilmiş ve bulgular bu temalar doğrultusunda sunulmuştur. Elde edilen bulguların Tinder ve Bumble uygulamasında yer alan Türkçe yorumlardan hareketle, Türkiye'deki kullanıcıların bu uygulamalarda geliştirilen ilişki deneyimlerine yönelik değerlendirmeler sunması hedeflenmektedir.

1. KURAMSAL ÇERÇEVE

İki kişinin birlikteliği amacıyla tarafların her ikisinin ya da birinin kendine yönelik bilgileriyle bir duyuru yapması 18. yüzyıl İngiltere'sinde rastlanan 'Lonely Hearts' geleneğine benzetilmektedir. Buna göre, 1786 yılında İngiltere'de varlıklı ve bekar erkekler The Times gibi gazeteler aracılığıyla eş istediklerini duyurmaktadır. Bu ilanlar belirli etkiler sunmasına karşın sürecin yavaş işlemesi nedeniyle bazı zorlukları da beraberinde getirmektedir. Sosyal damgalanma korkusuyla gizli şekilde yanıt verilen ilanlara mektuplarla karşılık verilmekte ve bunların yerini bulması geniş zamanlara yayılabilmektedir (Hodgson, 2017). Flört kültürü bir yandan gazete ilanlarıyla sürdürülürken bir yandan da bireylerin kendileriyle benzer çevrede yaşayan bireylerle okul, iş yeri, düğün gibi yerlerde tanışmalarıyla sürdürülmektedir. Bu tarihlerde flört ve sevgililiğin özellikle de zaman ve mekân gibi önemli etkenlerin baskısı altında olduğu görülmektedir. Bu durumun en büyük dönüşümlerinden biri ise sosyal medya platformlarının ortaya çıkışıyla yaşanmıştır. Özellikle 2004 yılında Facebook'un ortaya çıkışı bireyler arası ilişkilerin gelişmesinde zaman ve mekân sınırlarının ortadan kalktığı önemli bir dönüm

noktası olmuştur (Gökal, 2022). Sosyal medya platformlarını, kullanıcılar açısından tercih edilebilir kılan özelliklerin başında arkadaşlık kurma ve çevre edinme duygusu yer almaktadır. Bu nedenle Türkiye’de en yoğun şekilde kullanılan sosyal medya platformları genellikle bu özelliklere sahip olan kişilerden oluşmaktadır (Büyüksener, 2009). Örneğin Facebook uygulamasıyla alakalı yürütülen çalışmalar, bu alanın tanışma ve flört etme amacıyla yoğun şekilde kullanıldığını göstermektedir. Uygulamanın bu amaçla kullanılmasının temel nedenleri arasında sahip olduğu teknik özellikler bulunmaktadır. Partnerler için önemli bir husus olarak görülen ilişkilerinin nasıl yansıtıldığının paylaşılması bu özellikler sayesinde mümkün olmaktadır (Papp vd., 2012). Instagram platformu da benzer biçimde dijital flört amacıyla kullanılan alanlar arasında yer almaktadır (Susilo, 2024). Neredeyse tüm sosyal medya platformlarının bireyler arası ilişkileri yakınlaştırmasıyla birlikte dijital flört amacıyla özel olarak oluşturulan uygulamalar da bulunmaktadır. Bu uygulamalar kullanıcılar arası eşleştirmeler yapabilmekte bu eşleştirmelerde coğrafya, meslek grubu, yaş gibi faktörlerin seçilerek istenilen özellikler doğrultusunda gerçekleştirilmesini mümkün kılmaktadır (Gökal, 2022). Online flört (Susilo, 2024), çevrimiçi flört (Papp vd., 2012), dijital flört (Brown ve Hegarty, 2018), çevrimiçi aşk (Brym ve Lenton, 2001) gibi farklı kavramları bulunan çevrimiçi ortamdaki duygusal ilişkiler için bu çalışmada dijital flört adı tercih edilmiştir.

Dijital flört, dijital medyaya paralel biçimde ortaya çıksa da günümüzde bu alanlara olan ilgide önemli ölçüde artışların yaşandığı görülmektedir. Bu yükselişin ise dört temel nedeni bulunmaktadır. Bunların ilki, bekarların nüfusun artan kısmını oluşturmaya başlamasıdır. Bekar, dul ve boşanan sayısının artan oranları flört piyasasında da benzer artışlara yol açmıştır. Diğer neden kariyer gibi etkenlerin zaman baskısı yaratmasıdır. Bu zaman baskısı bireyler üzerinde geleneksel tanışmalara vakit bulamamaları gibi etkilere yol açmaktadır. Bekarların daha hareketli olması ile işyeri aracılığıyla duygusal ilişkiler yaşayamamak diğer iki nedeni oluşturmaktadır. Buna göre, bekar bireyler özellikle de iş kaynaklı seyahat oranlarının artmasından kaynaklanan coğrafi hareketlilikleri içerisinde dijital flört uygulamalarını bir olanak olarak değerlendirmektedir. Öte yandan işyerlerinde cinsel tacize karşı hassasiyetin artması bu ortamdaki duygusal ilişki girişimlerinde de gerilemelere yol açmaktadır. Bu durum da yine tanışmak için daha farklı ortamlara başvurulması gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır (Brym ve Lenton, 2001).

Bu pratik ortaya çıktığı ilk dönemlerde sosyal damgalanma ile karşılaştığından alenen yapılamazken bu damgalanma eğiliminin sönümlenmesiyle birlikte artık birçok yaş grubu ve cinsiyet için başvurulabilir hâle gelmiştir (Davis ve Fingerman, 2016). Dijital flört amacıyla oluşturulan uygulamaların işleyişlerinin belirli noktalarda farklılaşmasına karşın genellikle ücretli ve ücretsiz olmak üzere farklı seçeneklere sahip oldukları belirtilmektedir. Ayrıca platformlara üye olan kullanıcıların fotoğraf, ses kaydı gibi özelliklerini isteklerine bağlı olarak sergileyebildikleri görülmektedir. Buraya dahil olan kullanıcılar e-posta veya anlık mesajlaşma gibi yollarla birbirleriyle etkileşime de geçebilmektedir (Brym ve Lenton, 2001). Bu tür platformların dijital ilişkilere etkileri bağlamında birbirinden farklı sonuçlara yol açtığından söz edildiği görülmektedir. Öncelikle ön plana çıkarılan avantajları arasında aşırı yerel ve uzak bölgelerdeki diğer kullanıcılara erişimin olanaklı hale gelmesi bulunmaktadır. Bu tür platformlar olmaksızın karşılaşma olanağı yakalayamayacak olan kullanıcılar bu platformlar sayesinde birbirleriyle tanışabilmekte, sohbet edebilmektedir (Broeker ve Spector, 2024). Benzer bir durum algoritmaların benzer profilleri bir araya getirmesinde görülmektedir. Gündelik hayat içerisinde birbirleriyle karşılaşamayan benzerler, bu tür platformların sunduğu bu algoritmik özellik sayesinde birbirleriyle tanışma olanağı bulabilmektedir. Böylece ortak beklentilere sahip olan kullanıcılar bir araya gelebilmektedir (Chou vd., 2009, aktaran Kurtuluş ve Ayan, 2023;). Dezavantajları arasında ise yaygın biçimde tartışılan dijital flört şiddeti bulunmaktadır. Çalışmalara göre, bireylerin yakın partnerlerine gösterdikleri fiziksel, duygusal veya cinsel şiddet biçimlerini teknolojinin dolayımıyla gerçekleştirmeleri dijital flörtün istismara açık doğasının olduğunu işaret etmektedir (Brown ve Hegarty, 2018). Dijital ortamda yürütülen özel yazışmaların alenen paylaşılması, içeriklerin manipüle edilebilmesi gibi hususlar bu şiddet biçiminin yeni yüzlerini göstermektedir.

1.1. Literatür Taraması

Çevrimiçi alanın dolayımında gerçekleşen duygusal ilişki biçimlerini tanımlayan dijital flört, bireylerin ilişki kurma biçimlerinde dönüşümlere yol açmıştır. Ağırlıklı biçimde yüz yüze ve yerel çevre sınırlarıyla başlayan bu ilişkiler dijital ortama taşınarak çok sayıda seçeneğin ve zaman-mekân esnekliğinin olduğu yeni ilişki koşullarını oluşturmuştur. Konuya yönelik alan yazınına bakıldığında tartışmaların ağırlıklı biçimde uygulamaların tercih edilme nedenlerinin araştırılması, benlik sunumu, sosyal medya platform özelliklerinin bu ilişkilere etkileri ve algoritmanın bu süreçteki rolü başlıkları etrafında yoğunlaştığı görülmektedir. Buna göre, kullanıcıların dijital flört uygulamalarını kullanmalarındaki temel motivasyonları arasında duygusal bağ kurma, sosyal etkileşim, cinsel ilgi ve ego tatmini gibi nedenler bulunmaktadır (Akbulut, 2025). Bu motivasyonlarla uygulamalara dahil olan bireylerin benliklerini sunma biçimleri ise statü sahibi erkeklerle güzel kadınların tercih edildiği mitinden hareketle oluşturulmaktadır. Güzellik-statü ikiliğine dayanan bu ortam toplumsal alandaki yaygın kodları dijital flört uygulamaları üzerinden yeniden üretmektedir (Cöbek, 2022).

Son dönem çalışmalarına bakıldığında ise dijital flörtlere yönelik çalışmaların ağırlıklı biçimde dijital şiddet, dijital istismar ve dijital zorbalık bağlamında yoğunlaştığı görülmektedir. Dijital flört şiddetine yönelik araştırmalarda, toplumsal cinsiyet rollerinin kendini dijital mecralarda da gösterdiği, özellikle kadın kullanıcıların yerleşik toplumsal normlardan dolayı sürekli biçimde farklı durumlar arasında denge kurmaya çalıştığı görülmüştür (Aydoğan, 2020; Kaya, 2025). Bununla birlikte erkeklerin kadın partnerleri üzerinde ortak hesap açma, hesap şifresi isteme, sosyal medyadaki son görülme saatlerini kontrol etme, izinsiz telefon, bilgisayar gibi kişisel araçlarını inceleme gibi denetleme ve kısıtlama yollarına başvurdukları görülmektedir (Yıldız ve Özarslan, 2022). Nitekim bu tür kontrol ve izlemeye dayalı dijital şiddet biçimlerine doğrudan saldırganlığa oranla daha fazla başvurulduğu bu araştırmaların diğer bulguları arasında yer almaktadır (Kaplan ve Öztürk, 2022). Bu durum ise bir sahiplenme davranışı olarak görüldüğünden çoğunlukla fiziksel şiddet kadar görünür olmayabilmektedir (Samav Gürcü, 2025). Toplumsal cinsiyet rollerinin dijital flörtlere yansımalarının ortaya konduğu diğer bir konu ise yaşlı yetişkinler bağlamında yürütülmüştür. Dijital flörtlere başvuran bu yaş grubunda özellikle kadın kullanıcıların erkeklere oranla daha büyük risk altında hissettikleri görülmüştür. Buna göre, kadınların yaşlarına yönelik geliştirilen toplumsal önyargılar kendini bu alanlarda da göstermekte, genç kadınların yoğun şekilde bulunduğu bu platform yetişkin yaşlı kullanıcıları daha dar bir seçenek havuzuna sıkıştırmaktadır (Tansel, 2023). Benzer durum yetişkinlerde de görülmektedir. Erkek kullanıcıların ilişki doyumu puanları kadın katılımcılara oranla anlamlı biçimde yüksek bulunmuştur. Kadın katılımcılara bakıldığında yalnızlık algısı puanlarının erkek katılımcılara oranla anlamlı biçimde yüksek bulunduğu görülmüştür (Çelik, 2023).

Yapılan araştırmalar dijital flört uygulamalarının kadın ve erkek kullanıcılar tarafından farklı biçimde algılandıklarını, her iki cinsiyet grubunun da bu uygulamaları kullandığını, dijital flörtlere olan olumsuz sosyal bakışın nötrleştiğini ve bu uygulamalar içerisinde çeşitli şiddet biçimlerinin var olduğunu ortaya koymaktadır. Öte yandan araştırmalar, dijital flört uygulamaları içerisinde kullanıcıların ilişkilere karşı ne tür bakış açıları geliştirdiğinin analiz edilmesi hususunda yetersiz kalmaktadır. Bu çalışma bu boşluktan hareket etmeyi amaçlamaktadır.

2. YÖNTEM

Çalışmada dijital flört uygulamalarının kullanıcılar tarafından nasıl deneyimlendiğini, çalışmada yer alan uygulamalara ilişkin algıların hangi motifler etrafında dönüştüğünü ve kullanıcı deneyimlerinin dijital flört kültürüne dair ne tür ipuçları sunduğunu ortaya koymak amacıyla nitel araştırma yöntemi kullanılmıştır. Nitel araştırmalar bireylerin deneyimlerini, anlam dünyalarını ve toplumsal gerçeklikleri derinlemesine incelemeyi amaçlayan, ayrıntılı veri toplamayı mümkün kılan araştırma modelleri olarak ele alınmaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2021). Bu doğrultuda çalışmada Tinder ve Bumble uygulamalarına yönelik son bir yıllık kullanıcı yorumları incelenmiş veriler doygunluğa ulaştığında inceleme sonlandırılmış ve yorumlardan elde edilen veriler tematik analiz yöntemiyle çözümlenmiştir. Çalışmanın çerçevesini dijital flört uygulamalarını kullanan bireylerin

çevrimiçi platformlardaki kullanıcı yorumları oluşturmaktadır. Araştırmanın örnekleme ise Google Play Store ve Apple App Store platformlarında bulunan Tinder ve Bumble uygulamalarına ilişkin kullanıcı yorumlarından oluşmaktadır. Örneklem belirlenirken Statista.com verileri esas alınmıştır. Buna göre, dünyanın en çok kullanılan dijital flört uygulamaları sırasıyla Tinder ve Bumble'dır. Bu çalışmada da bu sebeple bu iki uygulama ele alınmış ve amaçlı örnekleme tekniklerinden ölçüt örnekleme tekniği kullanılmıştır. Ölçüt örnekleme, araştırma amacı doğrultusunda önceden belirlenmiş ölçütleri karşılayan durumların veya bireylerin araştırmaya dâhil edildiği amaçlı örnekleme yöntemlerinden biridir (Yıldırım & Şimşek, 2021). Bu kapsamda uygulamalara ilişkin kullanıcıların Türkçe yorumları üzerinden deneyimlerini doğrudan yansıtan, anlamlı içerik taşıyan ve araştırmanın amacıyla ilişkili olan yorumlar değerlendirmeye alınmış ve bir yıllık bir değerlendirmenin sonucunda verilerin doyuma ulaştığı tespit edilmiş ve değerlendirmeye son verilmiştir.

Araştırma kapsamında Tinder ve Bumble uygulamalarına dair kullanıcı yorumları 15.05.2025 ve 15.05.2026 tarih aralığında uygulama mağazalarından elde edilmiştir. Verilerin toplanması aşamasında kullanıcıların uygulamalara dair deneyimlerini, ilişki kurma pratiklerini, güven algılarını ve uygulamalara yönelik olumlu ve olumsuz değerlendirmelerini içeren yorumlar araştırmanın ampirik materyalini oluşturmuştur. Verilerin toplanması ve seçimi sürecinde, kullanıcıların kimlik bilgileri gizli tutulmuş ve araştırma kapsamında kullanılmamıştır. Bu nedenle çalışmada yalnızca herkese açık olan kullanıcı yorumları çalışmaya dahil edilmiştir. Çalışmada elde edilen verilerin değerlendirilmesinde tematik analiz tekniği kullanılmıştır. Tematik analiz, nitel veriler içerisinde belirginleşen ortak anlam kümelerinin belirlenmesine ve yorumlanmasına imkân sağlayan sistematik bir analiz yöntemidir (Braun & Clarke, 2006). Çalışmanın ilk evresinde kullanıcı yorumları kapsamlı şekilde okunarak verilerin bütüncül biçimde kavranması amaçlanmıştır. İkinci evrede ise araştırma soruları doğrultusunda anlamlı olduğu düşünülen yorumlar kodlanmış üçüncü evreye gelindiğinde, benzer kodlar kümelendirilerek temalar oluşturulmuştur. Dördüncü evrede, temalar yeniden değerlendirilmiş ve birbirleriyle ilişkileri belirlenmiştir. Son evrede ise temalar başlıklandırılmış, analiz edilmiş ve kuramsal çerçevede değerlendirilmiştir.

Verilerin kodlanması aşamasında kullanıcı yorumlarında ortak anlam kümeleri dikkate alınmış; ücretli görüşme talebi sorunu, sahte ve çalıntı kimlikler, duygusal ilişki beklentileri, cinsiyete dayalı rol beklentileri, uygulamaya dair kullanım pratikleri, ücretlendirme yapısı, iletişim ve eşleşme süreçleri, ilişkilerin yüzeyselleşmesine yönelik algılar ve dijital flört kültürüne ilişkin değerlendirmeler belirlenen temel temalar arasında yer almıştır. Çalışmanın güvenilirliğini güçlendirmek amacıyla analiz aşamaları belirli bir yöntem doğrultusunda gerçekleştirilmiş ve kodlama sırasında elde edilen bulgular yeniden değerlendirilmiştir. Kodlar ile temalar arasındaki uyum analiz edilmiş, yorumların direkt olarak alıntılarla desteklenmesine dikkat edilmiş ve yorumların verilerle uyumlu olmasına özen gösterilmiştir. Çalışmada yer alan veriler kamuya açık dijital platformlarda yer alan kullanıcı yorumlarından derlenmiştir. Çalışma süresi boyunca kullanıcıların kimliklerinin belirlenmesine yol açan herhangi bir bilgi kullanılmamış, yorumlar kullanıcıların gizliliği korunarak değerlendirilmiştir. Çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve yayın etiği ilkelerine bağlı kalınmıştır.

3. BULGULAR

Araştırmada elde edilen bulgulara göre, Tinder ve Bumble uygulamaları kullanıcıların ilişki deneyimlerine farklı etkiler sunmaktadır. Bu farklılığın nedenleri arasında hem uygulamaların sahip olduğu teknik özellikler hem ortaya çıktıkları tarihler hem de üyelerin uygulama içerisinde geliştirdikleri ilişki kuralları yer almaktadır. Bununla birlikte uygulamaların kullanıcılar için ne ölçüde güvenli bulunduğu da özellikle sahte profil yoğunluğu bağlamında etkileyici unsurlar arasındadır. Sonraki başlık altında sırasıyla Tinder ve Bumble için geliştirilen temalar ilgili uygulamalar için açılan başlıkların yer almıştır.

3.1. Tinder Bulguları

Tinder uygulaması, 2012 yılında kullanıcılarla buluşturulan ve coğrafi yakınlık esasına dayalı eşleşme sistemiyle çalışan dijital flört uygulamalarından biridir (tinder.com, 2026). Kullanıcılar, platform üzerinde oluşturulan profiller aracılığıyla diğer kullanıcıları değerlendirebilmekte ve karşılıklı eşleşme isteği halinde iletişim kurabilmektedir. Belirgin biçimde "kaydırma" (swipe) modeli üzerine kurulu özelliği sayesinde Tinder, dijital flört kültürünün başlıca örneklerinden biri olarak değerlendirilmektedir (Ward, 2017). Uygulama, bireylere duygusal yakınlık temelli ilişki, arkadaşlık veya süreklilik göstermeyen ilişkiler kurma fırsatı sunmasıyla beraber aynı zamanda dijital etkileşim temelli ilişki kurma süreçlerini de yansıtmaktadır. Bu bağlamda Tinder, kullanıcıların duygusal yakınlık temelli ilişki beklentilerini, güven algılarını, duygusal ilişki kurma süreçleriyle beraber partner seçim süreçlerini ve dijital flört deneyimlerini anlamak ve betimlemek açısından önemli bir bilimsel inceleme alanı oluşturmaktadır. Tinder kullanıcı yorumlarının tematik analizi sonucunda güven sorunu, sahte kimlikler ve dijital risk algısı, toplumsal cinsiyet gerilimleri ve karşılıklı suçlayıcı söylemler, yüzeysel ilişkiler ve tüketim kültürü olmak üzere üç temel tema belirlenmiştir.

3.2. Ücretli Görüşme Talebi Sorunu

Tinder kullanıcı yorumlarının analizi sonucunda önemli ölçüde öne çıkan temalardan birinin güven temelli sorunlar olduğu belirlenmiştir. Burada kullanıcıların diğer kullanıcıların amaçlarına kuşkuyla ve eleştiriyle yaklaştıkları görülmektedir. Bunun nedenleri ise, bazı kullanıcıların eşleşme sonrasındaki diyalogun devamlılığı veya derinleşmesi için ücret talep etmesidir. Bu durum bazı kullanıcıların uygulamayı kullananların çoğunluğunun ' Eskort' olduğu değerlendirmesini yapmasına yol açmıştır. Örneğin kullanıcılardan biri: *"Neredeyse herkes eskort ve dolandırıcı bununla ilgili acil önlemler alınması gerekiyor"* ifadesiyle platformdaki kullanıcıların güvenilirliğine dair olumsuz bir değerlendirmede bulunmaktadır. Buradan yola çıkarak bu ve benzer yorumların bireysel deneyimlerin ötesinde platforma dair güven duygusunun olmadığını göstermektedir. Çalışma kapsamında değerlendirilen kullanıcı yorumlarının bir bölümü, uygulama üzerinden kurulan eşleşmelerin ve dolayısıyla iletişimlerin güvenilirliği konusunda çeşitli endişeler yaşandığını içermektedir. Söz konusu platformdaki kullanıcılara ilişkin belirsizlikler, etkileşimlerin güvenilirliğine yönelik şüpheler ve kullanıcılar arasında oluşan güvensizlik duygusu yorumlarda sıklıkla vurgulanmaktadır: *"İnanılmaz boş insanlar var, güvenlik açığı çok fazla, içerde çok fazla dolandırıcı var"* yorumu bu durumun kullanıcılar tarafından beslenen ortak kanaatler arasında yer aldığını işaret etmektedir. Bu tür değerlendirmeler, kullanıcıların Tinder'ı güvensiz bir alan, dolandırıcılık ihtimalinin yüksek olduğu ve platformdaki diğer kullanıcıların güvenilirliğine dair önemli ölçüde kuşkuların yaşandığı bir dijital alan olarak değerlendirdiklerini ifade etmektedir.

Uygulamayı özellikle de duygusal amaçlı birliktelikleri amaçlayarak kullananların bu konudaki eleştirileri yoğundur. Bu kullanıcılar uygulamayı duygusal ilişki kurmak amacıyla tercih ettiklerini belirtirken, diğer kullanıcıların platformu farklı amaçlarla kullanmasından dolayı güven duygularının zedelendiğini ifade etmektedirler: *"İğrenç bir yer burası, eskort ve Instagram takipçisi kasanlarla dolu. Hiç arkadaş bulamadım hep sahte hesaplar."* Bu yorumdan da anlaşılacağı üzere kullanıcıların uygulamayı duygusal ilişki kurma amacından uzaklaşmış, maddi çıkarların ve dijital görünürlüğün ön planda olduğu bir uygulama olarak değerlendirdikleri önemle vurgulanmaktadır. Platformdaki kullanıcı yorumları, dijital ortamda kurulan ilişkilerde güvenin ilişki kurma süreçlerinin temel bileşenlerinden biri olduğunu ve bu bileşenin zayıflaması durumunda kullanıcı deneyiminin olumsuz etkilendiğini göstermektedir. Kullanıcılar, karşı tarafın sunduğu bilgilerin doğruluğuna ilişkin kuşkular taşımakta ve bu durum uygulamaya yönelik kullanıcı deneyimini olumsuz yönde etkilemektedir. Araştırma kapsamında ulaşılan sonuçlar, Tinder kullanım pratiklerinin yalnızca romantik ilişki kurma süreciyle sınırlı olmadığını, aynı zamanda kullanıcıların güven oluşturma mekanizmaları ve güveni sürdürme çabalarını da içerdiğini ortaya koymaktadır.

3.3. Sahte ve Çalıntı Kimlikler

Çalışma kapsamında değerlendirilen kullanıcı yorumlarında öne çıkan bir diğer temanın sahte kimlikler olduğu görülmektedir. Kullanıcılar, uygulamada bulunan bazı profillerin gerçekte örtüşmeyen, eksik, hatalı ve yanıltıcı bilgiler içerdiğini özellikle vurgulamaktadır. Profil fotoğraflarının hakikati yansıtmaması, kişisel bilgilerin doğruluğunun tartışmalı olması veya kullanıcıların kendilerini mevcut durumlarından farklı biçimde sunmaları bu tema kapsamında değerlendirilmektedir.

Yorumlar incelendiğinde, sahte kimlik kullanımının kullanıcıların uygulamaya duyduğu güveni önemli ölçüde azalttığı görülmektedir: *“Bazı kızlar Instagram’ını yazmış ya ekleyip konuşuyorum kızların çoğu Tinder diye bir programdan haberleri bile yok hem fake hem de profil çalıyorlar indiren varsa silsin, zaman kaybı.”* Burada yer alan kullanıcı yorumunda da platformda sahte profillerin ve izinsiz kimlik kullanımının olduğunu ve dolayısıyla platforma duyulan güvenin olumsuz düşünceleri güçlendirdiğini göstermektedir. Yine kullanıcılar, platformda karşılaştıkları kişilerin gerçek kimlikleri ile uygulama profillerinde sundukları kimliklerin uyuşmadığını ifade etmektedirler: *“Kimse gerçek kimliği ile burada değil, öyle ki kadınlar fotoğraflarda yüzlerini gösteren fotoğraf bile koymuyor hep arkaları dönük.”* Bu yorumundan da anlaşılacağı üzere kullanıcılar, platformdaki profillerin gerçekliği yansıtmadığını ve bu durumun da platform kullanıcıları arasında yine güven eksikliğini derinleştirildiğini önemle vurgulamaktadırlar.

Sonuç olarak bu durum kullanıcılarda yalnızca bireysel düzeyde bir hayal kırıklığı yaratmamakta, bununla beraber platformun güvenilirliğine dair olumsuz düşüncelerin oluşmasına ve derinleşmesine katkı sağlamaktadır. Dolayısıyla gerçeklikle uyuşmayan kimlikler, Tinder kullanıcılarının dijital flört deneyimlerini biçimlendiren en temel unsurlar arasında yer almaktadır.

3.4. Dijital Risk Algısı

Kullanıcı yorumlarında öne çıkan bir diğer tema ise dijital risk algısıdır. Tinder üzerinden gerçekleştirilen etkileşimlerin birtakım riskleri beraberinde getirdiğine dair değerlendirmeler kullanıcı yorumlarında sıklıkla belirtilmektedir. Özellikle kullanıcılara ait kişisel bilgilerin paylaşılması, dolandırıcılık faaliyetleri, uygunsuz iletişim biçimleri ve çevrimiçi ortamda karşılaşılabilecek olumsuz deneyimler dijital risk algısının temel yapı taşları olarak kendini göstermektedir: *“İçerisi eskort dolu. Yüz kişiden yetmiş tanesi eskort. Geri kalanı yabancı ve fake hesaplar bir de bol bol moruklar. Kesinlikle zamanınızı ve paranızı boşa harcamayın. Sokakta birini bulma şansınız buradan daha yüksek.”*, *“Uygulamanın ismini tinpara yapın, sadece maddi kaygılar üzerine kurulu üyelik sistemi...”*, *“Para tuzağı, eşleşme olmuyor.”*, *“Arkadaşlar bu sitede çalışan kızlar sizi beğeniyorlar sonra eşleşiyorsunuz size biraz konuştuğuktan sonra Whatsapp numaranızı istiyorlar oradan konuşalım diyorlar birkaç gün konuştuğuktan sonra size yol veriyorlar bir fotoğrafını yolluyorlar o da herkese aynı fotoğrafı yollayıp insanlarla alay ediyorlar bu kendini uyanık sananlar.”* Kullanıcılar, bazı platform deneyimlerinin kendilerini güvensiz hissetmelerine neden olduğunu da ifade etmektedir: *“Tinder sayesinde gerçek aşkı buldum... tabii eğer ‘gerçek aşk’tan kastınız yüzlerce fake profil, cinsiyet sürprizleri ve bitmeyen hayal kırıklıklarıysa. Uygulama kadınlarla tanışmak isteyenleri adeta “bambaşka dünyalarla” buluşturuyor. Herkes herkese açık, adeta dijital bir mayın tarlası. Teşekkürler tinder, flört değil ama sabır seviyesi geliştirmede...”*, *“İçerisi eskort ve sizden bir şey koparmaya çalışanlarla dolu.”* Dijital ortamın sağladığı kimlik belirsizliği ve yetersiz denetim mekanizmaları, kullanıcıların olası risklere karşı daha temkinli davranmalarına yol açmaktadır. Nitekim, dijital flört uygulamalarının yalnızca duygusal bağ kurma ve sosyal etkileşim alanları olarak ele alınmadığını, aynı zamanda olası risklerin yönetilmesini gerektiren dijital ortamlar olarak algılandığını göstermektedir. Ulaşılan bulgular, platform kullanıcılarının Tinder deneyimini değerlendirirken güvenlik kaygıları ve risk faktörlerini önemli ölçüde dikkate aldıklarını belirtmektedir.

3.5. Bumble Bulguları

Bumble, 2014 yılında Whitney Wolfe Herd tarafından geliştirilen ve dijital flört uygulamaları arasında kadınlara iletişim sürecinde daha fazla inisiyatif tanıyan yapısıyla öne çıkan bir dijital flört uygulamasıdır (bumble.com, 2026) Uygulamanın en dikkat çeken özelliği, kullanıcı eşleşmelerinde ilk iletişimin kadın kullanıcılar tarafından başlatılabilmesi ve dolayısıyla ilk mesajı yalnızca kadın kullanıcıların gönderebilmesidir. Buradan yola çıkarak platformun, diğer dijital flört uygulamalarından en önemli farkı iletişim sürecinin ilk aşamasında kadınlara karar verme yetkisi tanımasıdır. Kullanıcıların dijital kimlik oluşturma, potansiyel partnerle bağlantı kurma ve iletişim sürecini başlatma aşamaları üzerinden işleyen Bumble, yalnızca duygusal ilişki kurma amacıyla değil, sosyal ilişkiler ve profesyonel ağ kurma gibi farklı kullanım pratikleri ile de karşımıza çıkmaktadır. Dolayısıyla Bumble, dijital flört platformlarında güven, toplumsal cinsiyet rolleri ve kullanıcı deneyim ve beklentilerinin nasıl biçimlendiğini değerlendirmek açısından önemli bir inceleme alanıdır.

3.6. Güven, Risk ve Dijital Tehdit Algısı

Bumble kullanıcı yorumlarına baktığımızda ilk olarak, uygulamanın diğer dijital flört platformlarına kıyasla daha güvenli ve kontrollü bir alan olarak algılandığı görülmektedir. Özellikle kadınların ilk mesajı gönderme özelliği, kadın kullanıcıların iletişim sürecinde daha fazla kontrol hissi yaşamasına neden olmakta ve bu durum güven algısını güçlendirmektedir: *“Bir kadın olarak ilk mesajı benim atabiliyor olmam bana kendimi güvende hissettiriyor, bu uygulamayı bu yüzden ayrıca çok seviyorum.”* Bu kullanıcı yorumundan da anlaşılacağı üzere kadın kullanıcıların iletişimi başlatan taraf olmaları, kendilerine tanınan bir inisiyatif olarak değerlendirilmekte ve dolayısıyla bu durumun da uygulamaya duyulan güven duygusunu desteklediğini göstermektedir. Kullanıcılar Bumble’da daha saygılı bir iletişim ortamı olduğunu belirtse de gerçek dışı profiller, anonim kimlik sunumu, manipülatif davranışlar ve duygusal güvenin kötüye kullanılması gibi dijital tehdit unsurlarının tamamen ortadan kalkmadığını da belirtmektedir: *“Yaptığınız uygulamada o kadar sahte hesap var ki insanları dolandırıyorlar siz de bunlara müsaade ediyorsunuz.”*, *“İçerde bol bol fake hesap ve trans bireyler mevcut önermiyorum.”*, *“Sahte profiller ve dolandırıcılar çok fazla.”* Yer verilen kullanıcı yorumlarından da anlaşılacağı üzere Bumble, kullanıcılar açısından tamamen risksiz bir uygulama değil; diğer platformlara göre daha güvenli ve daha yönetilebilir riskler sunan bir dijital flört ortamı olarak değerlendirilmektedir.

3.7. Toplumsal Cinsiyet Roller ve Flört Dinamikleri

Bumble kullanıcı yorumlarında dikkat çeken bir diğer bulgu ise toplumsal cinsiyet rolleri ve flört dinamiklerinin uygulamanın yapısını doğrudan etkilemesidir. Özellikle kadınların ilk mesajı gönderme zorunluluğu ve eşleşme sürecinin başlamasıyla birlikte kadınların mesaj atmadan iletişimin başlayamaması hali geleneksel flört rollerini dönüştüren bir unsur olarak değerlendirilmektedir. Buna sunulan eleştirinin nedeni ise Türkiye’deki yerleşik toplumsal cinsiyet algısında ilişkiyi erkeğin başlatmasının beklenmesidir. Buna yönelik örnek yorum: *“Her zaman ilk adımı erkeklerin atmasını bekleyen bir toplumda yaşıyoruz, burada erkeklerin ilk mesajı atamaması saçma eşleşsen bile kadın senden adım beklediği için konuşma başlayamıyor ve bir süre sonra eşleşme düşüyor”*. Örnek alıntıdan da anlaşılacağı gibi erkek kullanıcılar özellikle kadın kullanıcıların iletişimi başlatmaması nedeniyle eşleşmelerin yaşanması durumunda bile iletişim sürecinin başlayamadığından şikâyet etmektedir. Konuya yönelik bir diğer örnek alıntı şu şekildedir: *“Uygulamada ilk kızlar ilk adımı atar diye bir şey var. Türkiye’de de öyle bir dünya olmadığı için bence vaktinizi boşa harcamayın başka uygulamalara gidin.”* Bir diğer örnek alıntı da benzer biçimdedir: *“Bizim Kezbanların bu uygulamada önce kadının yazmak zorunda olduğundan haberi yok. Varoşlar yazmadıkları için eşleşmelerin süresi dolup, otomatik siliniyor.”*, *“Kadınların yazmasını beklemek zorunda olmamız çok kötü.”* Yer verilen ifadelerden anlaşılacağı gibi bu özellik, kadın kullanıcıların iletişim sürecinde daha aktif ve belirleyici bir konuma geçmesini sağlarken; erkek kullanıcıların daha pasif ve bekleyen bir rol üstlenmesine neden olmaktadır. Öte yandan kullanıcı yorumlarında bu durum bazı kişiler tarafından kadınlar açısından güçlendirici ve güven artırıcı bir özellik olarak da değerlendirilebilmektedir: *“Bir kadın olarak ilk mesajı benim atıyor olmam bana kendimi güvende hissettiriyor.”*, *“Uygulama güzel çünkü*

kadın olarak rahatsız edilme olasılığınız çok düşük.”. Uygulamanın bu özelliğine kadın ve erkek kullanıcılardan farklı değerlendirmeler yapılmaktadır. Kadın kullanıcılar bu tür bir ortamda rahatsız edilmelerini önleyen bir faktör olarak onların ilk mesajı atma haklarını olumlu bir özellik olarak değerlendirmektedir. Ancak bunun dijital flörtün başlamasında bir engel olarak değerlendiren erkek kullanıcılar onların da iletişim sürecini başlatabilme hakkına sahip olmaları gerektiğinden söz etmektedir. Buna yönelik talepleri şu şekilde ifade edilmektedir: *“Erkeklerin mesaj atma özelliği olmalı.”*. Bu talebin yerini sert ve cinsiyetçi eleştirilere bıraktığı da görülmektedir. Özelliği eleştiren bir kullanıcının konuya yönelik eleştirisi şu şekildedir: *“Erkeklerin konuşma özgürlüğünü elinden alan yobaz çağdaş bir şirketsiniz zaten bir kadının kurduğu şirketten de ahlâk ve zekâ beklenemezdi. Cinsiyetçi ve cahil bir uygulama.”* Nitekim Bumble, dijital flört ortamında toplumsal cinsiyet rollerini yeniden şekillendiren ve geleneksel ilişki dinamiklerini dönüştüren bir platform olarak öne çıkmaktadır.

3.8. Bumble’a Yönelik Ahlaki, Kültürel ve Sınıfsal Kullanıcı Söylemleri

Bumble kullanıcı yorumlarında öne çıkan bir diğer tema ise platforma yönelik ahlaki, kültürel ve sınıfsal söylemlerdir. Buna göre, platforma ilişkin kullanıcı yorumlarının yalnızca bireysel deneyimlerden değil, aynı zamanda toplumsal değerler, kültürel normlar ve yaşam tarzlarına ilişkin algılar etrafında şekillendiği görülmektedir. Burada uygulamanın yoğun şekilde eşleştirmeye eğilimli olduğu profillerin belirli statüleri içeren sembollere sahip olduğu ve diğer profillerin bu yoğunlukta eşleştirilmediği ifade edilmektedir. Dolayısıyla bu durum, Bumble’ın kullanıcılar tarafından yalnızca teknik özellikleri üzerinden değil, temsil ettiği sosyal ve kültürel kodlar üzerinden de ele alındığını işaret etmektedir. Bununla birlikte bazı kullanıcı yorumlarında Bumble’ın “daha eğitilmiş”, “daha kaliteli” veya “daha seçkin” kullanıcı kitlesine sahip olduğu yönündeki değerlendirmeler dikkat çekmektedir: *“Diğer flört uygulamalarına göre daha kaliteli insanlar var.”*, *“Bu uygulamada çok şeker insanlar var, çok ekmeğini yedim.”*, *“Erkek olarak ortalamanın çok üstünde olmanız gerekiyor ki burada şansınız olsun.”*, *“Kalitesiz bir tipseniz boşuna vakit kaybetmeyin. Kızlar Tinder’daki gibi fake veya kalitesiz değil. Daha rafine bir kitleye hitap ediyor.”* Bu ve benzeri yorumlar, platformun belirli sınıfsal ve kültürel özelliklerle ilişkilendirilerek anlamlandırıldığının altını çizmektedir. Bunun yanında bazı kullanıcılar Bumble’ı bireysel özgürlükleri destekleyen, modern ilişki biçimlerine olanak tanıyan bir dijital ortam olarak değerlendirmiştir: *“Hayatımın aşkını burada buldum.”*, *“Gayet iyi bir uygulama Tinder’a bin basar.”*, *“Eşim buradan Instagram kullanıcı adımlarını görüp Instagram’dan eklemiş ve şimdi 8 yıllık evliyiz.”* Bazı kullanıcılar ise uygulamayı geleneksel ilişki anlayışı ve ahlaki değerlerle uyumsuz bir yapı olarak eleştirmektedir: *“Reel’de doğru birisi ile tanışma şansınız çok daha yüksek. Kendinize, işinize, sosyal çevrenize yatırım yapın, böyle uygulamalara değil.”*, *“1000+ eşleşme aldım, eşleştiğim konuştuğum kadınları 2 saat sonra dışarda başkasıyla görüyorum, akşam eve dönerken de bambaşka bir adamla. Kadınlar eskortlardan bile hızlı adam değiştiriyor bu app üstünde, biriyle bile görüşmeyi midem kaldırmadı açıkçası, bu app kullanan erkeğin kendisine saygısı yoktur net.”*, *“Herkes birbirinin aynısı, fabrikasyon tipler. Rezalet. Kaydırdıkça anladım ki insanlığımdan soğuyorum, en sonunda sildim. Rezil insanların toplandığı yer.”* Çalışma kapsamında ele alınan yorumlar, Bumble uygulamasına yönelik değerlendirmelerin yalnızca platformun teknik özellikleriyle sınırlandırılmadığını bununla beraber duygusal ilişkileri, toplumsal değer ve yargıları, kullanıcı profillerine dair birtakım yargıları da içerdiğini göstermektedir.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bireylerin partnerleriyle iletişime geçme biçimlerinden biri olan ve en temelde dijital ortamdaki iletişimlerini kapsayan dijital flört (Susilo, 2024), sosyal medya mecralarında da kendine yer bulmuştur. Öyle ki bu alanda yer alan kullanıcılar duygusal ilişkiler geliştirebilmek amacıyla sosyal medya platformlarını kullanmakta ve bu durum dijital medya dolayımında işleyen duygusal ilişkiler olarak tanımlanmaktadır. Kullanıcıları kendilerine benzeyen diğer kullanıcılarla bir araya getirebilmesi nedeniyle sosyal ilişkilere katkı sunabildiği ifade edilen bu tür uygulamaların yol açtığı belirli sorunlar da bulunmaktadır. Bu araştırma her iki potansiyeli bünyesinde barındıran dijital flört uygulamalarının kullanıcıların ilişki dünyasında ne tür deneyimler geliştirdiğini ortaya koymayı

amaçlamıştır. Araştırma bulgularında Tinder ve Bumble’a yönelik kullanıcı değerlendirmeleri arasında belirli farklılıkların olduğu görülmüştür. Tinder uygulamasında duygusal ilişki deneyimlerine yönelik üç ana tema ortaya çıkmıştır. Bunlar sırasıyla, ücretli görüşme talebi sorunu, sahte ve çalıntı kimlikler, dijital risk algısıdır. Buna göre, kullanıcılar uygulama içerisindeki yoğun sahte profilleri yoğun biçimde eleştirmektedir. Bu sahte hesaplar yalnızca gerçek olmayan isim ve görsellerle oluşturulmamakta kullanıcı yorumlarına göre, farklı sosyal medya platformlarında hesapları olan kullanıcıların profil bilgileri çalınarak bu uygulamalar kullanılmaktadır. Bununla birlikte sahte ve çalıntı hesap sahipleri onlarla iletişime geçmeye çalışan kullanıcılara ücret karşılığı görüşmeyi teklif etmektedir. Ayrıca uygulamada kişisel bilgilerin paylaşılması, dolandırıcılık faaliyetleri gibi hususların da yaşandığı ifade edilmiştir.

Bumble uygulamasına bakıldığında ise özellikle kadın kullanıcıların bazı olumlu değerlendirmelerine karşın Tinder uygulamasıyla benzer eleştirilerin olduğu görülmektedir. Sahte profillerin yoğun şekilde yer aldığı ifade edilen uygulama, bu nedenle kullanıcılar tarafından riskli bir alan olarak görülmektedir. Bununla birlikte uygulamanın bazı özelliklerine yönelik değerlendirmeler cinsiyet temelinde farklılaşmaktadır. Diğer dijital flört uygulamalarından farklı olarak kullanıcılar arasındaki iletişimin kadın kullanıcıların mesajıyla başlatılabilme özelliği erkek kullanıcılar tarafından eleştirilirken kadın kullanıcılar bu özelliği güvenli bulmaktadır. Uygulamaya yönelik bir diğer eleştiri ise özellikle de erkekler arasında eşleştirme yapılırken belirli ayrımcılıklar yapıldığına yöneliktir. Buna göre uygulama, erkek profil görüntülerinde orta üst sınıfa ait olduğuna yönelik sembolik işaretler görebildiği profilleri daha sık biçimde eşleştirmektedir. Benzer bir durum dış görünüş olarak beğenilme oranı yüksek erkek kullanıcılar için de geçerli olmaktadır. Bu durum kullanıcıların uygulamayı eleştirmelerine yol açmaktadır. Bununla birlikte özellikle Bumble uygulamasında evliliğe dönüşen ilişkilerin olduğu da yine kullanıcıların ifadeleri arasındadır.

Elde edilen bulgular, duygusal ilişki dünyasını dönüştüren bir güç olarak dijital flört platformlarının kullanıcıların ilişki deneyimlerini dijital risk, sahte kimlik, sınıfsal ayrım, ücretli ve geçici ilişkiler bağlamında olumsuz etkileyebildiğini göstermektedir. Bu nedenle uygulamaların dijital güvenlik, algoritma ve toplumsal önyargılar bağlamında güncellemelere ihtiyaç duyduğu ifade edilebilmektedir. Öte yandan kullanıcıların kendilerini dijital ortamda daha güvende hissedebilmeleri için medya okuryazarlığının önemi de unutulmamalıdır.

KAYNAKLAR

- Akbulut, F. E. (2025). *Swipe çağında dijital ilişkiler: bireylerin flört uygulamalarını kullanma deneyimleri* (Yüksek Lisans Tezi, Sosyal Bilimler Enstitüsü).
- Aydoğan, B. (2020). Konum temelli çevrimiçi tanışma uygulamalarını kadınların flört deneyimleri açısından düşünmek: Tinder ve Happn. *Moment dergi*, 7(2), 287-313. <https://doi.org/10.17572/mj2020.2.287313>
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77-101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
- Broeker, F., & Spector, B. (2024). Introduction: Dating apps beyond dating. *Ethnoscripts*, 26(1).
- Brown, C., & Hegarty, K. (2018). Digital dating abuse measures: A critical review. *Aggression and violent behavior*, 40, 44-59.
- Brym, R. J., & Lenton, R. L. (2001). Love online: A report on digital dating in Canada. *MSN. ca*, February, 6.
- Bumble Inc. (2026). *Board of Directors: Whitney Wolfe Herd*. Retrieved from <https://ir.bumble.com>
- Büyükşener, E. (2009). Türkiye’de sosyal ağların yeri ve sosyal medyaya bakış. *XIV. Türkiye’de İnternet Konferansı Bildirileri*, 12, 13.
- Cöbek, G. (2022). Flört uygulamalarındaki imajlar dünyası: “Klişelerin diktatörlüğü” ne karşı doğallık. *Moment Dergi*, 9(1), 13-34.
- Çelik, G. N. H. (2023). *Dijital platformlarda flört eden beliren yetişkinlerin ilişki doyumunun ve yalnızlık algısının bağlanma stillerine göre İncelenmesi* (Master's thesis, Maltepe University (Turkey)).
- Datareportal, (2025). Digital Turkey: 2026. <https://datareportal.com/reports/digital-2026-turkey>
- Davis, E. M., & Fingerman, K. L. (2016). Digital dating: Online profile content of older and younger adults. *Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 71(6), 959-967.
- Gökal, H. (2022). Yeni nesil dijital flört eşleştirme uygulamaları incelemesi. İçinde *Dijital Flörtleşme*. Nobel Yayıncılık. ss. 1-18
- Hodgson, N. (2017). *The curious history of dating: from jane austen to tinder*. Hachette UK.
- Kaplan, G., & Öztürk, S. (2022). Gençlerde dijital flört şiddetinin toplumsal cinsiyet algısı ve internet bağımlılığı ile ilişkisi. *Akdeniz Kadın Çalışmaları ve Toplumsal Cinsiyet Dergisi*, 6(1), 67-91.
- Kaya, F. (2025). Kadınların perspektifinden dijital flört şiddeti. Bursa Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyoloji Anabilim Dalı Sosyoloji Bilim Dalı. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi.
- Kurtuluş, E. M., & Ayan, F. S. (2023). Dijital flörtleşme: Post-dijital sorunlara post-dijital çözümler. *İstanbul Gelişim Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 10(1), 447-465.
- Papp, L. M., Danielewicz, J., & Cayemberg, C. (2012). “Are we Facebook official?” Implications of dating partners' Facebook use and profiles for intimate relationship satisfaction. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 15(2), 85-90.
- Samav Gürcü, F. D. (2025). Kadına Yönelik Dijital Flört Şiddeti. *İmgelem*, (17), 383-416.
- Sharpe, K. B. (2020). Digital dating in Turkey. <https://www.duvarenglish.com/columns/2020/05/29/digital-dating-in-turkey>
- Statista. (2026). *Most popular dating apps worldwide in December 2025, by downloads (in millions)*. <https://www.statista.com/statistics/1200234/most-popular-dating-apps-worldwide-by-number-of-downloads/>

- Susilo, A. D., Octaviani, V., & Sari, S. (2024). Instagram As A Media Of Communication Online Date. *Social Sciences Journal*, 1(2), 63-76.
- Tansel, B. (2023). Yaşlı yetişkinlerde dijital flört uygulamaları kullanım pratikleri üzerine bir saha çalışması. *Camcı C. & Gür A.(Der.). Felsefede ve Sosyal Bilimlerde Yaşlılık içinde. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.*
- Tinder. (2026). *Tinder Overview*. Retrieved June 4, 2026, from <https://www.help.tinder.com/hc/en-us/articles/115004647686-Tinder-Overview>
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK). (2025). *TÜİK 2024 - Hanehalkı Bilişim Teknolojileri Kullanım İstatistikleri*. <https://veriportali.tuik.gov.tr/tr/press/53925/metadata>
- Ward, J. (2017). *What are you doing on Tinder? Impression management on a matchmaking mobile app*. *Information, Communication & Society*, 20(11), 1644–1659.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2021). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (12. bs.). Seçkin Yayıncılık.
- Yıldız, F., & Özarslan, Z. (2022). Kadınların deneyimlerinden dijital flört şiddetine bakmak. *Etkileşim*, (9), 72-101.

DÖNÜŞÜM YOLCULUĞU: 8 HAFTALIK YAŞANTISAL GRUP SÜRECİNİN ÜNİVERSİTE SINAVINA HAZIRLANAN ÖĞRENCİLER ÜZERİNDEKİ YANSIMALARI**Sevgi ÖZMEN YILDIRIM (Birinci yazar)¹****Prof. Dr., Özlem TAGAY (İkinci yazar)²****1Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi (yüksek lisans öğrencisi), grupta psikolojik danışma, psk.dan.sevgiozmen@gmail.com, 0009-0001-2556-4203****2Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, grupta psikolojik danışma, ozlemtagay@mehmetakif.edu.tr, 0000-0002-9821-5960****Özet**

Grupla psikolojik danışma; bireylerin güvenli ve destekleyici bir ortamda ortak sorunları paylaştıkları, kişilerarası etkileşim yoluyla içgörü kazandıkları ve yeni baş etme becerileri geliştirdikleri dinamik bir psikolojik yardım sürecidir. Bu doğrultuda planlanan bu çalışma; üniversite sınavına hazırlanan mezun grubundaki 17-20 yaş aralığındaki 10 öğrencinin (10 kadın) akademik kaygılarını yönetmelerine imkân sunmak, bitirilmemiş işlerini bitirmelerini desteklemek ve psikolojik sağlamlıklarını artırmak amacıyla yürütülen 8 oturumluk bir grupla psikolojik danışma sürecini kapsamaktadır. Araştırmada nicel veri toplama aracı olarak "Bitirilmemiş İşler Ölçeği" kullanılmış; süreç sonunda yapılan analizlerde öntest ve sontest puanları arasında pratik anlamda belirgin bir düşüş gözlenmiş ve istatistiksel olarak sınırda bir anlamlılık saptanmıştır. Grupla danışma süreci boyunca Gestalt terapi odaklı "boş sandalye", "kutuplar" ve "bitirilmemiş işler" teknikleri ile Moreno'nun "sosyal atom" çalışması entegre edilmiştir. İlk oturumlardaki onay ihtiyacı ve öfke, sembolik çalışmalarla yerini duygusal mesafe ve kontrole bırakmıştır. Sonuç olarak, uygulanan 8 oturumluk yaşantısal grup sürecinin, üniversite sınavına hazırlanan mezun grubu öğrencilerin geçmişin duygusal yükünü hafifletmelerinde ve bitirilmemiş işleriyle yüzleşerek psikolojik sağlamlıklarını artırmalarında destekleyici/işlevsel bir müdahale olduğu değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Grupla psikolojik danışma, Gestalt terapi, bitirilmemiş işler, sınav kaygısı, mezun öğrenciler.

THE JOURNEY OF TRANSFORMATION: REFLECTIONS OF AN 8-WEEK EXPERIENTIAL GROUP PROCESS ON STUDENTS PREPARING FOR THE UNIVERSITY ENTRANCE EXAM**Sevgi ÖZMEN YILDIRIM (First author)1/****Prof. Dr., Özlem TAGAY (Second author)2****1Burdur Mehmet Akif Ersoy University (graduate student), group psychological counseling,
psk.dan.sevgiozmen@gmail.com, 0009-0001-2556-4203****2Burdur Mehmet Akif Ersoy University, group psychological counseling,
ozlemtagay@mehmetakif.edu.tr, 0000-0002-9821-5960****Abstract**

Group psychological counseling is a dynamic psychological helping process wherein individuals share common problems within a safe and supportive environment, gain insight through interpersonal interaction, and develop new coping skills. In this context, the present study encompasses an 8-session group psychological counseling process aimed at enabling 10 female students (aged 17-20), who are high school graduates retaking the university entrance exam, to manage their academic anxiety, resolve their unfinished business, and enhance their psychological resilience. The "Unfinished Business Scale" was utilized as the quantitative data collection tool in the study. The analyses conducted at the end of the process revealed a practically notable decrease between the pre-test and post-test scores, indicating borderline statistical significance. Throughout the group counseling process, Gestalt therapy-oriented techniques such as the "empty chair," "polarities," and "unfinished business" were integrated with Moreno's "social atom" exercise. The need for approval and anger observed in the initial sessions were replaced by emotional regulation and control through symbolic interventions. Consequently, the implemented 8-session experiential group process was evaluated as a supportive and functional intervention in helping high school graduate students preparing for the university exam to alleviate the emotional burden of the past and enhance their psychological resilience by confronting their unfinished business.

Keywords: Group counseling, Gestalt therapy, unfinished business, exam anxiety, re-sit students.

GİRİŞ

Grupla psikolojik danışma; bireylerin güvenli, kabul edici ve destekleyici bir atmosferde ortak yaşantısal problemleri paylaştıkları, kişilerarası dinamik etkileşim süreçleri yoluyla kendilerine ve diğerlerine yönelik içgörü kazandıkları, alternatif baş etme stratejilerini deneyimleyerek öğrendikleri yapılandırılmış bir psikolojik yardım sürecidir (Voltan-Acar, 2024; Yayıcı, 2017). Grup ortamı, bireye toplumsal bir mikrokozmos sunarak kendi davranış örüntülerini ve kişilerarası ilişki biçimlerini "burada ve şimdi" ilkesi çerçevesinde gözlemleme ve yeniden yapılandırma şansı tanımaktadır (Corey, 2015). Bireyin yalnız olmadığını hissetmesini sağlayan evrensellik faktörü ve akran desteğinin iyileştirici gücü, özellikle gelişimsel veya durumsal kriz dönemlerinden geçen bireyler için grupla psikolojik danışmayı işlevsel, önleyici ve koruyucu bir müdahale yöntemi haline getirmektedir (Büyüköze-Kavaş, 2011; Korkut-Owen ve Demir, 2014; Yalom ve Leszcz, 2020).

Genç yetişkinlik dönemine geçiş evresinde olan bireyler için üniversite sınavına hazırlık süreci; yoğun akademik kaygının, gelecek beklentilerinin ve sosyo-duygusal stresörlerin eşlik ettiği kritik bir yaşam olayıdır. Bu süreç, özellikle liseyi bitirip hedeflediği başarıya ulaşamadığı için "mezun grubunda" yer alan ve sınava yeniden hazırlanan öğrenciler için çok daha karmaşık psikososyal riskler barındırmaktadır. Mezun grubu öğrenciler; akranlarının gerisinde kalmışlık hissi, zamanı yönetme baskısı, "başarısızlık" etiketine maruz kalma korkusu ve aile içi beklentilerin yarattığı psikolojik yükler nedeniyle yoğun bir akademik stres ve kaygı sarmalıyla karşı karşıya kalabilmektedir (Kaya ve Yiğit, 2024). Bunun yanı sıra, yaşanan bu yoğun kaygı ve stres durumunun bireyler üzerinde hem fiziksel hem de psikolojik çeşitli olumsuzluklara zemin hazırlayabileceği literatürde vurgulanmaktadır. Bu durumsal stresörler, öğrencilerin sadece akademik performanslarını olumsuz etkilemekle kalmayıp, psikolojik sağlamlık düzeylerini ve genel uyum becerilerini de zedeleyebilmektedir. Dolayısıyla, sınav hazırlık sürecindeki bu öğrencilerin karşılaştığı risk faktörlerini hafifletmek, kaygıyı işlevsel düzeyde yönetebilmek ve psikolojik sağlamlık mekanizmalarını geliştirmek adına, geleneksel rehberlik hizmetlerinin ötesine geçen, duygu odaklı ve yaşantısal akran gruplarına dayalı müdahalelerin organize edilmesi kritik bir ihtiyaç olarak belirmektedir.

1. KURAMSAL ÇERÇEVE

Gestalt terapi yaklaşımına göre, bireyin geçmiş yaşantılarında tam olarak doyurulamamış ihtiyaçları, ifade edilememiş duygu, öfke ve kırgınlıkları "bitirilmemiş işler" olarak adlandırılmakta ve bu durum bireyin uyumunu olumsuz yönde etkileyebilmektedir (Perls, 1969; Voltan-Acar, 2024). Üniversite sınavına hazırlanan mezun grubu genç yetişkinlerde, bu bitirilmemiş işler sıklıkla aile içi roller, fedakârlık beklentileri, yüksek onay ihtiyacı ve geçmiş akademik başarısızlıklara yönelik bastırılmış öfke şeklinde odaya getirilebilmektedir. Bireylerin geçmişten taşıdıkları bu duygusal yükler, bugünün sınav hazırlık sürecindeki akademik kaygıyı ve stresörleri daha da derinleştiren içsel birer engelleyiciye dönüşebilmektedir (Malakcıoğlu, 2018). Gestalt yaklaşımının temel ilkelerinden olan "burada ve şimdi" farkındalığı ve sembolik müdahaleler (boş sandalye vb.) ile Moreno'nun sosyometrik uygulamaları, üyelerin bu bitirilmemiş işleriyle güvenli bir şekilde yüzleşmelerine, duygusal deşarj (katarsis) yaşamalarına ve geçmiş anılarını bilişsel olarak daha işlevsel bir biçimde yeniden çerçevelemelerine (reframing) imkân tanımaktadır (Dökmen, 1995). Bu bağlamda, öğrencilerin geçmiş yaşantılarından getirdikleri bitirilmemiş iş düzeylerinin azaltılmasının, güncel sınav kaygısını yönetme ve psikolojik sağlamlığı artırma noktasında destekleyici bir dinamik yaratacağı değerlendirilmektedir.

Bu temel yaklaşımlardan hareketle planlanan mevcut çalışmanın temel amacı; üniversite sınavına hazırlanan mezun grubundaki öğrencilere yönelik yürütülen 8 oturumluk yaşantısal bir grupla psikolojik danışma programının, katılımcıların bitirilmemiş iş düzeyleri üzerindeki etkisini ve bu sürecin öğrencilerin akademik kaygı ile psikolojik sağlamlık süreçlerine olan yansımalarını incelemektir. Bu temel amaç doğrultusunda, öğrencilerin geçmişten getirdikleri duygusal yükleri hafifletmelerini desteklemek, onay ihtiyacı ve öfke gibi duygular üzerinde sınır koyma ve regülasyon becerilerini geliştirmek ve zorlu sınav sürecinde psikolojik sağlamlıklarına katkı sunmak hedeflenmiştir. Çalışmanın, sınav hazırlık sürecindeki mezun grubu öğrencilerin

karmaşık içsel süreçlerine bütüncül (Gestalt ve Moreno entegrasyonu) bir bakış açısı getirmesi ve eğitim kurumlarının rehberlik servislerinde yürütülecek yaşantısal grup uygulamalarına alternatif, işlevsel bir model sunması açısından alan yazına katkı sağlayacağı umulmaktadır.

2. YÖNTEM

2.1. Araştırma Modeli

Bu araştırmada, üniversite sınavına hazırlanan mezun grubu öğrencilerine yönelik uygulanan 8 oturumluk yaşantısal grup sürecinin etkilerini ve bu sürecin katılımcıların içsel dünyalarındaki yansımalarını incelemek amacıyla nicel ve nitel değerlendirmelerin birlikte ele alındığı bütüncül bir yaklaşım benimsenmiştir. Araştırmanın nicel boyutunda, deneysel desenlerden "ön-test ve son-test ölçümlere dayalı tek gruplu yarı deneysel desen" kullanılmıştır. Bu desende, deneysel müdahale öncesinde ve sonrasında aynı ölçme aracı kullanılarak katılımcıların bağımlı değişkene (bitirilmemiş işler düzeyi) ait puanlarındaki değişim incelenir. Çalışmanın nitel/yaşantısal boyutunda ise, süreç boyunca oturumlarda ortaya çıkan sembolik çalışmalar, üye dönüşümleri ve lider gözlemleri akademik bir perspektifle çözümlenerek bulguları desteklemek amacıyla sürece dahil edilmiştir.

2.2. Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubunu, 2025-2026 eğitim-öğretim yılında Burdur ilinde faaliyet gösteren özel bir kurumsal kurs merkezine devam eden ve üniversite sınavına (YKS) hazırlanan mezun grubundaki 10 kadın öğrenci oluşturmaktadır. Katılımcıların belirlenmesinde, araştırmacının ulaşılabilirliği ve grubun yürütüleceği kurumun fiziki şartları göz önünde bulundurularak "uygun örnekleme" yöntemi tercih edilmiştir. Çalışma grubuna dahil edilme kriterleri olarak; gönüllülük esası, 17-20 yaş aralığında bulunma, liseden mezun olup sınava yeniden hazırlanıyor olma ve grupla psikolojik danışma sürecini aksatmayacak düzeyde devamlılık gösterebilme şartları aranmıştır. Etik ilkeler gereğince katılımcıların gerçek isimleri metin içerisinde gizli tutulmuş ve raporlamada kod isimler kullanılmıştır.

2.3. Veri Toplama Araçları

Bu araştırmada, öğrencilerin geçmiş yaşantılarından bugüne taşıdıkları çözümlenmemiş duygusal durumları ve tamamlanmamış meseleleri değerlendirmek amacıyla, nicel veri toplama aracı olarak Malakcıoğlu (2018) tarafından geliştirilen "Bitirilmemiş İşler Ölçeği" kullanılmıştır. Ölçek, bireylerin bitirilmemiş iş düzeylerini anlamlandırmaya yönelik toplam 40 maddeden oluşmaktadır. Katılımcıların maddelere verdikleri yanıtlar, 5'li Likert tipi bir dereceleme üzerinden değerlendirilmektedir. Öçekten alınabilecek toplam puan 40 ile 200 arasında değişiklik göstermekte olup, öçekten alınan puanın yüksek olması, bireyin geçmiş yaşantılarına dair bitirilmemiş iş düzeyinin ve buna bağlı taşıdığı duygusal yükün yüksek olabileceğine dair değerlendirme imkânı sunmaktadır. Çalışmada, uygulanan grup sürecinin seyrini gözlemleyebilmek amacıyla bu ölçek oturumlar başlamadan önce (ön-test) ve 8 haftalık süreç tamamlandıktan sonra (son-test) olmak üzere katılımcılara iki kez uygulanmıştır.

2.4. İşlem ve Uygulama Süreci

Araştırma kapsamındaki grupla psikolojik danışma süreci, Burdur ilinde yer alan kurumsal bir kurs merkezi bünyesinde, haftada bir gün ve her oturum ortalama 70-90 dakika sürecek şekilde toplam 8 hafta olarak planlanmış ve yürütülmüştür. Süreç, üyelerin gruba sonradan katılımının olmadığı "kapalı grup" formatında gerçekleştirilmiştir. Oturumların yapılandırılmasında ve yürütülmesinde Gestalt terapi odaklı sembolik müdahaleler ile Moreno'nun sosyometrik teknikleri entegre edilerek eklektik bir çerçeve sunulmuştur.

Sürecin başlangıç evresinde (1. ve 2. oturumlar); grup dinamiklerini oluşturmak, gizlilik sınırlarını netleştirmek ve üyelerin bireysel amaçlarını belirlemek amacıyla ısınma etkinliklerine yer verilmiştir. Üyelerin kendilerini güvende hissetmeleri için "güvenli yer" imgelemesi uygulanmış; paylaşımlarda "ben dili" kullanımına özen gösterilerek grupta açık iletişim desteklenmiştir. Bireylerin içsel zıtlıklarını fark etmeleri için "Gestalt kutuplar" çalışması yapılmıştır. Geçmişten getirilen duygusal yüklerin odaya getirilmesi ve katarsis sağlanması adına "Boş

Sandalye" tekniği uygulanmış; ayrıca sürecin devamlılığını sağlamak ve içgörüyü pekiştirmek amacıyla oturum sonlarında bazı üyelere süreç odaklı ev ödevleri verilmiştir. Geçiş ve eylem evrelerini kapsayan orta oturumlarda (3., 4. ve 5. oturumlar); sınav hazırlığındaki öğrencilerin aile içi rollerini ve fedakârlık beklentilerini somutlaştırmak adına "Sırtımızdaki Taşlar" egzersizi uygulanmıştır. Ayrıca üyelerin yakın ve uzak sosyal destek ağlarını görselleştirerek sağlıklı sınırlar çizebilmeleri için Moreno'nun "Sosyal Atom" tekniğinden faydalanılmıştır.

Sürecin sonlanma evrelerinde ise (6., 7. ve 8. oturumlar); üyelerin onay ihtiyacından uzaklaşarak kazandıkları içgörüyü tescil etmeleri için "sihirli dükkan" ve "ayna" gibi sembolik müdahaleler kullanılmıştır. Geçmiş yaşantıların bilişsel düzeyde yeniden çerçevelenmesi (reframing) amacıyla "yıkılan bina ve yeni inşa" metaforu sürece dahil edilmiş, kazanımların dış dünyaya transferini destekleyen olumlu geri bildirimler ve sonlandırma etkinlikleriyle 8 haftalık süreç tamamlanmıştır.

3. BULGULAR

Tablo 1. Katılımcıların bitirilmemiş işler ölçeği ön-test ve son-test puanlarına ilişkin t-testi sonuçları.

Ölçüm	N	Ortalama	Standart Sapma	t	p
Ön-Test	10	108.70	37.52		
Son-Test	10	78.10	25.30	2.13	.062

Tablo 1 incelendiğinde, gruba katılan öğrencilerin süreç öncesi bitirilmemiş işler ölçeği ön-test puan ortalamalarının 108.70 olduğu, 8 haftalık oturumlar tamamlandıktan sonra elde edilen son-test puan ortalamalarının ise 78.10'a düştüğü görülmektedir. İki ölçüm arasındaki 30.6 puanlık bu düşüşün istatistiksel açıdan sınırda bir anlamlılığa sahip olduğu ($t=2.13$; $p=.062$) tespit edilmiştir. Elde edilen bulgular, uygulanan yaşantısal grup sürecinin katılımcıların bitirilmemiş iş düzeylerini ve geçmişten taşıdıkları duygusal yükleri azaltma yönünde pratik anlamda destekleyici bir etki yarattığını göstermektedir.

3.1. Sürece İlişkin Nitel Gözlem Bulguları

Nitel bulgulardan elde edilen istatistiksel düşüşü desteklemek ve grup dinamiklerini derinlemesine yansıtmak amacıyla, süreç boyunca grup üyelerinin gösterdikleri bireysel dönüşümler analiz edilmiştir. Oturumlar boyunca Gestalt ve Moreno tekniklerinin entegrasyonu ile elde edilen öne çıkan bazı nitel gözlemler şunlardır:

Üye A: Sınav hazırlık sürecinde yoğun bir "onay ihtiyacı" ve takıntılı düşüncelerle gruba katılım sağlayan Üye A'nın, özellikle 6. oturumdaki sembolik müdahaleler sonrasında başkalarının fikirlerinden ve dışsal onaydan bağımsızlaşmaya başladığı gözlemlenmiştir. Üye, sonlandırma evresinde yüksek bir öz-şefkat geliştirerek içsel denetim odağına geçiş yaptığını tescillemiştir.

Üye B: Aile içindeki sorumluluklar ve adaletsiz yük dağılımı nedeniyle yoğun bir bastırılmış öfke yaşayan Üye B, 3. oturumdaki "sırtımızdaki taşlar" egzersiziyle bu duygusal yüklerini somutlaştırma fırsatı bulmuştur. Sürecin ilerleyen oturumlarında, bu öfkesini yapıcı bir şekilde kanaliz ederek duygularını açıkça ve suçluluk hissetmeden ifade etme becerisine dönüştürmüştür.

Üye C: Grup sürecinin başlangıcında dışarıdan "soğuk" ve mesafeli algılanan bir imaj çizen Üye C, gruptaki evrensellik ve kohezyon (birliktelik) duygusunun artmasıyla birlikte savunma mekanizmalarını esnetmiştir. Son oturumlara doğru bu mesafeli duruş yerini içten, neşeli ve paylaşıma açık bir yapıya bırakmış; grup içi güvenin dönüştürücü etkisi somut bir şekilde gözlemlenmiştir.

Elde edilen bu nitel bulgular; uygulanan yaşantısal müdahalelerin, sınav hazırlığındaki mezun öğrencilerinin sadece akademik kaygılarına değil, aynı zamanda kişilerarası ilişki biçimlerine ve öz-farkındalık becerilerine de olumlu yönde katkılar sağladığını göstermektedir.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, üniversite sınavına hazırlanan mezun grubu öğrencilerine yönelik uygulanan Gestalt ve Moreno odaklı 8 oturumluk yaşantısal grup sürecinin etkileri incelenmiştir. Araştırmadan elde edilen nicel bulgular, katılımcıların bitirilmemiş işler düzeylerinde süreç sonunda pratik anlamda belirgin bir düşüş (ön-test: 108.70, son-test: 78.10) olduğunu göstermektedir. İki ölçüm arasındaki fark istatistiksel olarak sınırda bir anlamlılığa ($p = .062$) sahip olsa da, oturumlardan elde edilen nitel gözlemler ve üye bildirimleri bu düşüşün öğrencilerin içsel dünyalarında olumlu yönde bir gelişime işaret ettiğini destekler niteliktedir. Süreç boyunca uygulanan "boş sandalye", "sırtımızdaki taşlar" ve "sosyal atom" gibi sembolik müdahalelerin, öğrencilerin aile içi rollerdeki adaletsiz yükleri fark etmelerine ve yüksek onay ihtiyacından uzaklaşarak içgörü kazanmalarına yardımcı olduğu değerlendirilmektedir.

Elde edilen bu sonuçlar, bireylerin geçmişten getirdikleri duygusal yüklerin ve bitirilmemiş işlerin hafifletilmesinin, güncel sınav kaygısıyla baş etme sürecini ve psikolojik sağlamlığı destekleyebileceğine işaret eden alan yazın (Malakcıoğlu, 2018) ile paralellik göstermektedir. Aynı zamanda, oturumlar ilerledikçe üyelerin savunma mekanizmalarını esneterek daha içten paylaşımlarda bulunmaları, Yalom ve Leszcz'in (2020) grupla psikolojik danışmada vurguladığı "evrensellik" ve "grup kohezyonu" gibi iyileştirici faktörlerin bu süreçte de başarıyla yeşerdiğine dair değerli izlenimler sunmaktadır. Araştırma süreci ve elde edilen izlenimler doğrultusunda, alanda çalışan uzmanlara ve gelecekteki araştırmacılara yönelik şu öneriler geliştirilebilir:

Uygulayıcılara Yönelik Öneriler: Sınav hazırlık sürecindeki öğrencilere hizmet veren eğitim kurumlarında, geleneksel ve bilgi verici rehberlik çalışmalarının yanı sıra; öğrencilerin duygu regülasyonunu, sınır koyma ve öz-şefkat becerilerini destekleyecek yaşantısal grup uygulamalarına da yer verilmesinin, öğrencilerin uyum süreçlerine olumlu katkılar sunabileceği düşünülmektedir.

Araştırmacılara Yönelik Öneriler: Gelecekte yapılacak çalışmalarda, daha geniş çalışma grupları ve kontrol grubu içeren desenler kullanılarak uygulanan eklektik programların etkileri daha kapsamlı bir şekilde incelenebilir.

Ayrıca, benzer grup süreçlerinin katılımcıların sınav (YKS) hazırlıklarına ve stres yönetimine olan uzun vadeli yansımalarını gözlemlemek amacıyla boylamsal (izleme) çalışmaların planlanması, alan yazına zenginlik katabilir.

KAYNAKLAR

- Büyüköze-Kavaş, A. (2011). Bireysel ve grupla psikolojik danışma uygulamalarına yönelik bir değerlendirme. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 9(2), 411-431.
- Corey, G. (2015). *Grupla psikolojik danışma ilke ve teknikleri* (F. Korkut-Owen, Çev.). Pegem Akademi.
- Dökmen, Ü. (1995). *Sosyometri ve psikodrama*. Sistem Yayıncılık.
- Kaya, D. ve Yiğit, E. Ö. (2024). YKS'ye hazırlanan mezun öğrencilerin bilişsel esneklik ve sınav kaygı düzeyleri arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(4), 2233-2254.
- Korkut-Owen, F. ve Demir, A. (2014). *Grupla psikolojik danışma süreçleri ve uygulamaları*. Anı Yayıncılık.
- Malakcıoğlu, C. (2018). *Bitirilmemiş işler ile öfke, suçluluk, utanç ve affetme arasındaki ilişkilerin incelenmesi* [Doktora tezi, Hacettepe Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Perls, F. S. (1969). *Ego, hunger and aggression: The beginning of Gestalt therapy*. Random House.
- Voltan-Acar, N. (2024). *Grupla psikolojik danışma ilke ve teknikleri* (14. baskı). Nobel Akademik Yayıncılık.
- Yalom, I. D. ve Leszcz, M. (2020). *Grup psikoterapisinin teori ve pratiği* (A. Tangör ve Ö. Karaçam, Çev.). Kabalcı Yayınevi.
- Yaycı, L. (2017). *Grupla psikolojik danışma*. Pegem Akademi.

GRUPLA PSİKOLOJİK DANIŞMA İLE DEĞİŞİM**Berna ERYİĞİT (Birinci yazar)1****Prof. Dr., Özlem TAGAY (İkinci yazar)2****Prof. Dr., Gökmen ARSLAN (Üçüncü yazar)3****1Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi (yüksek lisans öğrencisi), pozitif psikoloji,
bernaeryigitt@gmail.com, 0009-0007-7273-7414****2Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, grupla psikolojik danışma, ozlemtagay@mehmetakif.edu.tr,
0000-0002-9821-5960****3Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, iyi oluş, garslan@mehmetakif.edu.tr,
0000-0001-9427-1554****Özet**

Bu araştırmanın amacı, birey merkezli grupla psikolojik danışma sürecinin genç yetişkin bireylerin bütünsel iyi oluş, ruminatif düşünme biçimi ve duygusal stres düzeyleri üzerindeki etkisini incelemektir. Araştırma, tek gruplu öntest–sontest yarı deneysel desen ile yürütülmüştür. Çalışma grubunu yaşları 18–20 arasında değişen 7 kadın katılımcı oluşturmuştur. Müdahale süreci, birey merkezli yaklaşım temel alınarak etkileşime dayalı ve sekiz oturumluk grupla psikolojik danışma uygulaması şeklinde gerçekleştirilmiştir. Veriler, “Ruminatif Düşünme Biçimi Ölçeği”, “Bütünsel İyi Oluş Ölçeği” ve “Duygusal Stres Ölçeği” aracılığıyla toplanmıştır. Analiz sürecinde non-parametrik istatistiksel yöntemlerden Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılmıştır. Bulgular, grupla psikolojik danışma sürecinin katılımcıların duygusal stres ve ruminatif düşünme düzeylerinde istatistiksel olarak anlamlı azalmaya yol açtığını göstermiştir. Buna karşın bütünsel iyi oluşun hedonik ve eudaimonik boyutlarında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamış, hedonik iyi oluşta ise anlamlı olmayan bir artış eğilimi gözlenmiştir. Elde edilen sonuçlar, birey merkezli etkileşime dayalı grupla psikolojik danışma sürecinin özellikle işlevsel olmayan bilişsel örüntüler ve duygusal zorlanma üzerinde etkili olabileceğini, ancak iyi oluşun daha yapısal boyutlarında değişimin kısa vadede sınırlı kalabileceğini göstermektedir. Çalışma, grupla psikolojik danışma müdahalelerinin genç yetişkinlerin ruh sağlığı üzerindeki etkilerini deneysel bir çerçevede ele alması bakımından alanyazına katkı sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Grupla psikolojik danışma, bütünsel iyi oluş, ruminasyon, duygusal stres.

CHANGE THROUGH GROUP PSYCHOLOGICAL COUNSELING**Berna ERYİĞİT (First author)1/****Prof. Dr., Özlem TAGAY (Second author)2****Prof. Dr., Gökmen ARSLAN (Third author)3****1Burdur Mehmet Akif Ersoy University (graduate student), positive psychology,
bernaeryigitt@gmail.com, 0009-0007-7273-7414****2Burdur Mehmet Akif Ersoy University, group psychological counseling,
ozlemtagay@mehmetakif.edu.tr, 0000-0002-9821-5960****3Burdur Mehmet Akif Ersoy University, well-being, garslan@mehmetakif.edu.tr,
0000-0001-9427-1554****Abstract**

The aim of this study is to examine the effects of a person-centered group counseling process on young adults' holistic well-being, ruminative thought style, and emotional stress levels. The study used a single-group pretest–posttest quasi-experimental design. The study group consisted of 7 female participants aged 18-20. The intervention process was implemented as an eight-session, interaction-based group counseling program grounded in the person-centered approach. Data were collected using the *Ruminative Thought Style Questionnaire*, the *Holistic Well-Being Scale*, and the *Emotional Stress Scale*. In the analysis, the Wilcoxon Signed-Rank Test, a nonparametric statistical test, was employed. The findings indicated that the group counseling process led to a statistically significant decrease in participants' emotional stress and ruminative thinking levels. However, no statistically significant differences were found in the hedonic and eudaimonic dimensions of holistic well-being, although a non-significant increasing trend was observed in hedonic well-being. The results suggest that an interaction-based, person-centered group counseling process may be particularly effective in reducing dysfunctional cognitive patterns and emotional distress, whereas changes in the more structural dimensions of well-being may remain limited in the short term. This study contributes to the literature by examining the effects of group counseling interventions on young adults' mental health within an experimental framework.

Keywords: Group counseling, holistic well-being, rumination, emotional stress.

GİRİŞ

Grupla psikolojik danışma, bireylerin duygusal, bilişsel ve kişilerarası yaşantılarını grup etkileşimi aracılığıyla ele alan ve kuramsal temellere dayanan bir psikolojik yardım yaklaşımıdır (Yalom & Leszcz, 2005; Burlingame, Fuhrman, & Mosier, 2003). Hümanistik yaklaşım içinde geliştirilen birey merkezli kuram ise Rogers tarafından ortaya konulan empati, koşulsuz kabul ve içtenlik ilkelerine dayanmaktadır (Rogers, 1957). Bu çerçevede, birey merkezli grupla psikolojik danışma uygulamalarının yargılayıcı olmayan bir ortam sağlayarak bireylerin kendilerini ifade etmeleri, kendilik farkındalıklarını artırmaları ve kişilerarası süreçler yoluyla öğrenme yaşamaları ile ilişkili olduğu belirtilmektedir (Cain, 2010; Yalom & Leszcz, 2005). Grupla psikolojik danışma sürecinde değişimin, evrensellik, kişilerarası öğrenme ve duygusal boşalım gibi terapötik faktörlerle ilişkili olduğu ifade edilmektedir (Yalom & Leszcz, 2005). Literatürde yer alan çalışmalar, grup müdahalelerinin depresyon, anksiyete ve stres gibi psikolojik belirtilerde azalma ile ilişkili olabileceğini göstermektedir (Burlingame & ark., 2003; Burlingame & ark., 2016). Ayrıca grup ortamında kurulan destekleyici ilişkilerin, bireylerin duygusal düzenleme ve stresle baş etme becerileriyle ilişkili olabileceği; birey merkezli yaklaşımların ise duygusal farkındalık ve kendini kabul düzeyleri ile bağlantılı olabileceği belirtilmektedir (Cain, 2010; Corey, Corey, & Corey, 2018). Bu bağlamda grupla psikolojik danışma, psikolojik belirtiler ve olumlu psikolojik işlevsellik ile ilişkili değişkenler çerçevesinde ele alınan çok boyutlu bir müdahale alanı olarak değerlendirilmektedir.

Bu araştırmada ele alınan iyi oluş, ruminatif düşünme ve duygusal stres değişkenlerinin bireyin psikolojik işlevselliğini farklı ancak birbiriyle etkileşim içinde açıklayan yapılar olduğu görülmektedir. Mevcut literatürde bu değişkenler çoğunlukla ayrı ayrı ele alınmakta; ancak bireyin duygusal ve bilişsel süreçlerinin bütüncül doğası göz önüne alındığında, bu yapıların birlikte incelenmesinin daha kapsamlı bir anlayış sunabileceği düşünülmektedir. Özellikle ruminatif düşünmenin olumsuz duygusal yaşantıları sürdürme eğilimi ile ilişkili olduğu, buna karşılık iyi oluşun bireyin olumlu duygusal deneyimleri ve yaşam doyumunu ile bağlantılı olduğu dikkate alındığında, bu değişkenler arasındaki dinamik ilişkinin ortaya konulması önem kazanmaktadır. Öte yandan, psikolojik müdahalelerin bu çok boyutlu yapılar üzerindeki etkileri incelendiğinde, değişimin yalnızca semptom azalması ile sınırlı kalmayıp aynı zamanda olumlu psikolojik süreçlerin güçlenmesini de içerebileceği görülmektedir. Bu bağlamda, grupla psikolojik danışma uygulamalarının bireylerin duygusal farkındalıklarını artırmaları, düşünce süreçlerini yeniden değerlendirmeleri ve kişilerarası destek deneyimlemeleri yoluyla hem ruminatif düşünme hem de duygusal stres düzeylerinde azalma ile; aynı zamanda bütünsel iyi oluş düzeylerinde artış ile ilişkili olabileceği değerlendirilmektedir. Ancak literatürde, grupla psikolojik danışma süreçlerinin bu değişkenler üzerindeki etkilerini özellikle iyi oluşun hedonik ve eudaimonik boyutları bağlamında birlikte ele alan çalışmaların sınırlı olduğu dikkat çekmektedir. Bu durum, mevcut araştırmanın hem kuramsal hem de uygulamalı açıdan özgün bir katkı sunma potansiyeline işaret etmektedir.

1. KURAMSAL ÇERÇEVE

1.1. İyi Oluş

İyi oluş, bireyin yaşamını nasıl deneyimlediği, değerlendirdiği ve anlamlandırdığı ile ilişkili çok boyutlu bir yapı olarak ele alınmaktadır. Pozitif psikoloji yaklaşımı kapsamında iyi oluş, yalnızca psikolojik sorunların yokluğu değil; bireyin yaşamdan doyum alması, olumlu duygular deneyimlemesi ve işlevsel bir yaşam sürmesi ile ilişkili kapsamlı bir olgu olarak tanımlanmaktadır (Diener, 2000). Bu yapı; fiziksel sağlık, psikolojik dayanıklılık ve akademik/mesleki başarı gibi çeşitli olumlu çıktılarla ilişkilendirilmektedir (Diener & ark., 2017; Keyes & ark., 2012; Arslan & Coşkun, 2020; Maccagnan & ark., 2019). Kuramsal olarak iyi oluş, hedonik ve eudaimonik olmak üzere iki temel yaklaşım üzerinden ele alınmaktadır. Hedonik iyi oluş, öznel iyi oluş çerçevesinde yaşam doyumunu ile olumlu ve olumsuz duyguları kapsarken (Diener, 1984); eudaimonik iyi oluş, psikolojik iyi oluş yaklaşımı kapsamında bireyin anlam, amaç, özerklik, kişisel gelişim ve ilişkiler gibi optimal işlevsellik boyutlarına odaklanmaktadır (Ryff, 1989; Ryff & Keyes, 1995). Bununla birlikte, bu iki yaklaşımın birbiriyle ilişkili ve

tamamlayıcı yapılar olduğu belirtilmektedir (Disabato & ark., 2016; Gallagher & ark., 2009). Bu nedenle iyi oluşun daha bütüncül biçimde değerlendirilmesine yönelik ölçme araçlarına ihtiyaç duyulmaktadır (Cooke & ark., 2016; Zhang & ark., 2024). Bu doğrultuda Arslan ve Coşkun (2026) tarafından geliştirilen Bütünsel İyi Oluş Ölçeği, bireyin iyi oluşunu hedonik ve eudaimonik boyutlar üzerinden değerlendiren kısa ve psikometrik açıdan güçlü bir ölçme aracıdır. Ölçek, hedonik iyi oluşu olumlu duygular ve yaşam doyumu üzerinden; eudaimonik iyi oluşu ise anlam, amaç ve psikolojik işlevsellik üzerinden ele alarak iyi oluşu bütüncül bir şekilde değerlendirmeyi amaçlamaktadır.

1.2. Ruminatif Düşünme

Ruminasyon, bireyin olumsuz duygu ve yaşantılar üzerine tekrarlayıcı, pasif ve çoğunlukla işlevsiz biçimde düşünmesi olarak tanımlanmaktadır (Nolen-Hoeksema, 1991). Ruminatif düşünme sürecinde bireyler, yaşadıkları olumsuzlukların nedenleri ve sonuçları üzerine yoğunlaşmakta, ancak bu süreç genellikle etkili problem çözme davranışlarına dönüşmemektedir (Nolen-Hoeksema, Wisco, & Lyubomirsky, 2008). Bu yönüyle ruminasyonun, özellikle depresyon ve anksiyete gibi psikolojik belirtilerle ilişkili olduğu ve bu belirtilerin sürdürülmesinde rol oynayabileceği ifade edilmektedir (Nolen-Hoeksema, 2000). Alanyazında ruminasyonun, bireylerin duygusal düzenleme süreçleriyle yakından ilişkili olduğu ve işlevsiz bir baş etme biçimi olarak değerlendirilebileceği belirtilmektedir (Gross, 1998; Aldao, Nolen-Hoeksema, & Schweizer, 2010). Özellikle olumsuz duygular karşısında tekrarlayıcı düşünme eğiliminin artmasının, bireylerin psikolojik iyi oluş düzeyleri ile ters yönlü ilişkili olabileceği ifade edilmektedir (Nolen-Hoeksema & ark., 2008). Bununla birlikte, psikolojik müdahalelerin bireylerin bilişsel farkındalıklarını artırarak ruminatif düşünme süreçlerini azaltma ile ilişkili olabileceği yönünde bulgular bulunmaktadır (Watkins, 2008). Bu bağlamda, grupla psikolojik danışma süreçlerinde bireylerin düşünce ve duygu süreçlerini fark etmeleri ve alternatif baş etme stratejileri geliştirmeleri, ruminasyon düzeyleri ile ilişkili değişimler açısından önemli bir alan olarak değerlendirilmektedir.

1.3. Duygusal Stres

Duygusal stres, bireyin çevresel talepleri kendi baş etme kaynaklarını aşan ya da zorlayıcı olarak değerlendirmesi sonucunda ortaya çıkan psikolojik bir süreç olarak tanımlanmaktadır. Bu yaklaşıma göre stres, yalnızca dışsal olayların bir sonucu olmayıp, bireyin bu olayları nasıl değerlendirdiği ile ilişkili öznel bir deneyimdir (Lazarus & Folkman, 1984). Bu süreçte ortaya çıkan duygusal tepkiler; kaygı, öfke, gerginlik ve huzursuzluk gibi olumsuz duyguları içerebilmekte ve bireyin bilişsel, duygusal ve davranışsal işlevselliği ile ilişkili olabilmektedir (Gross, 1998). Alanyazında duygusal stresin psikolojik iyi oluş ile ilişkili olduğu ve yüksek stres düzeylerinin çeşitli psikolojik sorunlarla birlikte görülebildiği belirtilmektedir (Keyes, 2002). Ayrıca stresin, bireylerin duygusal düzenleme becerileri ve baş etme stratejileri ile ilişkili olduğu; bu becerilerin stres deneyiminin niteliğini etkileyebileceği ifade edilmektedir (Gross, 1998; Lazarus & Folkman, 1984). Bu bağlamda psikolojik müdahalelerin, bireylerin duygularını ifade etmeleri ve farkındalık kazanmaları yoluyla stresle baş etme süreçleri ile ilişkili olabileceği belirtilmektedir. Özellikle grup temelli psikolojik müdahalelerin, bireyler arası etkileşim, sosyal destek ve deneyim paylaşımı yoluyla stresin yeniden değerlendirilmesine katkı sağlayabileceği ve bu süreçlerin duygusal stres ile ilişkili değişimlerle bağlantılı olabileceği ifade edilmektedir (Yalom & Leszcz, 2005).

2. YÖNTEM

2.1. Araştırma Modeli

Bu araştırma, birey merkezli grupla psikolojik danışma sürecinin genç yetişkin bireylerin bütünsel iyi oluş, ruminatif düşünme ve duygusal stres düzeyleri ile ilişkili değişimleri incelemek amacıyla tek gruplu öntest–sontest desenine dayalı yarı deneysel bir araştırma olarak tasarlanmıştır. Bu modelde, müdahale öncesinde ve sonrasında yapılan ölçümler aracılığıyla değişim süreçlerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

2.2. Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubunu, yaşları 18–20 arasında değişen toplam 7 genç yetişkin birey (kadın) oluşturmaktadır. Katılımcılar gönüllülük esasına göre araştırmaya dahil edilmiştir. Çalışma grubunun belirlenmesinde kolay ulaşılabilir örnekleme yöntemi kullanılmıştır.

2.3. Veri Toplama Araçları

Ruminatif Düşünme Biçimi Ölçeği

Ruminatif düşünme düzeyini belirlemek amacıyla, Brinker ve Dozois (2009) tarafından geliştirilen “Ruminative Thought Style Questionnaire” (RTS) kullanılmıştır. Ölçeğin Türkçe uyarlama, geçerlik ve güvenirlik çalışması Karatepe, Yavuz ve Türkcan (2013) tarafından gerçekleştirilmiştir. Ölçek, bireylerin ruminatif düşünme eğilimlerini genel bir yapı olarak değerlendirmeyi amaçlamakta olup toplam 20 maddeden oluşmaktadır. 7’li Likert tipi derecelendirmeye sahip olan ölçekte maddeler 1 (beni hiç tanımlamıyor) ile 7 (beni çok iyi tanımlıyor) arasında puanlanmaktadır. Ölçek, ruminatif düşünmeyi tekrarlayıcı, kontrol edilmesi güç ve zihne istemsiz biçimde gelen düşünceler olarak ele almakta ve bu özellikleri ölçmeye yöneliktir. Ölçekten alınan yüksek puanlar, yüksek düzeyde ruminatif düşünme eğilimine işaret etmektedir. Türkçe formun güvenirlik analizleri incelendiğinde, ölçeğin iç tutarlılık katsayısının (Cronbach alfa) .90 düzeyinde olduğu ve bu değer yüksek güvenirliğe işaret ettiği görülmektedir. Ayrıca test-tekrar test güvenirlik katsayısının .84 olduğu rapor edilmiştir. Yapı geçerliği kapsamında yapılan analizlerde ölçeğin tek faktörlü bir yapı sergilediği ve toplam varyansın önemli bir kısmını açıkladığı belirlenmiştir (Karatepe & ark., 2013).

Bütünsel İyi Oluş Ölçeği

Katılımcıların bütünsel iyi oluş düzeylerini belirlemek amacıyla Arslan ve Coşkun (2026) tarafından geliştirilen “Bütünsel İyi Oluş Ölçeği” kullanılmıştır. Ölçek, bireylerin iyi oluş düzeylerini hedonik ve eudaimonik iyi oluş olmak üzere iki boyutta değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Ölçeğin kuramsal temeli, iyi oluşun yalnızca olumlu duygular ve haz yaşantılarıyla sınırlı olmadığını; aynı zamanda yaşamın anlamlı bulunması, kişisel gelişim, kendini kabul ve yaşam amacı gibi eudaimonik unsurları da içerdiğini savunan bütünsel iyi oluş yaklaşımına dayanmaktadır (Arslan & Coşkun, 2026). Ölçek toplam 12 maddeden oluşmakta olup 5’li Likert tipi derecelendirme ile puanlanmaktadır. Maddeler 1 (neredeyse hiçbir zaman) ile 5 (neredeyse her zaman) arasında değerlendirilmektedir. Ölçekten elde edilen yüksek puanlar, bireyin daha yüksek düzeyde bütünsel iyi oluşa sahip olduğunu göstermektedir. Ölçekte altı maddeden oluşan “Hedonik İyi Oluş” alt boyutu bireyin olumlu duygular, mutluluk ve yaşamdan haz alma düzeylerini değerlendirirken; altı maddeden oluşan “Eudaimonik İyi Oluş” alt boyutu yaşamın anlamlı bulunması, kişisel gelişim, kendini kabul ve kişilerarası ilişkiler gibi psikolojik işlevsellik boyutlarını değerlendirmektedir. Ölçeğin geliştirilme çalışmasında gerçekleştirilen açımlayıcı ve doğrulayıcı faktör analizleri sonucunda iki faktörlü yapının doğrulandığı belirtilmiştir. Ölçeğin iç tutarlılık katsayılarının farklı örneklem gruplarında .84 ile .92 arasında değiştiği ve ölçeğin yüksek düzeyde güvenirlik gösterdiği rapor edilmiştir (Arslan & Coşkun, 2026).

Duygusal Stres Ölçeği

Duygusal stres düzeyini belirlemek amacıyla Arslan (2025) tarafından geliştirilen “Duygusal Stres Ölçeği” (Emotional Distress Scale-EDS) kullanılmıştır. Ölçek, bireylerin yaşadıkları psikolojik ve duygusal zorlanma düzeylerini değerlendirmek amacıyla geliştirilen öz bildirim türünde bir ölçme aracıdır. Ölçekte yer alan maddeler bireylerin kaygı, yoğun olumsuz duygu, stres ve psikolojik zorlanma deneyimlerini değerlendirmeye yönelik hazırlanmıştır. Ölçek 5’li Likert tipinde olup maddeler 0 (hiçbir zaman) ile 4 (aşırı derecede) arasında puanlanmaktadır. Ölçekten alınan yüksek puanlar bireyin yaşadığı duygusal stres düzeyinin yüksek olduğunu göstermektedir. Ölçeğin psikometrik özelliklerini incelemek amacıyla ilk olarak 140 üniversite öğrencisi üzerinde açımlayıcı faktör analizi gerçekleştirilmiştir. Analiz sonucunda ölçeğin tek faktörlü bir yapıya sahip olduğu ve toplam varyansın yaklaşık %51’ini açıkladığı belirlenmiştir. Ölçeğin faktör yüklerinin .58 ile .87 arasında

değiştirdiği ve iç tutarlılık katsayısının yüksek düzeyde olduğu ($\alpha = .91$) bulunmuştur. Ölçeğin yapı geçerliğini doğrulamak amacıyla daha geniş örneklem üzerinde doğrulayıcı faktör analizi uygulanmıştır. İlk modelde elde edilen uyum indeksleri değerlendirildikten sonra iki madde ölçekten çıkarılmış ve yapılan yeniden analiz sonucunda modelin iyi uyum değerleri verdiği görülmüştür. Son formda maddelerin faktör yüklerinin .55 ile .88 arasında değiştiği belirlenmiş, ölçeğin iç tutarlılık katsayısı ise $\alpha = .88$ olarak hesaplanmıştır. Elde edilen bulgular doğrultusunda Duygusal Stres Ölçeği'nin Türk genç yetişkinlerde duygusal stres düzeyini değerlendirmede geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı olduğu ifade edilmiştir.

2.4. Uygulama Süreci

Araştırma kapsamında gerçekleştirilen grupla psikolojik danışma süreci, haftada bir oturum olmak üzere toplam sekiz hafta sürmüştür. Oturumlar 70–90 dakika arasında gerçekleştirilmiştir. Süreç, birey merkezli yaklaşım temelinde yürütülmüş olup, katılımcıların duygu ve düşüncelerini özgürce ifade edebilecekleri güvenli bir grup ortamı oluşturulmasına özen gösterilmiştir. Oturumlarda bireylerin kendilik farkındalıklarını artırmaya, duygusal yaşantılarını anlamlandırmalarına ve kişilerarası etkileşimlerini geliştirmelerine yönelik çalışmalar yapılmıştır.

1.Oturum: İlk oturumda grup sürecine ilişkin bilgilendirme yapılmış, amaç, süre ve işleyiş açıklanmıştır. Grup kuralları (gizlilik, gönüllülük ve saygı) belirlenmiş ve aydınlatılmış onam alınmıştır. Tanışma ve ısınma etkinliği ile üyelerin birbirlerini tanımaları sağlanmıştır. Oturum sonunda katılımcıların gruba katılma amaçları ve beklentileri paylaşılmıştır. Bu oturum, grubun yapılandırılması ve güvenli bir ortam oluşturulmasına odaklanarak tamamlanmıştır.

2.Oturum: Oturum, yönlendirilmiş inceleme çalışması ile başlatılmış ve üyelerin güvenli alanlarını hayal etmeleri sağlanmıştır. Ardından üyeler geçmişte ifade edemedikleri duygu ve düşüncelerini yazmış ve gönüllü paylaşımlar gerçekleştirilmiştir. Paylaşımlar sırasında duygusal yoğunluk ve katarsis gözlenmiş, grup içinde empatik ve destekleyici bir atmosfer oluşmuştur. Oturum, duygusal düzenlemeyi destekleyici bir kapanış etkinliği ile sonlandırılmıştır.

3.Oturum: Oturum, duygu ifade etmeye yönelik kısa bir ısınma etkinliği ile başlamıştır. Bir önceki oturumda başlatılan yazılı paylaşımlara devam edilmiş, üyeler özellikle geçmiş ilişkiler ve duygusal yaşantıları üzerine paylaşımlarda bulunmuştur. Süreçte kişilerarası ilişkiler, sınır koyma ve öz-değer temaları ele alınmıştır. Yoğun duygusal içeriklerin paylaşıldığı oturumda empatik geri bildirimler desteklenmiş ve oturum değerlendirme ile sonlandırılmıştır.

4.Oturum: Oturum, kısa bir ısınma etkinliği ile başlatılmış ve ardından üyelerin mevcut ihtiyaçlarını ifade etmelerine odaklanılmıştır. Üyeler akademik stres, odaklanma sorunları, yaşam düzeni, gelecek planları ve sağlık konularına ilişkin paylaşımlarda bulunmuştur. Grup sürecinde karşılıklı geri bildirimler yoluyla alternatif bakış açıları geliştirilmiş ve farkındalık kazandırılmaya çalışılmıştır. Oturum, kazanımların paylaşılması ile tamamlanmıştır.

5.Oturum: Oturum, “istenmeyen düşüncelerle baş etme” teması çerçevesinde başlamış ve ısınma etkinliği ile grup etkileşimi artırılmıştır. Ardından rahatsız edici anılara yönelik inceleme ve yeniden işleme teknikleri kullanılarak üyelerin duygusal yükleriyle kontrollü biçimde çalışılmıştır. Güvenli alan imgelemesi ve sembolik kapatma çalışması ile oturum sonlandırılmış, üyelerin duygusal olarak regüle olmaları desteklenmiştir.

6.Oturum: Oturum, ruminatif düşünmelere yönelik farkındalık kazandırmayı amaçlamıştır. Isınma etkinliğinin ardından ruminasyon kavramına ilişkin psikoeğitim verilmiş, üyelerden kendi düşünce döngülerini oluşturmaları istenmiştir. Bilişsel ayrışma ve mindfulness teknikleri ile düşüncelerle ilişkilerini gözlemlemeleri desteklenmiş, oturum farkındalık artırıcı kapanış etkinlikleri ile tamamlanmıştır.

7.Oturum: Oturumda duyguları ifade etme, yaşam alanlarına yönelik farkındalık ve sosyal destek sistemlerinin keşfi amaçlanmıştır. İletişim ve çizim temelli ısınma etkinliğinin ardından “Hayatımın Renkleri” çalışması ile

üyelerin yaşam alanlarını duygusal olarak değerlendirmeleri sağlanmıştır. Devamında imgeleme çalışması ile aile ve sosyal destek ilişkileri ele alınmış, oturum paylaşım ve değerlendirme ile sonlandırılmıştır.

8.Oturum: Son oturum, grup sürecinin değerlendirilmesi ve sonlandırılması amacıyla gerçekleştirilmiştir. Isınma etkinliğinin ardından üyeler grup sürecine ilişkin kazanımlarını paylaşmış, “kuyu metaforu” ile süreçten edindikleri deneyimleri ifade etmişlerdir. Geleceğe yönelik mektup yazma etkinliği ile içgörü ve hedef belirleme desteklenmiştir. Oturum, veda ve iyi dilek paylaşımı ile tamamlanmıştır.

2.5. Veri Analizi

Araştırma verilerinin analizinde, örneklem büyüklüğünün küçük olması nedeniyle parametrik varsayımlara dayalı analizler yerine Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılmıştır. Öntest ve sontest ölçümleri arasındaki farkların anlamlılığı bu test aracılığıyla incelenmiştir.

3. BULGULAR

Araştırmada katılımcıların bütünsel iyi oluş, ruminatif düşünme ve duygusal stres düzeylerine ilişkin öntest ve sontest ölçümlerinden elde edilen veriler analiz edilmiştir. Betimsel istatistikler Tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo 1. Öntest ve sontest ölçümlerine ilişkin betimsel istatistikler

Değişken	Öntest M (SD)	Sontest M (SD)
Bütünsel İyi Oluş (Toplam)	46.10 (3.98)	49.00 (4.24)
Duygusal Stres	19.90 (1.35)	12.40 (3.69)
Ruminatif Düşünme	99.60 (9.11)	76.70 (11.80)
İyi Oluş - Hedonik	20.40 (2.76)	22.10 (2.73)
İyi Oluş - Eudaimonik	25.70 (1.89)	26.90 (2.34)

Tablo 2’de, katılımcıların öntest ve sontest ölçümleri arasında yapılan Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi sonuçları sunulmuştur.

Tablo 2. Öntest–sontest ölçümlerine ilişkin wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçları

Değişken	W	P	Etki Büyüklüğü
Duygusal Stres	28.00	.022*	1.00
Ruminatif Düşünme	28.00	.022*	1.00
İyi Oluş - Hedonik	1.50	.072*	-.857
İyi Oluş - Eudaimonik	6.00	.400	-.429

Analiz sonuçlarına göre, katılımcıların duygusal stres düzeylerinde öntest ve sontest ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu görülmüştür ($W = 28.00$, $p = .022$). Bu bulgu, grupla psikolojik danışma sürecinin ardından katılımcıların duygusal stres düzeylerinde anlamlı bir azalma olduğunu göstermektedir. Parametrik analiz sonuçları incelendiğinde, bu değişimin çok büyük düzeyde bir etki büyüklüğüne sahip olduğu görülmektedir (Cohen’s $d = 2.14$). Wilcoxon testi sonucunda elde edilen rank biserial korelasyon katsayısının 1.00 olması ise tüm katılımcıların aynı yönde değişim gösterdiğini ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, örneklem büyüklüğünün sınırlı olması nedeniyle bu bulgunun temkinli yorumlanması önerilmektedir.

Benzer şekilde, katılımcıların ruminatif düşünme düzeylerinde de öntest ve sontest ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($W = 28.00$, $p = .022$). Bu bulgu, grupla psikolojik danışma sürecinin ruminatif düşünme eğilimlerinde azalma ile ilişkili olduğunu göstermektedir. Elde edilen Cohen’s d değeri ($d = 1.91$), bu değişimin çok büyük düzeyde bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Rank biserial korelasyon katsayısının 1.00 olması, tüm katılımcıların ruminatif düşünme düzeylerinde azalma yönünde değişim gösterdiğini göstermektedir. Ancak bu bulgu da örneklem büyüklüğünün sınırlılığı çerçevesinde dikkatli yorumlanmalıdır.

Bütünsel iyi oluşun hedonik ve eudaimonik boyutlarına ilişkin bulgular, grupla psikolojik danışma sürecinin bu iki yapı üzerinde farklı düzeylerde etkiler ortaya koyduğunu göstermektedir. Hedonik iyi oluşta öntest ve sontest puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamakla birlikte, ortalama değerlerde artış yönünde bir eğilim gözlenmiştir. Bu durum, kısa süreli psikolojik müdahalelerin bireylerin olumlu duygulanım ve yaşamdan alınan haz düzeylerinde sınırlı ancak pozitif yönde değişimler oluşturabileceğine işaret etmektedir. Bu bulgu, hedonik iyi oluşun daha çok anlık duygusal yaşantılarla ilişkili olması ve müdahale etkilerine görece daha hızlı yanıt verebilmesi ile açıklanabilir. Bununla birlikte, örneklem büyüklüğünün sınırlı olması ve müdahale süresinin görece kısa olması, bu değişimin istatistiksel anlamlılık düzeyine ulaşmamasında etkili olmuş olabilir.

Eudaimonik iyi oluş açısından ise öntest ve sontest ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Bu bulgu, bireyin yaşamına attığı anlam, amaç ve kendini gerçekleştirme gibi daha derin ve görece daha stabil psikolojik yapılarla ilişkili olan eudaimonik iyi oluşun, kısa süreli müdahalelerle değişmesinin daha sınırlı olabileceğini düşündürmektedir. Bu durum, eudaimonik iyi oluşun bireyin değer sistemi ve yaşam yönelimi ile ilişkili daha yapısal bir boyut olmasıyla açıklanabilir. Dolayısıyla, bu boyutta gözlemlenen değişimin ortaya çıkabilmesi için daha uzun süreli ve derinlemesine müdahale süreçlerine ihtiyaç duyulabileceği değerlendirilmektedir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, elde edilen bulgular grupla psikolojik danışma sürecinin özellikle ruminatif düşünme ve duygusal stres düzeylerinde belirgin ve güçlü değişimlerle ilişkili olduğunu; buna karşılık bütünsel iyi oluşun alt boyutlarında daha sınırlı ve farklılaşan bir değişim örüntüsü ortaya koyduğunu göstermektedir. Bu durum, psikolojik müdahalelerin farklı psikolojik yapılar üzerindeki etkilerinin homojen olmadığını ve değişim süreçlerinin yapının doğasına bağlı olarak farklılaşabileceğini ortaya koymaktadır.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu araştırmada, birey merkezli grupla psikolojik danışma sürecinin genç yetişkin bireylerin bütünsel iyi oluş, ruminatif düşünme ve duygusal stres düzeyleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Elde edilen bulgular, grup sürecinin özellikle duygusal stres ve ruminatif düşünme düzeylerinde anlamlı azalmalarla ilişkili olduğunu, buna karşılık bütünsel iyi oluşun alt boyutlarında daha sınırlı ve farklılaşan değişimler ortaya koyduğunu göstermektedir.

Duygusal stres düzeylerinde gözlenen anlamlı azalma, grupla psikolojik danışma sürecinde bireylerin deneyimledikleri sosyal destek, evrensellik ve duygusal paylaşım süreçleri ile açıklanabileceği düşünülmektedir. Grup psikoterapisi literatüründe, bireylerin yalnız olmadıklarını fark etmeleri ve benzer yaşantılara sahip diğer bireylerle etkileşim kurmalarının iyileştirici bir faktör olduğu vurgulanmaktadır (Yalom & Leszcz, 2005). Bu bağlamda grup ortamının, bireylerin stres yaratan yaşantılarını yeniden değerlendirmelerine olanak sağlayarak duygusal yüklerini azaltmış olabileceği düşünülmektedir. Bununla birlikte, mevcut araştırmada elde edilen yüksek etki büyüklüklerinin, örneklem sayısının sınırlı olmasından etkilenmiş olabileceği göz önünde bulundurulmalı ve bu bulgular temkinli biçimde yorumlanmalıdır.

Ruminatif düşünme düzeylerinde gözlenen anlamlı azalma ise bireylerin grup sürecinde kazandıkları bilişsel farkındalık ve duygusal içgörü ile ilişkilendirilebilir. Ruminasyonun, olumsuz yaşantılar üzerinde tekrarlayıcı ve işlevsiz düşünme eğilimi olduğu ve depresif belirtilerin sürdürülmesinde önemli bir rol oynadığı bilinmektedir (Nolen-Hoeksema, 1991). Grup sürecinde bireylerin düşünce ve duygularını ifade etmeleri, alternatif bakış açıları geliştirmeleri ve geri bildirim almaları ruminatif döngülerin kırılmasına katkı sağlamış olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca birey merkezli yaklaşımın temelini oluşturan empati, koşulsuz kabul ve içtenlik ilkeleri (Rogers, 1957), bireylerin kendilerine yönelik daha kabul edici bir tutum geliştirmelerine olanak tanıyarak işlevsiz düşünme örüntülerinin azalmasına katkı sunmuş olabileceğine ulaşılmaktadır.

Bütünsel iyi oluşun alt boyutlarına ilişkin bulgular ise daha farklı bir örüntü ortaya koymaktadır. Hedonik iyi oluşta istatistiksel olarak anlamlı bir değişim gözlenmemekle birlikte, ortalama değerlerde artış yönünde bir

eğilim bulunması, kısa süreli müdahalelerin olumlu duygulanım üzerindeki sınırlı etkisini düşündürmektedir. Hedonik iyi oluşun daha çok anlık duygusal deneyimlerle ilişkili olduğu ve bu nedenle müdahale süreçlerine daha hızlı ancak sınırlı düzeyde yanıt verebildiği belirtilmektedir (Diener, 2000; Ryan & Deci, 2001). Eudaimonik iyi oluş açısından anlamlı bir değişim gözlenmemesi ise bu yapının doğası ile açıklanabilir. Eudaimonik iyi oluş, bireyin yaşamına anlam katması, amaç geliştirmesi ve kendini gerçekleştirme gibi daha yapısal ve derin psikolojik süreçleri içermektedir. Bu bağlamda eudaimonik iyi oluşun, kısa süreli müdahalelerle değişmesinin görece daha zor olduğu ve daha uzun süreli psikolojik süreçler gerektirebileceği ifade edilmektedir (Ryff, 1989).

Bununla birlikte, bu bulgular araştırmanın bazı sınırlılıkları çerçevesinde değerlendirilmelidir. Araştırmanın yalnızca yedi katılımcıdan oluşan ve tamamı kadın bireylerden meydana gelen bir çalışma grubu ile yürütülmüş olması, elde edilen sonuçların genellenebilirliğini sınırlandırmaktadır. Ayrıca araştırmada kontrol grubunun bulunmaması, gözlenen değişimlerin yalnızca uygulanan müdahaleden mi yoksa zaman, olgunlaşma ya da dışsal etkenlerden mi kaynaklandığının kesin olarak belirlenmesini güçleştirmektedir. Bunun yanı sıra, müdahale süresinin sekiz oturum ile sınırlı olması, özellikle eudaimonik iyi oluş gibi daha derin ve görece daha stabil psikolojik yapıların değişim göstermemesinde etkili olmuş olabilir. Araştırmada kullanılan ölçme araçlarının öz-bildirim temelli olması da sosyal beğenirlik gibi yanlılıkların etkisini beraberinde getirebilir.

Bu sınırlılıklar doğrultusunda, gelecekte yapılacak araştırmalarda daha büyük ve farklı örneklemelerle, kontrol gruplu deneysel desenlerin kullanılması önerilmektedir. Ayrıca daha uzun süreli ve yapılandırılmış grup müdahalelerinin uygulanması, bütünsel iyi oluşun farklı boyutları üzerindeki etkilerin daha kapsamlı biçimde incelenmesine katkı sağlayabilir. Bununla birlikte, nitel veri toplama yöntemlerinin ya da çoklu veri kaynaklarının kullanılması, elde edilen bulguların derinliğini ve geçerliğini artırabilir. Boylamsal çalışmalar aracılığıyla elde edilen değişimlerin kalıcılığının incelenmesi de grupla psikolojik danışma süreçlerinin uzun vadeli etkilerini ortaya koymak açısından önem taşımaktadır.

Sonuç olarak, bu araştırma bulguları grupla psikolojik danışma sürecinin özellikle ruminatif düşünme ve duygusal stres gibi olumsuz psikolojik süreçler üzerinde etkili olabileceğini göstermektedir. Bu doğrultuda, üniversite öğrencilerine yönelik psikolojik danışma hizmetlerinde grup temelli müdahalelerin yaygınlaştırılması önerilebilir. Ayrıca birey merkezli yaklaşımın grup ortamında uygulanmasının, bireylerin kendilerini daha güvenli bir ortamda ifade etmelerine ve duygusal farkındalık geliştirmelerine katkı sağlayabileceği değerlendirilmektedir. Bununla birlikte, psikolojik müdahalelerin yalnızca semptom azaltıcı değil, aynı zamanda bireyin olumlu psikolojik işlevselliğini destekleyici yönlerinin de dikkate alınması gerektiği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Aldao, A., Nolen-Hoeksema, S., & Schweizer, S. (2010). Emotion-regulation strategies across psychopathology: A meta-analytic review. *Clinical Psychology Review*, 30(2), 217–237.
- Arsilan, G. (2025). Dysfunctional parenting and emotional problems and substance misuse: Enhancing psychological flexibility in college students, *Journal of Ethnicity in Substance Abuse*, 24:2, 501-517.
- Arsilan, G., & Coşkun, M. (2020). Student subjective wellbeing, school functioning, and psychological adjustment in high school adolescents: A latent variable analysis. *Journal of Positive School Psychology*, 4(2), 153–164. <https://doi.org/10.47602/jpsp.v4i2.231>
- Arsilan, G. & Coşkun, M. (2026). Measuring Eudaimonic and Hedonic Wellbeing: Development and Validation of the Holistic Wellbeing Measure, *Journal of Personality Assessment*, 108:2, 158-168.
- Burlingame, G. M., Fuhrman, A., & Mosier, J. (2003). The differential effectiveness of group psychotherapy: A meta-analytic perspective. *Group Dynamics: Theory, Research, and Practice*, 7(1), 3–12.
- Burlingame, G. M., Strauss, B., & Joyce, A. S. (2016). Change mechanisms and effectiveness of small group treatments. In M. J. Lambert (Ed.), *Bergin and Garfield's handbook of psychotherapy and behavior change* (6th ed.). Wiley.
- Brinker JK, Dozois JA. Ruminative Thought Style and Depressed Mood. *Journal of Clinical Psychology* 2009; 65(1);1-19.
- Cain, D. J. (2010). *Person-centered psychotherapies*. American Psychological Association.
- Cooke, P. J., Melchert, T. P., & Connor, K. (2016). Measuring well-being: A review of instruments. *The Counseling Psychologist*, 44(5), 730-757. <https://doi.org/10.1177/0011000016633507>
- Corey, G., Corey, M. S., & Corey, C. (2018). *Groups: Process and practice* (10th ed.). Cengage Learning.
- Diener, E. (1984). Subjective well-being. *Psychological Bulletin*, 95(3), 542–575. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.95.3.542>
- Diener, E. (2000). Subjective well-being: The science of happiness and a proposal for a national index. *American Psychologist*, 55(1), 34–43.
- Diener, E., Heintzelman, S. J., Kushlev, K., Tay, L., Wirtz, D., Lutes, L. D., & Oishi, S. (2017). Findings all psychologists should know from the new science on subjective well-being. *Canadian Psychology / Psychologie Canadienne*, 58(2), 87–104. <https://doi.org/10.1037/cap0000063>
- Disabato, D. J., Goodman, F. R., Kashdan, T. B., Short, J. L., & Jarden, A. (2016). Different types of well-being? A cross-cultural examination of hedonic and eudaimonic well-being. *Psychological Assessment*, 28(5), 471–482. <https://doi.org/10.1037/pas0000209>
- Gallagher, M. W., Lopez, S. J., & Preacher, K. J. (2009). The hierarchical structure of well-being. *Journal of Personality*, 77(4), 1025–1050. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6494.2009.00573.x>
- Gross, J. J. (1998). The emerging field of emotion regulation: An integrative review. *Review of General Psychology*, 2(3), 271–299.
- Karatepe, H. T., Yavuz, F. K., & Turkcan, A. (2013). Validity and reliability of the Turkish version of the ruminative thought style questionnaire. *Klinik Psikofarmakoloji Bülteni-Bulletin of Clinical Psychopharmacology*, 23(3), 231-241.

- Keyes, C. L. M. (2002). The mental health continuum: From languishing to flourishing in life. *Journal of Health and Social Behavior*, 43(2), 207–222.
- Keyes, C. L. M., Eisenberg, D., Perry, G. S., Dube, S. R., Kroenke, K., & Dhingra, S. S., (2012). The relationship of level of positive mental health with current mental disorders in predicting suicidal behavior and academic impairment in college students. *Journal of American College Health: J of ACH*, 60(2), 126–133. <https://doi.org/10.1080/07448481.2011.608393>
- Lazarus, R. S., & Folkman, S. (1984). *Stress, appraisal, and coping*. Springer Publishing Company.
- Maccagnan, A., Wren-Lewis, S., Brown, H., & Taylor, T. (2019). Wellbeing and society: Towards quantification of the co-benefits of wellbeing. *Social Indicators Research*, 141(1), 217–243. <https://doi.org/10.1007/s11205-017-1826-7>
- Nolen-Hoeksema, S. (1991). Responses to depression and their effects on the duration of depressive episodes. *Journal of Abnormal Psychology*, 100(4), 569–582.
- Nolen-Hoeksema, S. (2000). The role of rumination in depressive disorders and mixed anxiety/depressive symptoms. *Journal of Abnormal Psychology*, 109(3), 504–511.
- Nolen-Hoeksema, S., Wisco, B. E., & Lyubomirsky, S. (2008). Rethinking rumination. *Perspectives on Psychological Science*, 3(5), 400–424.
- Rogers, C. R. (1957). The necessary and sufficient conditions of therapeutic personality change. *Journal of Consulting Psychology*, 21(2), 95–103.
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2001). On happiness and human potentials: A review of research on hedonic and eudaimonic well-being. *Annual Review of Psychology*, 52, 141–166. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.52.1.141>
- Ryff, C. D. (1989). Happiness is everything, or is it? Explorations on the meaning of psychological well-being. *Journal of Personality and Social Psychology*, 57(6), 1069–1081.
- Ryff, C. D., & Keyes, C. L. M. (1995). The structure of psychological well-being revisited. *Journal of Personality and Social Psychology*, 69(4), 719–727.
- Watkins, E. R. (2008). Constructive and unconstructive repetitive thought. *Psychological Bulletin*, 134(2), 163–206.
- Yalom, I. D., & Leszcz, M. (2005). *The theory and practice of group psychotherapy* (5th ed.). Basic Books.
- Zhang, W., Balloo, K., Hosein, A., & Medland, E. (2024). A scoping review of well-being measures: Conceptualisation and scales for overall well-being. *BMC Psychology*, 12(1), 585. <https://doi.org/10.1186/s40359-024-02074-0>

ASSESSMENT OF NURSES KNOWLEDGE REGARDING HEMOLYSIS

¹Venemin Gega, ¹Brunilda Mehilli, ²Admir Nake, ¹Ylli Alicka, ¹Rajmonda Hida Oboni, ¹Arkida Skenderi, ¹Ilma Toci, ¹Gjergji Doka

¹Faculty of Technical Medical Sciences, "Aleksander Xhuvani" University of Elbasan

² Faculty of Technical Medical Sciences, University of Medicine, Tirana

Abstract

Introduction: Hemolysis is among the most frequent pre-analytical errors that may compromise the accuracy, interpretation, and reliability of laboratory test results. Since blood sample collection and handling are closely linked to nursing practice, nurses play an essential role in preventing hemolysis. This study aimed to evaluate nurses' knowledge of hemolysis and identify the need for further professional training in pre-analytical laboratory procedures.

Methodology: A descriptive cross-sectional study was conducted among 89 nurses working at various healthcare institutions in Elbasan. Data were gathered through a standardised questionnaire, which was translated, culturally adapted, and pilot-tested before implementation to ensure clarity and suitability for the study population. The collected data were analysed using descriptive statistical methods.

Results: Most participants demonstrated awareness of hemolysis, with 97.8% reporting familiarity with the term and 91% providing a correct definition. However, 76.4% of respondents stated they had not received specific training on hemolysis. In addition, 97.8% of participants expressed the need for further education on pre-analytical factors, indicating a strong professional interest in improving practices that influence the quality of laboratory results.

Conclusions: Although nurses showed a satisfactory level of theoretical knowledge about hemolysis, the findings highlight an important gap in practical training and continuing professional education. Strengthening nursing education on pre-analytical errors, implementing regular training programs, and standardising blood collection and sample-handling procedures may help reduce hemolysis and improve the reliability of laboratory diagnostics.

Keywords: Hemolysis; Pre-analytical phase; Nurses; Training

ORDER OF DRAW IN PHLEBOTOMY AND PRE-ANALYTICAL QUALITY

¹Venemin Gega, ¹Ylli Alicka, ²Emirela Cenomeri, ¹Admir Nake

¹Faculty of Technical Medical Sciences, University of Elbasan “Aleksandër Xhuvani” ²Department of Clinical-Biochemical Laboratory, University Hospital Center “Mother Teresa”

Abstract

Introduction: The order of draw is an important component of the pre-analytical phase in phlebotomy, as it helps prevent additive carryover between blood collection tubes and supports the accuracy of laboratory results. Improper blood collection procedures may lead to sample contamination, incorrect clinical interpretation, and potential diagnostic errors. This paper aims to summarise the practical and clinical importance of following the recommended order of draw during venipuncture, with a focus on preventing pre-analytical errors.

Methodology: A literature review was conducted using international guidelines and published studies related to the order of draw, EDTA contamination, and differences between open and closed blood collection systems.

Results: The recommended order of draw is: blood culture bottles, citrate tubes, serum tubes with or without clot activator, heparin tubes, EDTA tubes, and, finally, glycolysis inhibitor tubes. Current evidence suggests that non-compliance with the order of draw has a limited impact when closed blood collection systems are used correctly. However, in open systems or suboptimal collection conditions, incorrect remains a relevant order of draw risk factor for sample contamination, particularly EDTA carryover, which may affect laboratory results and clinical interpretation.

Conclusions: Compliance with the recommended order of draw is a simple but important practice for standardizing phlebotomy procedures, reducing pre-analytical errors, and supporting patient safety. This practice remains especially relevant in open blood collection techniques, non-standardized procedures, and settings where the risk of additive contamination is increased.

Keywords: phlebotomy; pre-analytical phase; order of draw

YED-İ BEYZÂ MUCİZESİNİN ANTİK MISIR AYDINLATMA KÜLTÜRÜ BAĞLAMINDA YORUMLANMASI

Doç. Dr. Mevlüt POYRAZ

Artvin Çoruh Üniversitesi, İlahiyat Fakültesi,

İslam Tarihi Anabilim Dalı, mevlutpoyraz@artvin.edu.tr.

<https://orcid.org/0000-0002-8832-248X>.

Özet

Bu çalışma, Hz. Mûsâ'ya verilen Asâ ve Yed-i Beyzâ mucizelerini, mucizelerin muhatap toplumların bilgi, kültür ve güç alanlarıyla ilişkili olduğu ilkesi çerçevesinde ele almayı amaçlamaktadır. Klasik İslâm düşüncesinde mucizelerin, peygamberlerin gönderildiği toplumların mahir oldukları alanlara yönelik ilâhî birer meydan okuma olduğu kabulünden hareketle, Asâ mucizesinin Antik Mısır'daki sihir geleneğini geçersiz kıldığı fikri öne sürülmektedir. Yed-i Beyzâ mucizesinin ise Firavun otoritesinin görsel ihtişam, aydınlatma ve güç gösterisi anlayışına bir karşılık teşkil ettiği düşünülmektedir. Bu bağlamda beyaz el mucizesi, yalnızca peygamberliğin doğruluğunu gösteren hissî bir delil olarak değil; aynı zamanda dönemin teknik ve sembolik üstünlük iddialarını aşan olağanüstü bir ışık fenomeni olarak da yorumlanabilmektedir. Çalışmada ayrıca, modern dönemde piramitlerin elektrik üretimi veya enerji sistemleriyle ilişkilendirilmesine dair ortaya atılan görüşler eleştirel bir süzgeçten geçirilmektedir. Söz konusu iddiaların kesin bilimsel kanıtlarla desteklenmediği, ancak kutsal anlatıların teknoloji merkezli yeniden yorumlanmasına zemin hazırladığı anlaşılmaktadır. Bildirinin son bölümünde, Yed-i Beyzâ mucizesinin, araçlara dayalı yapay aydınlatma yöntemlerini aşan ve doğrudan ilâhî kaynaktan yayılan üstün bir ışık tezahürü olarak algılanmış olabileceği ihtimali üzerinde durulmaktadır. Sonuç olarak mucizenin, yalnızca metafizik bir olay olmanın ötesinde; dönemin teknoloji, bilgi ve güç algısını geride bırakabilecek nitelikte ilâhî bir argüman karakteri taşıdığı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Yed-i Beyzâ Mucizesi, Hz. Mûsâ ve Mucizeler, Antik Mısır ve Aydınlatma Kültürü, Mucizelerin Tarihsel Bağlamı, Piramitler ve Elektrik Tartışmaları

THE INTERPRETATION OF THE MIRACLE OF YAD AL-BAYḌĀ' IN THE CONTEXT OF ANCIENT EGYPTIAN LIGHTING CULTURE

Assoc. Prof. Dr. Mevlüt POYRAZ

Artvin Çoruh University, Faculty of Theology,
Department of Islamic History, mevlutpoyraz@artvin.edu.tr.

<https://orcid.org/0000-0002-8832-248X>.

Abstract

This study aims to address the miracles of the Staff and the Radiant White Hand (Yad al-Bayda) granted to Prophet Moses within the framework of the principle that miracles are related to the knowledge, culture, and power domains of the recipient societies. Based on the premise in classical Islamic thought that miracles are divine challenges directed at the fields in which the societies of the prophets excelled, it is suggested that the miracle of the Staff invalidated the tradition of magic in Ancient Egypt. The miracle of the Radiant White Hand is considered to constitute a response to the Pharaonic authority's understanding of visual grandeur, lighting, and demonstration of power. In this context, the miracle of the white hand can be interpreted not only as a sensory evidence demonstrating the truth of prophethood, but also as an extraordinary phenomenon of light that surpassed the technical and symbolic claims of superiority of the period. Furthermore, the study critically reviews the views put forward in the modern era regarding the association of pyramids with electricity generation or energy systems. It is understood that although the claims in question are not supported by conclusive scientific evidence, they pave the way for a technology-centered reinterpretation of sacred narratives. In the final section of the paper, the possibility that the miracle of the Radiant White Hand might have been perceived as a superior manifestation of light, transcending device-based artificial lighting methods and radiating directly from a divine source, is emphasized. Consequently, the miracle is thought to possess the character of a divine argument capable of leaving behind the technology, knowledge, and power perception of the period, rather than being merely a metaphysical event.

Keywords: Miracle of Yad al-Bayda, Prophet Moses and Miracles, Ancient Egypt and Lighting Culture, Historical Context of Miracles, Pyramids and Electricity Debates.

GİRİŞ

Bu çalışma, Hz. Musa'nın Firavun'un karşısına çıkmadan önce Yüce Allah'tan aldığı, Kuran'da delil diye ifade edilen iki ayetten/mucizeden biri olan Yed-i beyza (Beyaz el veya bembeyaz el) mucizesini konu edinmektedir. Çalışmanın içeriğine girmeden önce mucize kavramının ifade ettiği anlam, içeriği, işlevi, türleri ve nasıl anlaşıldığı hususunda genel bir açıklamanın yerinde olacağı kanaatindeyiz.

Mu'cize, “bir şeye güç yetirememek” anlamına gelen “a-c-z” kökünden türemiş olup kelâm literatüründe peygamberlerin doğruluğunu ispat eden olağanüstü ilâhî fiilleri ifade eden bir kavramdır. Her ne kadar kelime olarak Kur'an'da yer almasa da, bu anlam çoğunlukla “âyet” kavramı ile ifade edilmiştir. Mucizenin temel işlevinin peygamberliğin doğruluğunu ortaya koymak olduğu anlaşılmaktadır. Buna göre mucize, peygamberlerin elinde meydana gelen ve benzerinin insanlar tarafından ortaya konulması mümkün olmayan ilâhî bir fiil olarak, onların Allah tarafından gönderildiklerini teyit eden en önemli delillerden biri kabul edilir. Aynı zamanda mucize, muhatapların peygamberlerin davetine güven duymalarını sağlamak ve onları imana yönlendirmek amacı taşımaktadır. Tabiat kanunlarını aşan olağanüstü olaylar şeklinde gerçekleşmesi ise mucizenin Allah'ın kudret ve müdahalesini gösteren bir işaret niteliği taşıdığını ortaya koymaktadır. Bu yönüyle mucizeler, peygamberlerin tebliğ ettikleri ilâhî mesajı destekleyen, onların doğruluğunu güçlendiren ve insanları hakikati kabul etmeye sevk eden ilâhî deliller olarak değerlendirilmektedir. Mucizenin önemli özelliklerinden biri de muhataplarının ileri sürdükleri iddiaları geçersiz kılacak nitelikte olması ve içinde bulunulan dönemin bilgi, kültür veya teknik imkânlarının ötesinde bir mahiyet taşımasıdır. ***Bu bağlamda mucizeler, peygamberlerin gönderildiği toplumların en güçlü oldukları alanlara hitap edecek şekilde ortaya çıkmıştır.*** Nitekim Hz. Mûsâ döneminde sihir ve büyüün yaygın olduğu bir ortamda esasının yılana dönüşmesi ve sihirbazların yaptıklarını geçersiz kılan mucizeler göstermesi; Hz. İsâ döneminde tıbbın gelişmiş olması karşısında doğuştan körleri iyileştirmesi ve ölüleri diriltmesi; Hz. Muhammed döneminde ise Arap toplumunda belâgat ve edebî yeteneğin zirvede bulunması sebebiyle Kur'an'ın eşsiz nazmı ve benzerinin getirilememesi şeklinde ortaya çıkan mucize bu duruma örnek gösterilmektedir. Bu yönüyle mucizeler, sadece olağanüstü olaylar olmakla kalmayıp aynı zamanda dönemin en güçlü bilgi ve becerileri karşısında peygamberliğin doğruluğunu ortaya koyan ilâhî deliller olarak değerlendirilmiştir.

İslami literatürde; mucizeler genellikle **hissî, haberî ve aklî** olmak üzere üç kısımda ele alınmıştır. Hissî mucizeler, Hz. Mûsâ'nın esasının yılana dönüşmesi örneğinde¹ olduğu üzere duyularla algılanabilen ve tabiat kanunlarını aşan olağanüstü olaylar iken, haberî mucizeler, Bizans'ın (Rumların) yeniden galip geleceğine dair haber² örneğinde olduğu üzere, peygamberlerin vahye dayanarak verdikleri gaybî haberleri ifade eder. Aklî mucizeler ise; Kur'an'ın benzerinin getirilemeyeceğinin meydan okuması örneğinde³ olduğu üzere, insan aklına hitap eden ve düşünme yoluyla peygamberliğin doğruluğunu ortaya koyan delilleri kapsamaktadır. Bu durum, çağlar öncesine dayalı bilgilerle çağlar sonrası tespit edilen bilimsel verilere ışık tutmasında da görülmektedir. Bununla birlikte modern dönemde bazı düşünürlerin mucize kavramını farklı bir perspektiften yorumlayarak zorunlu olarak tabiatüstü bir olay olmadığını bilakis “işaret”, “mesaj” gibi sembolik formlu ele alınması gerektiğini ileri sürmüşlerdir. Bu yaklaşım, klasik kelâm anlayışının mucizeyi tabiatüstü bir olay olarak değerlendiren yorumundan farklı bir perspektif ortaya koymaktadır. Genel bir ifadeyle İlahi mucizeler, peygamberlik kurumunun doğruluğunu ortaya koyan en temel epistemolojik delillerden biri olarak İslam düşüncesinin merkezine konulabilir. Dolayısıyla Kur'an kıssalarında zikredilen mucizeler yalnızca tarihsel hadiseler olarak değil, aynı zamanda teolojik, sembolik ve kültürel anlam katmanları üreten anlatılar olarak değerlendirilmelidir. Bu bağlamda Hz. Mûsâ'ya verilen mucizeler arasında yer alan **yed-i beyzâ da** hem vahiy

¹ “Bunun üzerine Mûsâ esasını yere attı; bir de ne görsünler, apaçık bir yılana dönüşüverdi.” A'râf sûresi, 7/107.

² “Rumlar yenilgiye uğradı. Yakın bir yerde. Fakat onlar bu yenilgilerinden sonra birkaç yıl içinde galip geleceklerdir.” Rûm 30/2-4. Bu ayetlerde verilen haber birkaç yıl sonra gerçekleşmiş ve bu durum haberî mucize olarak değerlendirilmiştir.

³ “Eğer kulumuza indirdiğimizden şüphede iseniz, onun benzeri bir sûre getirin...” Bakara 2/23. Bu ayet, Kur'an'ın edebî ve içerik bakımından benzerinin ortaya konulamaması üzerinden akla hitap eden bir mucize olarak kabul edilir.

bağlamında hem de sonraki yorum geleneklerinde dikkat çeken çok boyutlu bir ayet/delilin karşılığıdır. (Mucize ile ilgili bilgi ve değerlendirmeler için bkz. Yavuz, 2007; Harman, 2013; Bayram, 2015; Bulut, 2020; Ünverdi, 2020; Gölcük-Toprak, 2021).

Yöntem, Literatür ve Kapsam

Bu araştırmada nitel araştırma yöntemlerinden belge analizi ve karşılaştırmalı metin incelemesi kullanılmıştır. Çalışmanın kapsamını, Hz. Mûsâ'ya verilen Yed-i Beyzâ mucizesinin anlamı, işlevi, Firavun otoritesine meydan okuma boyutu ve Asa mucizesiyle olan ilişkisi oluşturmaktadır. Bu bağlamda, hissî bir mucize olan Yed-i Beyzâ'nın teolojik boyutu, Antik Mısır'ın güç ve sembolizm dünyası ile modern enerji tartışmaları çerçevesinde nasıl anlaşıldığı ve anlaşılması gerektiği eleştirel bir yaklaşımla incelenmiştir. Araştırmanın literatür zemininde İslami kaynaklara ve İslami edebiyata dayalı çağdaş araştırmacıların çalışmaları ile Piramitler ve Nikola Tesla merkezli iddialar yer almaktadır. Ayrıca, veri toplama sürecinde güncel internet verilerinden istifade edilmiş ve metnin yayına hazırlanması aşamasında yapay zekadan editoryal hizmet alınmıştır.

Araştırma genel olarak mucizeye dair yukarıdaki genel açıklamalar bağlamında ele alınacak olup hissi mucize türüne girdiği anlaşılan yed-i beyza mucizesi nasıl anlaşılmıştır/anlaşılması gerekir hususunda değerlendirmeleri içerecektir.

Kur'an'a göre Yed-i Beyza Mucizesi

Hz. Musa'nın vahye ilk muhataplığı ve mucizelerle donatıldığı durumu Tâhâ suresinde 9- 36 arası ayetlerde ayrıntılı anlatılmaktadır.¹ Fakat burada kanaatimizce dikkat çekici bir husus söz konusudur. Zira : **“Bunları sana en büyük mucizelerimizden (bir kısmını) gösterelim diye yaptık.”** (Tâhâ 20/23) âyetinde belirtildiği üzere **öncelikle** Hz. Musa'ya verilen peygamberlik görevinin mucizelerle pekiştirildiği ve kalbinin mutmain olması hususunun sağlandığı görülmektedir. Muhataplarına göstermeden önce kendisi bu büyük mucizelerle muhatap kılındığı için bu mucizeler delil olarak zikredilmiştir. İlgili ayetlerde Yüce Allah, bu kez Hz. Musa'dan firavun'a gitmesini onu ve taifesini Rabbe itaate davet etmesini istemiştir. Firavun ve taifesinin inanmasalar bile peygamberliğinin delilinin ne olduğunu soracaklarını bildirmiş ve onu muarızlarıyla muhatap kılmadan önce bu mucizelerle güçlendirmiştir. Burada zikri geçen iki delil (mucize/ayet) ise asa ve yed-i beyza (beyaz el) dir. Ku'ran-ı Kerim'de Kasas Suresinde bu husus şöyle zikredilmektedir: **“Değneğini (yere) at.” (Mûsâ, değneğini attı). Onu bir yılan gibi süratle hareket eder görünce, arkasına bakmadan dönüp kaçtı. (Bu sefer şöyle seslenildi:) "Ey Mûsâ! Beri gel, korkma. Çünkü sen güvenlikte olanlardansın. "Elini koynuna sok. (Alaca hastalığı gibi) bir hastalık sebebiyle olmaksızın bembeyaz bir hâlde çıksın. Korkudan açılan kolunu kendine çek (toparlan). İşte bunlar, Firavun ve ileri gelen adamlarına (göstermen için) Rabbin tarafından (sana verilen) iki delildir. Çünkü onlar fasık bir kavimdirler.”** (Kasas Suresi 31-32).

¹ Mûsâ'nın haberi sana ulaştı mı? 10. Hani bir ateş görmüştü de ailesine, "Siz burada kalın, ben bir ateş gördüm (oraya gidiyorum). Umarım ondan size bir kor ateş getiririm, yahut ateşin başında, yol gösterecek birini bulurum" demişti. 11. Ateşin yanına varınca, ona şöyle seslenildi: "Ey Mûsâ!" 12. "Şüphe yok ki, ben senin Rabbinim. Hemen ayakkabılarını çıkar. Çünkü sen mukaddes vadi Tuvâ'dasın." 13. "Ben seni (peygamber olarak) seçtim. Şimdi vahyolunacak şeyleri dinle." 14. "Şüphe yok ki ben Allah'ım. Benden başka hiçbir ilâh yoktur. O hâlde bana ibadet et ve beni anmak için namaz kıl." 15. "Kıyamet mutlaka gelecektir. Herkes işlediğinin karşılığını görsün diye, neredeyse onu gizleyecek (geleceğinden hiç söz etmeyecek)tim." 16. "Buna inanmayan ve nefsinin arzusuna uyan kimseler, seni ondan (ona hazırlanmaktan) sakın alıkoymasın, sonra helâk olursun!" 17. "Şu sağ elindeki nedir ey Mûsâ?" 18. Mûsâ dedi ki: "O benim değneğimdir. Ona dayanırım, onunla koyunlarıma yaprak silkelerim. Onunla başka işlerimi de görürüm." 19. Allah, "Onu yere at ey Mûsâ!" dedi. 20. Mûsâ da onu attı. Bir de ne görsün o, hızla akan bir yılan olmuş! 21. Allah, şöyle dedi: "Tut onu. Korkma! Biz, onu yine eski durumuna döndüreceğiz." 22,23. "Sana büyük mucizelerimizden birini daha göstermemiz için elini koynuna sok ki bir başka mucize olarak, (alaca hastalığı gibi) bir hastalık sebebiyle olmaksızın bembeyaz bir hâlde çıksın." 24. "Firavun'a git, çünkü o azmıştır." 25. Mûsâ, dedi ki: "Rabbim! Gönlüme ferahlık ver." 26. "İşimi bana kolaylaştır." 27,28. "Dilimdeki tutukluğu çöz ki sözümü anlasınlar." 29. "Bana ailemden birini yardımcı yap," 30. "Kardeşim Hârûn'u." 31. "Onunla gücümü artır." 32. "Onu işime ortak et." 33. "Seni çok tespih edelim diye", 34. "Seni çok zikrederim diye." 35. "Çünkü sen bizi hakkıyla görmektesin." 36. Allah, şöyle dedi: "İstedğin sana verildi ey Mûsâ!" (Tâhâ Suresi 9-36)

Bu kısımda müşahade edildiği üzere, henüz bir tebliğ söz konusu değilken dolayısıyla muhatapları tarafından talep edilmemişken Hz. Musa mucizelerle desteklenmiştir. Büyük ihtimalle Hz. Musa daha önceki tavrı (adam öldürme ve şehri terk etme) nedeniyle daha tebliğe fırsat bulamadan öldürülebileceği korkusunu taşımaktaydı. Nitekim ayette bu husus şöyle geçmektedir: “*Mûsâ, şöyle dedi: “Ey Rabbim! Şüphesiz ben onlardan birisini öldürdüm. Onların da beni öldürmelerinden korkuyorum.” “Kardeşim Hârûn’un dili benimkinden daha düzgündür. Onu da benimle birlikte, beni doğrulayan bir yardımcı olarak gönder. Çünkü ben, onların beni yalanlamalarından korkuyorum.”* Kendisine bu mucizeler verilmiş olmasına rağmen Hz. Musa’nın hala endişe taşıdığı, kardeşini yardımcı olarak talep ettiği hususu bu durumu açıkça ortaya koymaktadır. Yüce Allah, Hz. Musa’nın talebine karşılık şöyle buyurmuştur: “*Allah “Seni kardeşinle destekleyeceğiz ve size bir iktidar vereceğiz de âyetlerimiz sayesinde size (kötü bir amaçla) ulaşamayacaklar. Siz ve size uyanlar, galip gelecek olanlardır” dedi.”* Hz. Musa kendisine verilen mucize, yardım ve destek sözüyle daha da mutmain olmuş bir halde Mısır’a yönelmiştir.

İslami literatürde Yed-i Beyza Mucizesinin Nasıl Anlaşıldığına Dair Genel Yorumlar

Yed-i beyzâ mucizesi, Kur’ân’da Hz. Mûsâ’nın elini koynuna sokup çıkardığında herhangi bir hastalık veya kusur bulunmaksızın parlak ve bembeyaz hâle gelmesi şeklinde tasvir edilmekte olup peygamberliğin doğruluğunu gösteren açık bir ilahî delil olarak sunulmaktadır. Bununla birlikte söz konusu mucize, yalnızca kelâmî bir delil olarak kalmamış; tefsir geleneğinde farklı yorumlara konu olmuş, tasavvufî düşüncede sembolik anlamlar kazanmış ve klasik Türk edebiyatında güçlü bir estetik mazmuna dönüşmüştür. Tâhâ, Neml, Kasas ve A’râf sûrelerinde farklı lafızlarla aktarılan bu anlatım, müfessirler tarafından lafzî müteşâbihlik ve semantik çeşitlilik bağlamında değerlendirilmiş; fiil farklılıklarının anlamı değiştirmede ancak anlatım zenginliği sağladığı belirtilmiştir. Klasik tefsir geleneğinde yed-i beyzâ, hakiki ve olağanüstü bir mucize olarak kabul edilmiş; elin yoğun bir ışık yaydığı ve peygamberliğin açık delili olduğu vurgulanmıştır ((Harman, 2013, s. 376–377; Bayram, 2015; Çakın, 2020; Çiftçi, 2022). “Âyetü’l-kübrâ” ifadesinin hangi mucizeyi ifade ettiği konusunda ise farklı görüşler ortaya çıkmış; bazı müfessirler bunu yed-i beyzâ ile ilişkilendirirken bazıları asâ mucizesinin daha kapsamlı dönüşüm içermesi nedeniyle üstün kabul edilmesi gerektiğini savunmuştur (Pak, 2013). Modern yorumculardan Muhammed Esed ise mucizeyi daha rasyonel biçimde yorumlama eğilimi göstermiştir (Havuz, 2019).

Öte taraftan Yed-i beyzâ mucizesi zamanla, tasavvuf ve klasik Türk edebiyatında güçlü bir sembole dönüşmüştür. Divan şiirinde hakikatin ortaya çıkışı, ilahî nur, sabah aydınlığı ve estetik güzellik gibi temalar bu mucize üzerinden ifade edilmiştir (Uzun, 2013). Şairler kendi sanat kudretlerini veya devlet adamlarının cömertliğini “yed-i beyzâ” metaforuyla yüceltmış; böylece kavram edebî mazmun hâline gelmiştir (Keskin, 2025).

Mucizelerin muhataplar üzerinden – Asâ ve Yed-i Beyza - anlaşılmasına dair

Mucizelerin mahiyeti incelendiğinde, bunların peygamberlerin gönderildiği toplumların bilgi, kültür ve güç alanlarıyla doğrudan ilişkili olduğu görülmektedir. Klasik İslâm düşüncesinde yaygın kabul gören yaklaşıma göre mucizeler, yalnızca tabiatüstü olaylar olarak değil, aynı zamanda muhatap toplumun en ileri olduğu sahada peygamberliğin doğruluğunu ortaya koyan ilâhî deliller olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca belirtmek gerekir ki, mucizeler, yalnızca olağanüstü hadiseler değil, aynı zamanda dönemin epistemik ve kültürel üstünlük alanlarına meydan okuyan ilâhî teyitler niteliği taşımaktadır.

Asa Mucizesinin muhataplarınca karşılığı üzerine:

Hz. Mûsâ’ya verilen mucizelerin de tebliğle görevlendirildiği toplumun güçlü olduğu alanlara hitap ettiği anlaşılmaktadır. Asa mucizesi, özellikle sihirbazların ip ve değnekler aracılığıyla gerçekleştirdikleri gözbağcılığı karşısında ilâhî kudretin üstünlüğünü ortaya koyan hissî bir mucize olarak değerlendirilmiştir. Kur’ânî anlatılarda söz konusu mucizenin yalnızca sihirbazları mağlup eden bir olay olarak değil, farklı işlevler ve anlam katmanları barındıran bir ilâhî işaret olarak sunulduğu görülmektedir. Ayetler, asanın yılanı dönüşmesini somut ve duyuşal

bir mucize olarak açık biçimde ortaya koymakta; bu yönüyle olayın tarihsel gerçekliği genel anlamda - sembolik olduğu yönündeki ileri sürülen bazı iddialara karşın- İslâmî kaynaklar açısından tartışma konusu yapılmamaktadır. Bununla birlikte, asa mucizesinin sembolik anlam boyutunun da dikkate alınması mümkündür. Antik Mısır siyasal ve dinî sembolizminde yılan ve ejderha figürünün krallık gücünü temsil eden önemli bir unsur olduğu bilinmektedir. Firavun ikonografisinde hükümdarlık otoritesini simgeleyen bu figür, egemenlik ve ilâhî meşruiyet iddiasının sembolik bir ifadesi olarak kullanılmıştır. Bu bağlamda Hz. Mûsâ'nın asasının Firavun'un huzurunda büyük bir yılanı yahut ejderhaya dönüşmesi, yalnızca sihirbazlara karşı bir meydan okuma değil, aynı zamanda Firavun'un temsil ettiği siyasal otoriteye yönelik sembolik bir mesaj olarak da yorumlanabilir.

Bu yorum çerçevesinde mucize, Firavun'un meşruiyet kaynağı olarak gördüğü sembollerin ilâhî kudret karşısında hükümsüz kaldığını ortaya koymaktadır. Başka bir ifadeyle, Firavun'un krallık sembolü olarak benimsediği ejderha figürü, bu kez ilâhî iradenin bir tezahürü olarak Hz. Mûsâ'nın elinde ortaya çıkmakta ve egemenliğin gerçek sahibinin Allah olduğu mesajını vermektedir. Böylece asa mucizesi, hem hissî düzeyde sihirbazları etkisiz bırakan somut bir mucizeyi hem de sembolik düzeyde otorite ve hâkimiyet anlayışına yönelik teolojik bir meydan okumayı birlikte ihtiva etmektedir. (Asâ ile ilgili genel bilgi ve değerlendirmeler için Bkz. Harman, 1991; Sipahioğlu, 2020; Özdemir, 2024; Yavuz, T.& Yavuz, S.S. 2024).

Yed-i Beyza (bembeyaz el) Mucizesinin muhataplarınca karşılığı üzerine

Yukarıda zikredildiği üzere, Kur'an'da beyaz el (yed-i beyzâ) mucizesi, Hz. Mûsâ'nın peygamberlikle görevlendirildiği ilk anda kendisine verilen iki temel mucizeden biridir. Bu durum, söz konusu mucizenin halkın talebi üzerine ortaya çıkan bir delil olmadığını, doğrudan doğruya risâlet görevinin başlangıcında peygamberliğin doğruluğunu teyit eden ilâhî bir işaret olduğunu göstermektedir. Nitekim Kur'an'da Hz. Mûsâ'ya hitaben **“Elini koynuna sok; kusursuz olarak bembeyaz çıksın”** buyrulması, mucizenin doğrudan peygamberlik misyonunu destekleyen bir delil olduğu ortaya çıkmaktadır (Tâhâ 20/22; en-Neml 27/12; el-Kasas 28/32).

Bu bağlamda beyaz el mucizesinin, asa mucizesi gibi muhatap toplumda anlam karşılığı bulunan bir yönünün olması gerektiği açıktır. Zira Kur'an'da zikredilen mucizeler keyfî ya da sembolik değeri bulunmayan hadiseler değil; muhatap kitlenin zihinsel, kültürel ve siyasal dünyasında karşılığı bulunan ilâhî delillerdir. Eğer amaç yalnızca olağanüstülük göstermek olsaydı, Firavun'un sarayının yıkılması gibi daha doğrudan güç gösterisi sayılabilecek olayların gerçekleşmesi de mümkün olabilirdi. Ancak Kur'an'ın tercih ettiği mucize türü, fiziksel yıkımdan ziyade otorite iddiasını temelden sarsan sembolik ve bilgi düzeyinde bir meydan okumaya işaret etmektedir.

Bu durum, beyaz el mucizesinin bağımsız bir anlam alanına sahip olduğunu göstermektedir. Genel manada Asa mucizesi sihir geleneğini doğrudan hedef alırken, beyaz el mucizesinin daha çok peygamberin şahsiyetine ve ilâhî seçilmişliğine yönelik bir işaret taşıdığı şeklinde yorumlanmaktadır. Elin koyundan çıkarıldığında “hiçbir kusur olmaksızın” parlayan bir beyazlık göstermesi, sıradan bir hastalık yahut fizyolojik değişim değil, doğrudan ilâhî kudretin tezahürü olarak sunulmuştur. Ancak bu yorumlar doğrudan muhatapında bir ihtiyaca yahut bir soruya mukabil hissi bir olağanüstülük yansıtmamaktadır. Öte taraftan iddia edildiği üzere kusurlu el kusursuz görüldükten sonra tekrar kusurlu hale dönmüşse bu durumun bir mucizelik yönünün de olmaması gerekir. Bununla birlikte bu hususun Kur'an anlatısında sunulmasının, asıl amacının dışında bir bilgi tashihi şeklinde yorumlanmalıdır. Zira bilgi sunumu açısından Kur'an anlatımı ile Tevrat metni arasındaki farklılık dikkat çekmektedir. Tevrat'ta olay, Hz. Mûsâ'nın elinin “kar gibi bembeyaz” olmasıyla birlikte bir deri hastalığına yakalanmış görünmesi şeklinde aktarılmaktadır (Mısır'dan Çıkış 4:6–7).¹ Metinde “kar gibi beyazlık” ile “deri hastalığı” ifadesinin birlikte kullanılması, mucize -kusurla olağanüstülüğü bir arada zikretmesi- açısından bir

¹ “Sonra, “Elini koynuna koy” dedi. Musa elini koynuna koydu. Çıkardığı zaman eli bir deri hastalığına yakalanmış, kar gibi bembeyaz olmuştu.” “RAB, “Elini yine koynuna koy” dedi. Musa elini yine koynuna koydu. Çıkardığı zaman eli eski haline dönmüştü.” (Kutsal Kitap, Mısır'dan Çıkış: 4:6-7).

çelişki arz ettiği açıktır. İslâmî yorum geleneğinde bazı müfessirler, Kur’ân’ın “bir kusur olmaksızın” kaydını özellikle vurgulayarak bu anlatımı tashih edici bir nitelik taşıdığını ileri sürmüşlerdir. Buna göre Kur’ân, Hz. Mûsâ’nın elinde herhangi bir hastalık veya eksiklik bulunmadığını özellikle belirterek mucizenin olağanüstü parlaklık ve nuranîlik şeklinde gerçekleştiğini ifade etmektedir. Ancak meselenin yalnızca metinler arası bir tashih tartışmasıyla sınırlandırılabilmesi pek makul gözükmemektedir. Zira her iki kutsal metinde de beyaz el mucizesinin bir delil olarak zikredilmiş olması, bu mucizenin dönemin toplumsal ve siyasal bağlamında çok yönlü sembolik ve pratik bir karşılık taşıdığını düşündürmektedir. Dolayısıyla beyaz el mucizesi, yalnızca görsel bir harika değil, Firavun’un tanrısal otorite iddiasını da zayıflatacak bir delil niteliği taşımaktadır. Asa mucizesi sihir geleneğini geçersiz kılarken, beyaz el mucizesinin de aynı toplumda var olan bir geleneğin yahut tekniğin geçersizliğini yahut aciziyetini ortaya koyan bir özelliği yansıtır olması, yani fiiliyatta buna karşılık gelen bir hususun olması gerekmektedir kanaatindeyiz.

Yed-i Beyzâ Mucizesinin Elektrik Enerjisi Tartışmaları Bağlamında Yorumlanabilme Durumu

Mucize olarak tasvir edilen bembeyaz elin, sahip olduğu yoğun parlaklık ve yaydığı ışık sayesinde diğer ışık kaynaklarını ve aydınlatma araçlarını bastırarak derecede göz kamaştırıcı bir nitelik taşıdığı anlaşılmaktadır. Bu durum, söz konusu mucizenin Antik Mısır sarayında kullanılan aydınlatma materyalleri ve tekniklerinin tamamını gölgede bırakacak güçte bir ışık kaynağı olarak algılandığını göstermektedir. Nitekim mucizeye tanıklık edenlerin karşılaştıkları bu olağanüstü aydınlığı sihir olarak nitelendirmeleri, onların sahip oldukları teknik bilgi birikimi ve materyal imkânlarının yetersizliğini ve bu durum karşısındaki acizyetlerini ortaya koymaktadır. (Antik Mısır’daki bilimsel ve teknik gelişmeler hakkında bkz. Saraç, 1943).

Bu bağlamda, firavunlar döneminde saray çevresinde kullanılan aydınlatma araçlarının mucize gösteriminin ardından etkisizleşmiş bir görünüm arz ettiği anlaşılmaktadır. Mucizeyi görenlerin dikkatlerinin tamamen bu olağanüstü ışık üzerine yoğunlaşması ve göz alıcı aydınlığı sihir olarak değerlendirmeleri, ayetlerde ifade edilen psikolojik ve algısal dönüşümü yansıtmaktadır. Aydınlanma amacıyla kullanılan teknik araçların söz konusu mucize karşısında yetersiz kaldığının müşahade edilmesi, mucizenin muhataplar üzerinde meydana getirdiği güçlü etkiye işaret etmektedir.

Öte yandan kutsal metinlerde ve rivayetlerde, bu ışık gösterisinin doğrudan hangi teknik veya pratik amacı hedeflediğine dair açık bir açıklama bulunmamaktadır. Bu nedenle, mucizenin işlevsel bir teknolojik amaçtan ziyade, muhatapların değer atfettikleri aydınlatma imkânlarını aşan üstün bir güç gösterisi olarak algılandığı söylenebilir. Başka bir ifadeyle, dönemin insanları kendi bilgi ve teknik sınırlarını aşan bir ışık fenomeniyle karşı karşıya kalmışlardır.

Modern dönemde Antik Mısır medeniyetine ilişkin ortaya atılan “piramitlerde enerji veya elektrik üretimi” iddiaları da, kutsal anlatılar ile enerji ve teknoloji tasavvurları arasında yeni yorum alanlarının doğmasına zemin hazırlamıştır. Bu çerçevede Yed-i Beyzâ mucizesinin muhataplarındaki karşılığı, ulaşılmış olduğu varsayılan ileri teknik imkânların ilahî mucize karşısındaki yetersizliğinin açığa çıkması şeklinde yorumlanabilir. Böylece mucize, yalnızca metafizik bir olay olarak değil, aynı zamanda dönemin bilgi, teknoloji ve güç algısını dönüştüren sembolik bir gösterim olarak da değerlendirilebilir.

Antik Mısır da -Piramitler özelinde- elektrik üretimi ve teknolojisi üzerine genel yaklaşımlara dair

Antik Mısır piramitlerinin elektrik üretimiyle ilişkilendirilmesi, modern bilimsel araştırmalar ile spekülasyonların kesiştiği tartışmalı bir alan olarak değerlendirilmektedir. Piramitlerin enerji ürettiğini savunan yaklaşımlar, yapıların geometrik oranları, astronomik hizalanmaları ve elektromanyetik özellikleri üzerinden yorum geliştirmektedir. Bu görüşlere göre piramitler, jeomanyetik enerjiyi yönlendiren veya belirli enerji alanları oluşturan yapılar olabilir. Ayrıca modern elektrokültür araştırmalarında düşük seviyeli elektriksel uyarımın biyolojik gelişim üzerindeki etkisinin gösterilmesi, bazı araştırmacılar tarafından geçmiş uygarlıkların enerji bilgisinin ileri düzeyde olabileceği düşüncesiyle ilişkilendirilmektedir. Nikola Tesla’nın kablosuz enerji aktarımı

ve Dünya'yı küresel bir enerji sistemi olarak ele alan yaklaşımı da piramit-enerji bağlantısını destekleyen yorumlarda sıkça referans gösterilmektedir (Yılmaz, 2019; Ratner, 2019; Antik Teknoloji, 2025).

Buna karşılık eleştirel akademik yaklaşım, piramitlerde elektrik üretildiğine dair doğrudan arkeolojik, deneysel veya yazılı kanıt bulunmadığını vurgulamaktadır. R. A. Schwaller de Lubicz, piramitlerdeki “enerji” kavramının fiziksel elektrikten ziyade kozmolojik ve metafizik anlam taşıdığını belirtmektedir (Schwaller de Lubicz, 2023). Dendera Tapınağı kabartmalarının elektrik lambası olduğu iddiası da mitolojik sembolizm çerçevesinde değerlendirilmiş ve bilimsel çevrelerce reddedilmiştir. Ayrıca Tesla'nın piramitler üzerinde sistematik bilimsel çalışmalar yaptığına dair güçlü kanıt bulunmadığı ifade edilmektedir. Netice itibarıyla genel kanaate göre mevcut bilimsel veriler, piramitlerin elektrik üretim tesisleri olduğu iddiasını doğrulamamaktadır (Acar & Bakırcı, 2013; Arifin, 2023; Karaoğlu, 2025). Ancak o dönem antik Mısır'ında gelişmiş bir elektrik veya aydınlatma kültürü olduğu görüşündeyiz. Zira Yed-i Beyza mucizesi, bu duruma açıkça özel bir anlam kazandırmaktadır.

Piramitler, elektrik, beyaz el mucizesi, olası teknolojinin akıbeti üzerine:

Beyaz el mucizesinin muhataplık boyutunu, günümüzde yapılan bazı araştırmalar ve komplo teorileri çerçevesinde piramitlerin elektrik üretimi iddiaları bağlamında değerlendirmek daha makul bir yaklaşım olarak görülebilir. Giza piramitlerinin elektrik üreten yapılar olduğu yönündeki görüşler, son dönemde çeşitli araştırmacılar tarafından gündeme getirilmektedir. Piramitlerin elektrik üretme ve enerjiyi yayma fonksiyonuna sahip olduğu iddiası, bazı yorumcular tarafından Nikola Tesla'nın elektrik çalışmalarına ilham verdiği ileri sürülen mimari ve jeofiziksel özelliklerle ilişkilendirilmektedir. Bu yaklaşıma göre piramitlerin altında bulunduğu ileri sürülen akifer (yeraltı su rezervi) yapısı, enerji üretimi iddialarının temel dayanaklarından biri olarak sunulmaktadır. Benzer şekilde Tesla'nın kablosuz elektrik iletimi üzerine geliştirmeye çalıştığı sistemlerde akifer benzeri formasyonlardan yararlanma düşüncesi ile piramit mimarisi arasında paralellik kurulduğu ifade edilmektedir. Bunun yanında piramitlerde ve özellikle sfenks ile ilişkili figürlerde yer aldığı iddia edilen aydınlatma araçlarını andıran tasvirler de söz konusu görüşlere delil olarak ileri sürülmektedir (Gölgeler Tarihi, 2025). Bu iddiaların bilimsel açıdan henüz kesin biçimde kanıtlanmadığını iddia eden araştırmacılar ise, eğer piramitlerde gerçekten bir elektrik üretim sistemi mevcut olsaydı bunun tarihsel süreçte tamamen ortadan kalkmasının açıklanması gerektiğini ileri sürmektedirler. Ancak herhangi bir teknolojinin günümüze ulaşmamış olmasının, onun geçmişte hiç var olmadığı anlamına gelmeyeceği, ortadan kalkmış olmasının geçmişte var olmadığına delil teşkil etmeyeceği de ifade edilebilir.

Konuya ilişkin bazı komplo teorisyenleri ise teknolojinin yok oluşu ile ilgili söz konusu boşluğu Hz. Mûsâ'nın sandukası ile ilişkilendirerek açıklamaya çalışmaktadır. Bu yaklaşıma göre piramitlerin enerji üretim merkezinin Hz. Musa'nın altın kaplamalı sandukası (elektrik koruma ve dağıtmada etkin element olan altına sahip olduğu) olduğu, Hz. Mûsâ'nın sandukayı beraberinde götürmesiyle birlikte piramitlerdeki elektrik üretiminin sona erdiği ileri sürülmektedir. Bu görüşte ayrıca, enerji sisteminin ortadan kalkmasının ardından başkent bölgesinin kısa süre içerisinde terk edildiği ve yaklaşık yedi ila on yıl arasında bölgede yerleşimin bulunmadığı iddiası da dile getirilmektedir. (Kayıp Gerçek, 2025; Kara Arşiv, 2025; Yılmaz, 2025).

Meselenin gerçekten sanduka ile ilişkili olup olmadığı kesin olarak bilinmemektedir. İslami kaynaklar bağlamında, tabut-u sekine olarak adlandırılan sanduka ile ilgili buna işaret eden bir bilgi mevcut değil, ancak şu hususları da belirtmekte fayda vardır. Hz. Mûsâ'nın sarayda yetişmiş bir prens olması dikkate alındığında, eğer böyle bir teknoloji mevcut idiyse buna dair bilgilere vakıf olabileceği ihtimali dile getirilebilir. Bu çerçevede Hz. Mûsâ'nın ayrılırken söz konusu sistemi işlevsiz hale getirmiş veya sistemin merkezinde bulunduğu düşünülen sandukayı beraberinde götürmeyi gerekli görmüş olabileceği de düşünülebilir. Hatta Firavun'un Hz. Mûsâ'nın peşine düşmesinin sebebinin, götürüldüğü iddia edilen sandukayı yahut sistemi kontrol eden mekanizmayı geri almak olduğu da varsayılabilir. Bu değerlendirmelerin her biri ihtimal düzeyinde ele alınmalıdır.

Bu bağlamı şu soru ve cevapla sonuçlandırmanın yerinde olacağı kanaatindeyiz. Eğer Mısır’da bu teknoloji var idiyse nasıl yok oldu? sorusuna verilecek cevap oldukça önemlidir. Yukarıda lehte ve aleyhte ilişkili yorumlar zikredildi ancak hiçbir görüşün net bir bilimsel verisi söz konusu olmamıştır. Fakat firavunlar medeniyetinin sürecin nasıl sona erdiğine ilişkin Kur’ânî anlatıya bakıldığında ise, Firavun ve toplumuna ait yapıların ortadan kaldırıldığına işaret eden bir ayetin olduğu görülmektedir. Kur’ân, doğrudan bir elektrik üretiminden yahut piramitlerden söz etmemekle birlikte onların inşa ettikleri ve yükselttikleri yapıların yok edildiğini ifade etmektedir: *“Hor görülen topluluğu, bereketlendirdiğimiz yerin doğularına ve batılarına mirasçı kıldık. Rabbinin İsrailoğullarına verdiği güzel söz sabretmeleri sebebiyle gerçekleşti. Firavun ve kavminin yaptıklarını ve yükselttiklerini yıktık”* (el-A‘râf 7/137).

Bu ayetten hareketle şunları belirtebiliriz. Sadece suda boğulduğu zikredilen Firavun ve ordusunun değil, genel manada Mısır firavunlarının ve yöneticilerinin saraylarının kalıntılarının olmaması -yere geçirilen Karun’un hazinelerinde olduğu gibi- onların yaptıkları saray, kule ve sair diğer yapılarının ayette işaret edildiği üzere iz bırakılmaksızın yok edilen binalar olduğu anlaşılmaktadır. Şayet mevcut olan Piramitleri de Firavun ve kavmi yapmış olsaydı -zikri geçen ayetten hareketle- bunların da yıkılmış olmaları gerekirdi. Burada bulunan Piramitlerin varlığını ise şöyle ifade edebiliriz. Piramitleri Mısır firavunları değil, helak olan firavun ve kavminden önceki topluluklar yahut farklı varlık kategorileri; Cinler, Ye’cüc Me’cüc veya dünya dışı başka varlıklar inşa etmiş olabilir. Her ne kadar yaygın tarihsel yorumlarda piramitlerin firavunlar tarafından yaptırıldığı, onların siyasi gücünü ve ihtişamını temsil ettiği ve sonraki nesillere ibret olması amacıyla bırakıldığı ifade edilse de -Kur’an buna işaret etmemektedir- asıl sarayları veya kalıntılarının bırakılmış olması daha ibret verici olabilirdi. Nitekim eğer firavunların ihtişamını temsil eden esas mekânlar saraylar ve yönetim merkezleri idiyse, bu yapıların yahut kalıntılarının piramitler gibi işlevsizliğine rağmen (zira Piramitlerin bilimsel anlamda tespit edilebilen bir işlevi bilinmemektedir) günümüze ulaşmış olması ibret yönünü daha açık biçimde ortaya koyabilirdi. Böyle bir durumda tarihsel anlatı, “ilahlık iddiasında bulunan firavun ve çevresinin sahip olduğu ihtişamlı sarayların Allah’ın azabı karşısında ayakta kalamadığı” şeklinde somut bir örnek üzerinden okunabilirdi. Bununla birlikte Firavun’un yaptıkları bina ve sarayların değil de cesedinin ibret için bırakılmış olması da oldukça ilginç bir durumdur. Kur’an’da bu husus şöyle zikredilmiştir: *“Bugün seni bedeninde kurtaracak ve vücudunu çürümeden denizden çıkaracağız ki, senden sonra gelecekler için bir ibret olsun! Doğrusu, insanların çoğu âyetlerimize, ibret kaynağı delillerimize karşı kayıtsızdır”* (Yunus Suresi, 10/92).

Bu değerlendirmelerden hareketle, Hz. Mûsâ’ya verilen beyaz el mucizesinin, dönemin Mısır toplumunda aydınlatma veya farklı amaçlarla kullanıldığı ileri sürülen ve üstün teknoloji olarak nitelendirilebilecek vasıtalı elektrik üretimi anlayışına karşı bir anlam zemini oluşturmuş olabileceği düşünülebilir. Buna göre söz konusu mucize, araç ve teknik vasıtalar aracılığıyla elde edildiği varsayılan yapay aydınlatmanın ötesinde, herhangi bir aracıya ihtiyaç duymaksızın doğrudan peygamberin elinden yayılan üstün bir ışık formu olarak algılanmalıdır kanaatindeyiz. Dolayısıyla beyaz el mucizesi, yalnızca görsel bir olağanüstülük değil, dönemin teknoloji veya bilgi üstünlüğü olarak kabul edilen aydınlatma anlayışına karşı ilâhî kudretin doğrudan tezahürü niteliğinde bir delil olarak değerlendirilebilir. Başka bir ifadeyle mucize, insan eliyle üretildiği düşünülen ışığın ötesinde, kaynağı ilâhî olan ve herhangi bir fiziksel üretim sürecine bağlı bulunmayan daha yüksek bir aydınlık formunu temsil etmiş olabilir. Böylece mucizenin etkisi, yalnızca şaşırtıcı bir olay meydana getirmekten ibaret kalmayıp, mevcut bilgi ve teknik imkânların sınırlarını aşan bir hakikat iddiasını görünür hâle getirmiştir.

Bu bağlamda Firavun ve çevresinin, sihir uygulamalarıyla veya aydınlatma amacıyla kullanılan teknik imkânların ulaştığı seviyeyi nihai güç olarak değerlendirmiş olmaları ihtimali de dikkate alınabilir. Eğer dönemin zihinsel dünyasında aydınlatma ve görsel etki üretme kapasitesi bir üstünlük göstergesi kabul ediliyorsa, beyaz el mucizesi bu anlayışı doğrudan hedef alan bir ilâhî müdahale niteliği taşımış olabilir. Böylece Yüce Allah’ın, toplumun üstünlük atfettiği iki temel alanı —sihir ve aydınlatma gücü— aşan mucizelerle elçisini destekleyerek Firavun’a gönderdiği şeklinde bir yorum ortaya çıkmaktadır.

SONUÇ

Bu çalışma, Hz. Mûsâ'ya verilen Yed-i Beyzâ mucizesini klasik tefsir ve kelâm literatüründe yer alan açıklamaların ötesine taşıyarak, Antik Mısır'ın kültürel, sembolik ve teknolojik dünyası içerisinde anlamlandırmayı amaçlamıştır. Araştırmanın hareket noktası, İslâm düşüncesinde yaygın kabul gören “mucizelerin muhatap toplumların güçlü oldukları alanlara yönelik ilâhî meydan okumalar olduğu” ilkesidir. Bu ilke doğrultusunda Hz. Mûsâ'ya verilen iki temel mucizenin, Firavun toplumunun öne çıkan bilgi ve güç alanlarına karşılık geldiği sonucuna ulaşılmıştır.

Çalışmada öncelikle mucize kavramının mahiyeti, işlevi ve tarihsel bağlamı ele alınmış; mucizelerin yalnızca olağanüstü olaylar değil, aynı zamanda peygamberlik kurumunun doğruluğunu ortaya koyan epistemolojik deliller olduğu vurgulanmıştır. Bu çerçevede Yed-i Beyzâ'nın, Kur'ân'da doğrudan “iki delilden biri” olarak sunulmasının, onun bağımsız bir anlam ve işlev alanına sahip olduğunu gösterdiği tespit edilmiştir.

Kur'ânî anlatılar ve klasik yorumlar incelendiğinde, Yed-i Beyzâ'nın genel olarak Hz. Mûsâ'nın elinden yayılan olağanüstü bir nur ve parlaklık şeklinde anlaşıldığı görülmektedir. Bununla birlikte çalışma, söz konusu mucizenin yalnızca peygamberliğin doğruluğunu gösteren hissî bir delil olarak değerlendirilmesinin yeterli olmadığı kanaatine ulaşmıştır. Çünkü Kur'ân'da zikredilen mucizeler, muhataplarının zihinsel ve kültürel dünyasında karşılığı bulunan olaylardır. Bu nedenle Asa mucizesinin sihir geleneğine yönelik meydan okuması gibi, Yed-i Beyzâ'nın da Firavun toplumunda önem atfedilen başka bir alanla ilişkili olması gerektiği değerlendirilmiştir.

Bu noktada Antik Mısır'ın görsel ihtişam, aydınlatma kültürü ve ışık temelli sembolizmi dikkate alınmıştır. Firavun otoritesinin gücünü görünür kılan unsurlar arasında ışık, ihtişam ve kutsallık algısının önemli bir yer tuttuğu anlaşılmaktadır. Buna göre Yed-i Beyzâ mucizesi, dönemin mevcut aydınlatma araçlarını ve görsel üstünlük anlayışını aşan ilâhî bir ışık tezahürü olarak yorumlanabilir. Böylece Asa mucizesi sihir geleneğinin aciziyetini ortaya koyarken, Yed-i Beyzâ da ışık, aydınlatma ve görsel kudret üzerinden şekillenen otorite anlayışının sınırlarını görünür hâle getirmiş olmaktadır.

Araştırmada ayrıca modern dönemde gündeme gelen piramitlerin enerji veya elektrik üretim sistemleri olduğu yönündeki iddialar eleştirel biçimde değerlendirilmiştir. İncelenen veriler, bu görüşleri doğrulayacak kesin arkeolojik ve bilimsel kanıtların bulunmadığını göstermektedir. Bununla birlikte söz konusu tartışmaların, Antik Mısır'ın teknoloji ve enerji algısına dair yeni yorum alanları açtığı da görülmektedir. Bu bağlamda Yed-i Beyzâ mucizesinin, ister gerçek ister varsayımsal olsun, dönemin teknik imkânlarını aşan üstün bir ışık fenomeni olarak algılanmış olabileceği ileri sürülmüştür.

Sonuç olarak Yed-i Beyzâ mucizesi, yalnızca metafizik bir olay veya fiziksel bir parlama hadisesi değil; Firavun toplumunun bilgi, teknoloji, sembolizm ve güç anlayışını aşan ilâhî bir argüman olarak değerlendirilmelidir. Bu yönüyle mucize, insanın üretebildiği her türlü görsel ve teknik üstünlüğün ötesinde, doğrudan ilâhî kaynaktan gelen bir kudret gösterisi niteliği taşımaktadır. Dolayısıyla Yed-i Beyzâ, peygamberliğin doğruluğunu teyit eden bir delil olmasının yanında, dönemin teknoloji, aydınlatma ve güç algılarına yönelik teolojik bir meydan okuma olarak da okunabilecek çok katmanlı bir anlam dünyasına sahiptir.

Kaynakça

- Acar, M., & Bakırcı, H. (2013). Antik Mısır'da Elektrik Kullanılıyor muydu?. <https://evrimagaci.org/antik-misirda-elektrik-kullaniliyor-muydu-1135>.
- Antik Teknoloji. (2025). *Büyük Piramit TESLA'ya nasıl ilham verdi! / Antik teknoloji* [Video]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=52_2_02xCCQ.
- Arifin, Y. (2023). *Nikola Tesla'nın piramitler üzerine araştırması: Gerçeği kurgudan ayırmak*. <https://medium.com/@yeasinarifin/nikola-teslas-research-on-pyramids-separating-fact-from-fiction-ec3e546bb33>.
- Bayram, İ. (2015). Elmalılı Muhammed Hamdi Yazır'ın mucizelere bakışı. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi*, 3(2), 77-102. <https://izlik.org/JA89DK28WM>.
- Bulut, H. İ. (2020). Mucize. *Türkiye Diyanet Vakfı İslâm Ansiklopedisi* içinde (Cilt 30, ss. 348–351). TDV Yayınları.
- Çakın, M. B. (2020). Hz. Mûsâ kıssasının XVI. yüzyıl klasik Türk şiirine yansıması. *KSÜ Sosyal Bilimler Dergisi*, 17(1), 104–128. doi.org
- Çiftçi, N. (2022). Hz. Mûsâ kıssasında bazı lafzî müteşâbih âyetler. *Türkiye İlahiyat Araştırmaları Dergisi*, 6(2), 583-608. doi.org
- Gölcük, Ş., & Toprak, S. (2021). *Kelâm*. Tekin Kitabevi.
- Gölgeler Tarihi, (2025). Piramitler Mezar Değil, Enerji Santrali miydi? (Tesla'nın Sırrı) [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=N6NmId9wpWM>.
- Harman, Ö. F. (1991). Asâ. *Türkiye Diyanet Vakfı İslâm Ansiklopedisi* içinde (Cilt 3, ss. 449-450). TDV Yayınları.
- Havuz, H. H. (2019). Muhammed Esed'in mucize anlayışı üzerine eleştirel yaklaşım. *Afyon Kocatepe Üniversitesi İslami İlimler Fakültesi Dergisi*, 2(1), 18–50.
- Kara Arşiv. (2025). *Piramitler ve Ahit Sandığı: Hz. Musa ve Süleyman'ın kayıp gücü! | Kara Arşiv* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=inEOleSwZus>.
- Karaoğlu, A. (2025). *Nikola Tesla ve piramitler*. <https://www.facebook.com/groups/bilimkulubum/posts/2712936345761486/>.
- Kayıp Gerçek (2025). Hz Musa piramitin kalbini almış olabilir mi? #hzmusa#mısırpiramitleri#ahitsandığı [Video]. YouTube Shorts. <https://www.youtube.com/shorts/CrNXU8Eokfl>.
- Keskin, M. (2025). Hayâlî Bey'in kasidelerinde yer alan dinî, tarihî ve efsanevî şahsiyetler. *Yedi Aralık Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 4(2), 109–127.
- Kutsal Kitap, Mısır'dan Çıkış: <https://kutsalkitap.info.tr/?q=%C3%87%C4%B1k.4:6-7>.
- Özdemir, F. (2024). Hz. Mûsâ'nın (a.s.) asâsının hâkimiyet sembolü olarak yorumlanması üzerine bazı değerlendirmeler. *International Journal of Social and Humanities Sciences Research*, 11(106), 740-752. doi.org
- Pak, S. (2013). Kur'ân'da geçen “âyetü'l-kübrâ” ifadesi. *G.O.Ü. İlahiyat Fakültesi Dergisi*, 1(1), 99–115.
- Ratner, P. (2019). *Why Nikola Tesla was obsessed with Egyptian pyramids*.
- Schwaller de Lubiez, R. A. (2023). *Mısır mucizesi: Bilgelik, ezoterizm ve sayılar* (Ö. Doğan, Çev.). Doğu Batı Yayınları. <https://dokumen.pub/msr-mucizesi-bilgelik-ezoterizm-ve-sayilar.html>.

- Sipahioğlu, M. (2020). Tevrat ve Kur'an'ı Antik Mısır düşüncesi ışığında okuma: Hz. Musa'nın yılanı dönüşen asasa. *Hitit Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi*, 19(2), 917-947.
- Yılmaz, S. (2025). *Ahit Sandığı nerede? Hz. Musa'dan günümüze saklanan ilahi sır* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=zcWqAnYXhio>.
- Uzun, M. İ., & Harman, Ö. F. (2013). Yed-i beyzâ. *Türkiye Diyanet Vakfı İslâm Ansiklopedisi* içinde (Cilt 43, ss. 376-377). TDV Yayınları.
- Ünverdi, V. (2020). İslâm kelâmı açısından mucize kerâmet ilişkisi. *Bingöl Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi*, (16), 1-20. <https://doi.org/10.34085/buifd.746600>.
- Saraç, C. (1943). Eski Mısır'da Bilim ve Teknik, Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi, 1(5), 103-113. <https://izlik.org/JA67AB37LF>.
- Yavuz, T., & Yavuz, S. S. (2024). Modern dönemde hissî mucizelere yöneltilen eleştirilerin kelâmî açıdan değerlendirilmesi. *Rize İlahiyat Dergisi*, (26), 57-73. <https://doi.org/10.32950/rid.1321495>
- Yavuz, Y. Ş. (2007). Nübüvvet. *Türkiye Diyanet Vakfı İslâm Ansiklopedisi* içinde (Cilt 33, ss. 279–285). TDV Yayınları.
- Yılmaz, M. C. (2019). *Nikola Tesla, Mısır piramitlerine neden takıntılıydı?* Webtekno. <https://www.webtekno.com/nikola-tesla-misir-piramitlerine-neden-takintiliydi-h81844.html>.

GELENEKSEL İSRÂ VE Mİ'RÂC TASAVVURLARININ KRİTİĞİ VE ÇAĞDAŞ FİZİK TEORİLERİ EKSENİNDE YENİDEN OKUNMASI

Doç. Dr. Mevlüt POYRAZ

Artvin Çoruh Üniversitesi, İlahiyat Fakültesi,

İslam Tarihi Anabilim Dalı, mevlutpoyraz@artvin.edu.tr.

<https://orcid.org/0000-0002-8832-248X>.

Özet

Bu çalışma, İsrâ ve Mi'râc hadisesine yönelik geleneksel tasavvurları eleştirel bir süzgeçten geçirmeyi ve söz konusu mucizeyi çağdaş fizik teorileri ekseninde yeniden okumayı amaçlamaktadır. Geleneksel kelâm düşüncesinde nübüvveti teyit eden ilahî bir fiil olarak konumlandırılan mucize kavramı, tarihsel süreçte İsrâ ve Mi'râc özelinde farklı yorumlara konu olmuştur. Hadiseyi yalnızca rüyadan ibaret gören veya mekânsal açıdan sınırlı bir gece yürüyüşü şeklinde tevil eden yaklaşımlar mevcuttur. Bu çalışma, söz konusu tasavvurların ayet bütünlüğü ve rivayet verileri ekseninde yeniden sorgulanması gerektiğini ileri sürmektedir. Araştırmada, Kur'ân-ı Kerîm ayetleri ve sahih rivayetler merkeze alınarak, İsrâ ve Mi'râc'ın hem fizikî hem de metafizik boyutlar barındıran bütüncül bir mucize olduğu savunulmaktadır. Bu bağlamda, Mescid-i Aksâ'nın mahiyeti, yolculuğun kozmik niteliği ve peygamberî tecrübenin kapsamına dair geleneksel açıklamalar kritize edilmektedir. Bu araştırma, İsrâ ve Mi'râc'ı pozitif bilimsel yöntemlerle ispat etme iddiası taşımamaktadır. Bununla birlikte, modern fizik teorilerinin sunduğu kavramsal imkânlardan yararlanarak olayın zihnen anlaşılabilirliği üzerine dinamik bir perspektif geliştirmeyi hedeflemektedir. Bu doğrultuda; ışık hızı, zaman genleşmesi, uzay-zaman bükülmesi, boyutlar arası geçiş ve kuantum temelli modeller gibi çağdaş fiziğin görece ve değişken yapısı saklı tutulmak kaydıyla, mucizenin imkânı tartışmaya açılmaktadır. Sonuç olarak çalışma, İsrâ ve Mi'râc mucizesinin ne yalnızca metaforik bir kurgu ne de salt mekanik bir yolculuk olarak tasavvur edilebileceğini; aksine vahiy merkezli bir aşkın tecrübenin, modern bilimsel paradigmayla çatışmadan yorumlanabileceğini savunan disiplinlerarası bir vizyon sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: İslam Tarihi, İsrâ ve Mi'râc, Mucize, Çağdaş Fizik, Uzay-Zaman.

A CRITIQUE OF TRADITIONAL PERCEPTIONS OF ISRA AND MI'RAJ AND THEIR REREADING ALONG THE AXIS OF CONTEMPORARY PHYSICAL THEORIES

Assoc. Prof. Dr. Mevlüt POYRAZ

**Artvin Çoruh University, Faculty of Theology,
Department of Islamic History, mevlutpoyraz@artvin.edu.tr.**

<https://orcid.org/0000-0002-8832-248X>.

Abstract

This study aims to critically evaluate traditional perceptions of the Isra and Mi'raj event and to reread the miracle along the axis of contemporary physical theories. In traditional Islamic scholastic theology (kalam), the concept of miracle is positioned as a divine act confirming prophecy; however, it has been subject to various interpretations specific to Isra and Mi'raj throughout history. There are approaches that interpret the event as merely a dream or explain it as a spatially limited night journey. This study argues that such perceptions need to be re-examined within the framework of textual integrity of the Quranic verses and narrative data. Centering upon the Quranic verses and authentic narrations (sahih hadiths), the research argues that Isra and Mi'raj is a holistic miracle encompassing both physical and metaphysical dimensions. In this context, traditional explanations regarding the nature of Al-Aqsa Mosque, the cosmic quality of the journey, and the scope of the prophetic experience are criticized.

This research does not claim to prove Isra and Mi'raj through positive scientific methods. Nevertheless, it aims to develop a dynamic perspective on the intellectual comprehensibility of the event by utilizing the conceptual possibilities offered by modern physical theories. In this direction, the possibility of the miracle is brought to discussion by taking into account contemporary physics approaches—such as the speed of light, time dilation, space-time curvature, interdimensional transition, and quantum-based models—provided that the relative and mutable nature of contemporary physics is reserved. In conclusion, the study offers an interdisciplinary vision arguing that the miracle of Isra and Mi'raj can neither be conceived as a purely metaphorical narrative nor as a merely mechanical journey; on the contrary, a revelation-centered transcendent experience can be interpreted without conflicting with the modern scientific paradigm.

Keywords: Islamic History, Isra and Mi'raj, Miracle, Contemporary Physics, Space-Time.

GİRİŞ

İslam düşüncesinde mucize kavramı, peygamberlik iddiasının doğruluğunu destekleyen ve beşerî imkânlarla açıklanması mümkün olmayan olağanüstü hadiseleri ifade eder. Kelâm geleneğinde mucize, Allah'ın peygamber eliyle meydana getirdiği ve benzerinin ortaya konulması mümkün olmayan ilahî fiil şeklinde tanımlanmıştır. Bu yaklaşım, mucizenin yalnızca harikulade bir olay olmanın ötesinde, peygamberliğin doğruluğunu temellendiren epistemolojik bir delil niteliği taşıdığını göstermektedir). Kur'ân'da mucizelerin peygamberlerin şahsî güçleri olarak değil, doğrudan ilahî kudretin bir tezahürü şeklinde sunulması da mucizenin teolojik mahiyetini açık biçimde ortaya koymaktadır.

İslam âlimleri mucizeleri farklı açılardan tasnif etmişlerdir. Yaygın kabul gören sınıflandırmaya göre mucizeler hissî, aklî ve haberî olmak üzere üç ana kategoriye ayrılır. Hissî mucizeler duyular aracılığıyla algılanabilen olağanüstü olayları ifade ederken, aklî mucizeler insan aklını muhatap alan ve süreklilik arz eden deliller olarak değerlendirilmiştir. Bu bağlamda Hz. Mûsâ'nın asâ mucizesi veya Hz. İsrâ'nın şifa mucizeleri hissî mucizelere; Hz. Muhammed'e nispet edilen İsrâ ve Mi'râc hadiseleri haberî mucizelere örnek teşkil etmektedir. Kur'ân'ın nazmı, meydan okuma üslubu ve anlam derinliği ise aklî mucizenin en belirgin örneği kabul edilmiştir. Bu tasnif, mucizelerin peygamberlerin gönderildikleri toplumların kültürel, entelektüel ve bilimsel birikimleriyle ilişkili olduğu düşüncesini de yansıtmaktadır. Böylece mucize, yalnızca metafizik bir olay değil, aynı zamanda tarihsel bağlam içerisinde anlam kazanan ilahî bir iletişim biçimi olarak değerlendirilmektedir.

Mucizelerin temel işlevlerinden biri, peygamberlik kurumunun güvenilirliğini ortaya koymaktır. Kelâmcılar mucizeyi, peygamberin doğruluğunu tasdik eden ilahî bir teyit olarak ele almış; ancak mucizelerin insan iradesini ortadan kaldırmayı değil, akli harekete geçirerek bilinçli imanı mümkün kılmayı hedeflediğini vurgulamışlardır. Bu yaklaşım, mucizenin zorlayıcı değil rehberlik edici bir delil olduğu anlayışını ortaya koymaktadır.

Bu çerçevede Hz. Muhammed'e nispet edilen İsrâ ve Mi'râc hadisesi, mucize türleri içerisinde özel bir konuma sahiptir. Kur'ân'da İsrâ olayı açık biçimde zikredilirken (el-İsrâ 17/1), Mi'râc'ın ayrıntıları büyük ölçüde hadis rivayetleri aracılığıyla şekillenmiştir. İslam düşüncesinde söz konusu mucizenin bedenî mi yoksa ruhânî mi gerçekleştiği meselesi erken dönemlerden itibaren tartışılmıştır. Bazı âlimler olayın fizikî yönünü vurgularken, bazıları onun manevî-tecrübevî boyutuna dikkat çekmiştir. Genel yaklaşım ise İsrâ ve Mi'râc'ın hem fizikî hem metafizik unsurlar barındıran bütüncül bir mucize olarak değerlendirilmesi yönündedir. Bu yönüyle İsrâ ve Mi'râc mucizesi, Hz. Peygamber'in risaletini teyit eden ve vahyin kozmik boyutunu görünür kılan çok yönlü bir mucize örneği olarak İslam düşüncesinde merkezi bir yer edinmiştir. (Konuyla ilgili değerlendirmeler için bkz.: Yavuz, 2007; Azimli, 2009; Aydın, 2019; Ünverdi, 2020; Bulut 2020; Yavuz, 2020; Gölcük & Toprak, 2021, ss, 363-378).

Bu çalışmada, Kur'ân ayetleri ve Hz. Muhammed'e nispet edilen rivayetler çerçevesinde haberî mucize kategorisi içerisinde değerlendirilen İsrâ ve Mi'râc mucizesine yönelik ileri sürülen farklı yaklaşımların genel bir değerlendirmesi ele alınmaktadır. Ayrıca gök katlarının aşılmasıyla, sınırları arş kavramıyla tasvir edilen kozmik bir yapıda gerçekleştiği ifade edilen bu yolculukta, fizikî ve metafizik boyutları müşahade eden bir elçi olarak Allah Resûlü Hz. Muhammed'in tecrübesinin günümüz insanına sunduğu anlam imkânları ele alınmaktadır. Tarihsel süreç içerisinde benzer bir iddiaya (Semaya yükseliş ve geri dönüş) konu olan başka güvenilir bir naklin bulunmaması, söz konusu mucizenin özgünlüğünü ve dinî düşünce açısından önemini daha da belirgin hâle getirmektedir.

Kur'ân ayetleriyle temellendirilen bu yolculuğun mahiyetinin nasıl anlaşılabilirliği meselesi, özellikle ışık hızı, zaman-mekân ilişkisi ve uzay yolculuğu gibi modern bilimsel veriler bağlamında yeniden yorumlanmaya açıktır. Bununla birlikte çalışma, Mi'râc hadisesini bilimsel yöntemlerle ispat etme iddiası taşımamakta; aksine çağdaş bilimsel birikimin sunduğu kavramsal imkânlar aracılığıyla söz konusu olayın günümüz perspektifinden nasıl anlaşılabilirliğine dair yorumlayıcı bir yaklaşım ortaya koymayı hedeflemektedir. **Bilimsel bilginin sürekli**

gelişen ve yeni keşiflerle değişebilen dinamik yapısı dikkate alınarak ulaşılan değerlendirmelerin kesinlik iddiası taşımadığı özellikle vurgulanmaktadır. Dolayısıyla bu araştırma, mucize olgusunu bilimle doğrulama çabasından ziyade, vahiy merkezli bir anlatının modern insanın düşünce dünyasında anlamlandırılmasına katkı sunmayı amaçlayan disiplinlerarası bir okuma denemesi niteliği taşımaktadır.

Çalışmanın Amacı, Yöntemi ve Literatürü

Bu çalışmanın amacı, İsrâ ve Mi'râc mucizesini klasik literatürde ortaya konulan yorumlarla modern dönemde ileri sürülen eleştirileri karşılaştırmalı biçimde değerlendirmektir. Araştırmada nitel yöntem benimsenmiş; Kur'ân ayetleri, hadis rivayetleri ve klasik literatürdeki diğer temel yaklaşımlar metin analizi yöntemiyle incelenmiştir. Literatür kısmında klasik kelâm kaynakları ile birlikte çağdaş İslam düşüncesinde mucize, peygamberlik ve din-bilim ilişkisi üzerine yapılan akademik çalışmalar esas alınmıştır. Böylece çalışma, geleneksel teolojik yaklaşım ile modern bilimsel düşünce arasında yorumlayıcı bir köprü kurmayı hedeflemektedir. Ayrıca, veri toplama sürecinde güncel internet verilerinden istifade edilmiş ve metnin yayına hazırlanması aşamasında yapay zekadan editoryal hizmet alınmıştır.

İSRA VE Mİ'RAC'A DAİR METODOLOJİK ÇERÇEVE

Konuya dair genel değerlendirmelere başlamadan önce şu hakikatleri ifade etmenin elzem olduğu kanaatindeyiz. Şöyle ki Müslümanlar, İslam dini bağlamında, Son Peygamber Hz. Muhammed'in (s) kevnî sınırların nihayetine ulaştığı, semâvat alemine dair metafiziksel müşahedelerde bulunduğu ve ilahî ayetlerin en büyüklerine şahitlik ederek beşeriyet alemine avdet ettiği aşkın yolculuğun (İsrâ ve Mi'rac'ın) gerçekleşmiş olduğuna inanmaktadırlar. Bu fevkalade hadise, tüm insanlık için müstesna bir onur vesilesidir. Nitekim insanlık birikimi incelendiğinde, daha evvel semâvî sınırların aşıldığı, Sidre-i Muntahâ'ya ulaşıldığı ve Arş-ı Alâ ufkunda melekût aleminin müşahade edildiği bu boyutta ikinci bir ampirik veya metafizik tecrübeye dair ne bir örnek ne de bir tarihî-metinsel nakil mevcuttur. Meseleye modern bilimsel çalışmalar ve gelişmeler açısından yaklaşıldığında, günümüz astrofizik ve kozmoloji çalışmalarının evrenin sınırlarına ve mahiyetine dair ulaştığı rasyonel veriler, bahse konu dikey aşkınlığın (Mi'rac) ihtiva ettiği kozmik algı ve bilginin henüz çok gerisinde seyretmektedir. Dolayısıyla Mi'rac hadisesinin, gerçekleştiği dönemindeki ilk muhataplarına yönelik tikel mesajlarının ötesinde, modern ve gelecek dönem insanlığına hitap eden evrensel ve çok boyutlu bilimsel hedef alanı barındırdığı açıktır. Hz. Muhammed'in şahsında tecelli eden bu olağanüstü mucize, insanlığa fiziksel ve metafiziksel gerçekliklerin ontolojik bütünlüğü hakkında epistemolojik bir izahat sunmaktadır. Bu bağlamda mucizelerin çifte karakterli bir yapıya sahip olduğu; bir yönüyle ampirik (fizik), diğer yönüyle ise aşkın (metafizik) alanın epistemolojisine dahil olduğu kabul edilmelidir. Pozitif bilimsel araştırmalar, Yüce Allah'ın "İlim" sıfatının birer tecellisi olarak insanlığın fiziksel boyutu rasyonel ve ampirik düzeyde anlamlandırmasına zemin hazırlarken; ilahî "emr" ifadesinin hikmetinin kavranması noktasında da ilim erbabına realitenin metafiziksel boyutunu idrak etme metodolojisini öğretmektedir. Bu husus Yüce Allah'ın "...yaratma da emir de ona aittir..."¹ (A'raf Sûresi, 54) ayeti mucibince anlaşılmalıdır.

Kaynaklar Bağlamında İsrâ/Mi'rac Hadisesine Genel Bakış

Öncelikle belirtmek gerekir ki Mi'rac olayı, önce Hz. Muhammed (s) tarafından muhataplarına anlatılmış, daha sonra ise vahiyle desteklenerek pekiştirilmiş, "haberi mucize" kapsamındaki bir hadisedir. Tarih kaynaklarına göre Hz. Muhammed (s), Mekke müşriklerinin uygulamış olduğu üç yıllık boykotun ardından, çok sevdiği eşi Hz. Hatice'yi ve kendisini müşriklere karşı koruyup gözetan amcası Ebû Tâlib'i kaybetmekten dolayı oldukça müteessir olmuştu. Bu üzücü olayların peşinden, tebliğ için gittiği Tâif kentinden de hakaretlerle geri çevrilmiş ve böylece yeni bir hüznü hadise daha yaşamıştı. Yüce Allah, elçisi Hz. Muhammed'i (s) bu mahzun ruh hali

¹ "Şüphesiz ki rabbiniz, gökleri ve yeri altı günde yaratan, sonra arşa istivâ eden; geceyi, durmadan kendisini kovalayan gündüze bürüyüp örten; güneşi, ayı ve yıldızları emrine boyun eğmiş durumda yaratan Allah'tır. Bilesiniz ki, halk da emir de (yaratma ve yönetme) yalnız O'na aittir. Âlemlerin rabbi olan Allah yüceler yücesidir." Araf Sûresi, 54).

içerisindeyken teselli etmek ve ona ikramda bulunmak amacıyla gökyüzüne çıkarmıştır. Burada melekût alemindeki en büyük ayetleri ona göstermiş ve kendisini aracısız muhatap olma şerefine erdirmiştir. (İsra ve Miraca dair ayrıntılı bilgiler için bkz. Sallâbî, 2009, I: 358-375)

Bu yüce olayı tecrübe eden Hz. Muhammed (s), sabah olduğunda durumu muhataplarına anlatmış; ancak dinleyenler onu yalanlayarak alaycı ifadelerle kendisine hakaret edip onu aşağılamaya çalışmışlardır. Yüce Allah ise müşriklerin bu alay ve hakaretleri karşısında elçisini desteklemiş ve anlattığı her şeyin doğru olduğunu Necm sûresinin 1-18. ayetlerinde inzal buyurmuştur.¹ Daha sonra İsrâ sûresinin ilk ayetinde de: **“Bir gece, kendisine âyetlerimizden bir kısmını gösterelim diye kulunu Mescid-i Harâm’dan,² çevresini mübarek kıldığımız Mescid-i Aksâ’ya³ yürüten Allah, her türlü eksiklikten münezzehdir. Şüphesiz O, her şeyi hakkıyla işiten, hakkıyla görendir.”** (İsrâ Sûresi 1.) bu olaya özet bir şekilde atıfta bulunmuştur. Zikri geçen bu hadiselerin ayrıntılı bilgileri, hadis kaynaklarında farklı versiyonlarla aktarılmaktadır. Çalışmanın devamı, bu rivayetlerin kritiği ve olayın nasıl anlaşılması gerektiği üzerine kurgulanmıştır.

Hadislerde İsrâ ve Mi'rac Olayının Genel Anlatısı

Hadis kaynaklarında yer alan rivayetlerin büyük çoğunluğuna göre, Hz. Muhammed (s) bir gece Mekke’de Hicr (Hatim) bölgesinde veya Ümmü Hânî’nin evinde bulunuyorken vahiy meleği Cebrâil (a.s.) gelmiştir. Cebrâil (a.s.), Hz. Peygamber’in göğsünü açarak kalbini çıkarmış, zemzem suyu ile yıkadıktan sonra iman ve hikmetle doldurup tekrar yerine koymuştur (şakk-ı sadr). Müteakiben Resûl-i Ekrem, getirilen Burak adlı binit vasıtasıyla (rivayetlerin ekseriyetine göre) önce Kudüs’teki Beytülmakdis’e götürülmüş (İsrâ), ardından oradan semavî boyutlara yükseltilmiştir (Mi'rac). Gök katlarının her birinde mukim peygamberlerle görüşerek bu merhaleleri tek tek geçmiş ve Sidre-i Müntehâ’ya ulaşmıştır. Bu noktadan itibaren, rehberlik eden Cebrâil’in (a.s.) dahi geçemediği aşkın bir makama ilerleyerek Rabbinin hususi lütuf ve hitabına mazhar olmuştur. Semâvat ve melekût aleminde kendisine çeşitli ayetler ve müşahedeler gösterildikten sonra, önce Kudüs’e, oradan da yeniden Mekke’ye—Kâbe’deki Hatim bölgesine veya Ümmü Hânî’nin evine—avdet etmiştir. Gecenin çok kısa bir zaman diliminde vuku bulan bu seyahatin ardından yatağının sıcaklığının hâlâ korunduğu yönündeki detaylar bazı rivayetlerde zikredilmiştir. Daha az sayıda nakledilen bazı varyantlara göre ise Hz. Muhammed (s), Burak isimli binitle doğrudan birinci semaya ulaştırılmış ve burada aktarılan birtakım olaylarla yüzleşmiştir; dönüş rotası olarak da doğrudan Mekke’ye veya Kudüs üzerinden Mekke’ye gelindiği yönünde ifadeler mevcuttur (hadisler ve kaynakları için bkz. İslam ve İhsan, 2025). Salih Sabri Yavuz’un, İslam Ansiklopedisi “Miraç” maddesinde konuyla ilgili naklettiği kaynaklara dayalı bilgilerin bir kısmında şu ifadeleri kullanmıştır ki, kaynakların yaklaşımı bağlamında konuyu özetlemek adına burada zikretmeyi uygun gördük. *“İsrâ ve Mi'rac, Peygamberimizin mucizelerindendir. Hicretten bir buçuk yıl kadar önce vuku bulmuştur. Hz. Peygamber, bir gece Kâbe’nin çevresinde uyku ile uyanıklılık arası bir durumda iken Cebrail gelmiş, onu Burak adlı, -bizce mahiyeti bilinmeyen- bir binite bindirerek, önce Kudüs’teki Mescid-i Aksa’ya götürmüş, oradan da göklere yükseltmiş "Sidretü'l-Müntehâ" denilen en üst makama ulaştırmıştır. Hz. Peygamber, bu makamı da geçerek Cenab-ı Hakk’ın huzuruna erişmiştir. Mucizeler, tabiat kanunlarının dışında cereyan eden harikulâde olaylardır. Bu sebeple, onları aklî ölçüler içinde değerlendirmek doğru olmaz.”*⁴ Sabah olduğunda hadiseyi Mekke halkına aktaran Hz. Peygamber, inkârcıların yalanlamasıyla karşılaşmış; ancak bu haberi tereddütsüz onaylamasıyla "Sıddîk" lakabını

¹ Diyanet İşleri Başkanlığı mealiyle ilgili ayetlerin okunuşu şu şekildedir:1. Battığı zaman yıldız andolsun ki,2. Arkadaşınız (Muhammed) sapmadı ve azmadı.3. O, arzusuna göre de konuşmaz.4. O(nun konuşması), kendisine vahyedilen bir vahiyden başka bir şey değildir.5. Ona, (bu Kur'an'ı) üstün güçlere sahip, çok güçlü (Cebrail) öğretti.6. O, en yüksek ufukta iken (aslı suretiyle) doğruldu.7. Sonra (ona) yaklaştı, derken daha da yaklaştı.8. (O kadar ki, araları) iki yay arası kadar, hatta daha da yakın oldu.9. Kuluna vahyedeceğini vahyetti.10. (Gözüyle) gördüğünü kalbi yalanlamadı.11. Onun gördükleri hakkında şimdi kendisiyle tartışıyor musunuz?12. Andolsun ki onu, başka bir inişte de görmüştü.13. Sidretü'l-Müntehâ'nın yanında.14. Ki onun yanında Cennetü'l-Mevâ vardır.15. Sidretü'l-Müntehâ'yı kaplayan kaplamıştı.16. Gözü ne kaydı ne de sınırı aştı.17. Andolsun o, Rabbinin en büyük âyetlerinden bir kısmını gördü. (Necm Sûresi 1-18).

² Mescid-i Harâm: Kâbe’yi kuşatan mescid. Ayrıntıları için bkz. Bozkurt-Küçükbaşçı, 2004).

³ Mescid-i Aksâ: Müslümanların Kudüs’te bulunan ilk kiblesi, en kutsal sayılan üç mescidden biri. Ayrıntıları için bkz. Bozkurt, 2004).

⁴ İsrâ: Hz. Peygamber’in mi'rac sırasında Mescid-i Harâm’dan Mescid-i Aksâ’ya intikalini ifade eden terim. Mi'rac: Hz. Peygamber’in Mescid-i Harâm’dan Mescid-i Aksâ’ya, oradan da göğe yaptığı yolculuğu ifade eden terim. Yine ayrıntılar için bkz. Yavuz, 2020).

alan Hz. Ebû Bekir'in tasdiki sayesinde müşrik topluluğunda büyük bir şaşkınlık yaşanmıştır (Sallâbî, 2009, I:358-375; İslam ve İhsan, 2025).

Ruh-beden bütünlüğü ve Mescid- Aksa (Uzak Mescid), İsrâ ve Mirâç hakkında kelâmi tartışmalar üzerine genel bir değerlendirme

Ruh-Beden İkiliği ve Bütünlüğü Üzerine Bir Değerlendirme:

İsrâ ve Mi'râc hadiselerinin mahiyeti üzerine araştırma yapan İslam âlimleri ve araştırmacılar farklı görüşler ileri sürmüşlerdir. Bu bağlamda, bazı araştırmacılar Hz. Peygamber'in (s.a.s.) bu süreci yalnızca ruhen gerçekleştirdiğini savunurken, diğer bir grup ise hadisenin hem ruhen hem de bedenen vuku bulduğunu iddia etmiştir (İsrâ ve Mirâca dair genel yaklaşım ve değerlendirmeler için bkz. Azimli, 2009, I:142-160; Ağırakça, 2015; Arslan, 2018; Karadaş, 2019; Aydın, 2022). Esasen Mi'râc esnasında gerçekleşen müşahedeler, yalnızca fiziksel ve zihinsel bir deneyimden ibaret olmayıp, kalbî ve ruhî boyutları da kuşatan somut bir gerçekliğe dayanmaktadır. Nitekim İsrâ Sûresi'nin ilk ayeti, hadisenin hem failini hem de nihai amacını açıkça tayin etmektedir. İlgili ayet özelinde yapılan kavramsal analizler bu açıdan dikkat çekicidir. Söz konusu ayet, "Sübhân" kelimesiyle başlamaktadır. Bu üslup, meydana gelen hadisenin tabiat kanunlarıyla değil, Allah'ın sonsuz ilahi kudretiyle gerçekleştiğini vurgulamaktadır. İkinci olarak ayette yer alan "abd" (kul) ifadesi öne çıkmaktadır; zira İslam epistemolojisinde kul kavramı, ruh ve bedenden müteşekkil bütünsel bir varlığı ifade eder. Ayette seyrüseferin gayesi ise "âyetlerimizden bir kısmını göstermek için" şeklinde beyan edilmektedir. Necm Sûresi'ndeki "Andolsun ki o, Rabbinin en büyük âyetlerinden bir kısmını gördü" (Necm, 18) ayeti de bu yolculuğun nihai hedefine işaret etmektedir. Yine aynı sûrede geçen "Göz ne şaşmış ne de sınırı aşmıştı" (Necm, 17) ifadesi, Hz. Muhammed'in (s.a.s.) bu müşahedeyi bir rüya veya vehimle değil, kalp ve göz uyumu çerçevesinde, bizzat bilinçli ve apaçık bir şahitlikle tecrübe ettiğini ortaya koymaktadır. Diğer taraftan, rivayetlerde zikredilen Hz. Peygamber'in (s) dönüşünde "yatağın hâlâ sıcak olması" gibi detaylar, zamansal ve fiziksel bir ayrılış ile dönüşe işaret etmektedir. Ayrıca dönemin müşriklerinin olaya gösterdiği şiddetli reaksiyon ve inkârlar da bu tezi destekler niteliktedir. Şayet hadise sadece bir rüya yahut ruhani bir deneyim olarak aktarılsaydı, muhatapların bu derece ağır itham ve itirazlarına maruz kalmayacağı aşîkârdır. Dolayısıyla mevcut veriler ışığında, hadisenin hem ruhen hem de bedenen gerçekleştiği tezi güçlü bir ihtimal olarak öne çıkmaktadır. (İsrâ ve Mirâç ile ilgili rivayetlere dair yaklaşımlar için Bkz. Azimli, 2009, I:142-160; Ağırakça, 2015; Arslan, 2018)

Mescid-i Aksâ'nın neresi olduğu ile ilgili yaklaşımlar:

1. Mekânın Kudüs'teki Beytülmağdis Olduğu Yönündeki Tezler

Ayette geçen "Mescid-i Aksâ" ifadesinin coğrafi ve ontolojik karşılığına dair İslam düşünce tarihinde farklı yaklaşımlar ileri sürülmüştür. Kimi araştırmacılar bu mekânın Kudüs'teki Beytülmağdis,¹ kimileri Cîrâne mevkii,² kimileri ise Beytülma'mûr³ olduğunu savunmaktadır (İsrâ ve Mirâç ile ilgili rivayetlere dair yaklaşımlar için Bkz. Azimli, 2009, I:142-160; Ağırakça, 2015; Arslan, 2018). Bunlardan Beytülmağdis'in Müslümanların ilk kiblesi olması, pek çok peygamberin bu coğrafyada neşet edip ikamet etmesi ve mabetler inşa etmesi, "etrafının mübarek kılınması" vasfına uygun düşmektedir. Bu yönüyle –ayetten hareketle– Kudüs seçeneğinin teolojik bir karşılığı olduğu söylenebilir; ancak bizzat Hz. Peygamber'den (s) Kudüs'te müşahade edilen ayetlerin mahiyetine dair detaylı bir bilgi intikal etmemiştir. Buna rağmen, rivayetlerin büyük çoğunluğunda zikredilen Hz.

¹ Beytül-Makdis: Asıl adı Ârâmîce Beth makdeša, İbrânîce Beth ha-Mikdaş ve Arapça **Beytülmağdis** olup "mukaddes ev" demektir; ilk kuruluşundan beri taşıdığı bu ad sonradan şehrin tamamını kapsamına almıştır. (Bozkurt, 2004).

² Cî'râne: Huneyn Gazvesi'nde elde edilen ganimetlerin dağıtıldığı yer. Bir mescitten bahis geçmiyor. Ayrıntıları için Bkz. Önkol, 1993).

³ El-Beytül-ma'mûr: Semada, içinde meleklerin ibadette bulunduğu rivayet edilen mâbed. Beytülma'mûr ile ilgili olarak Hz. Peygamber'den çeşitli hadisler rivayet edilmiştir. Bu hadisler göre Resûlullah'a mi'râc esnasında beytülma'mûr gösterilmiştir. Burası "yedinci semada melekler için inşa edilmiş, bir gelen bir daha gelmemek üzere her gün 70.000 meleğin ziyaret edip ibadette bulunduğu bir mâbeddir" (Buhârî, "Bed'ü'l-halk", 6, "Menâkıbü'l-enşâr", 42; Müslim, "İmân", 259, 264; Nesâî, "Şalât", 1; Müsned, III, 149, 153; IV, 207, 209, 210). Beytülma'mûrün dördüncü veya altıncı semada olduğuna dair rivayetler de vardır (Küçük, 1992).

Peygamber'in Kudüs'teki Beytülma'kdis'e götürülmesi hadisesi, İslam ilim geleneğindeki dönüm noktası şahsiyetlerin büyük çoğunluğu tarafından kabul görmektedir. Bu ana akım görüşü gerekçesiyle birlikte benimseyen Prof. İsmail Bayer'in¹ makul izahatını burada zikretmenin faydalı olacağı kanaatindeyim. Prof. İsmail Bayer'e göre, Hz. Peygamber'in buraya götürülüşünün temel nedeni, söz konusu fiziki mekânları görüp özelliklerini aktarmaktan ziyade, bu mekânlarla ilintili olan peygamberlerin ve seçilmiş şahsiyetlerin manevi mirasına varis olduğunu ilan etmektir. Ancak bu yaklaşımın imkân dahilinde olduğunu kabul etmekle birlikte gerekçeleri aşağıda zikredileceği üzere farklı bir kanaat taşıdığımı belirtmek isterim.

İsrâ hadisesine muhatap olan ilk neslin (ashâb), ayetlerde zikredilen kutsal mekânların coğrafi veya fiziki konumunu öğrenme arzusu taşımaması ve sonraki yaşamlarında bu mekânları ziyaret etmeye yönelik ameli bir yönelim sergilememesi analitik açıdan manidardır. Buna karşın rivayet geleneğinde, müşriklerin Beytülma'kdis'in pencerelerine dair sorduğu sorular karşısında Hz. Peygamber'e mescidin gösterildiği ve onun da bu pencereleri sayarak cevap verdiği nakledilmektedir. Ancak bu anlatı, dönemin tarihsel gerçekliğiyle bağdaşmamaktadır; çünkü ilgili periyotta Kudüs'te mamur bir mabet yapısı bulunmayıp, geçmişte yıkıma uğramış bir harabe mevcuttur. Meselenin anlambilimsel boyutu incelendiğinde, hadisenin teolojik ve metafizik özü yerine, varlığı şüpheli bir binanın mimari detaylarının tartışma konusu yapılması metodolojik bir çelişkidir. Son olarak, Resûlullah'ın İsrâ yolculuğunun amacını doğrudan Kudüs'e bağlayan sarıh bir beyanın bulunmaması, buna tezat olarak sürecin semavi evresine (Mi'râc) dair oldukça ayrıntılı aktarımların yer alması, mevcut anlatıların tarihsel ve metinsel bağlamda yeniden sorgulanmasını zorunlu kılmaktadır.

2. Mekânın Cîrâne Mevkii Olduğuna Dair

Yüce Rabbimiz bu fevkalade hadiseyi sûre başlangıcında özel bir vurguyla zikrederken, bazı çevrelerin olayı rüya boyutuna indirgemesi ya da mekânın Cîrâne mevkii olduğunu ileri sürmesi, hadisenin azametini küçültme gayreti olarak yorumlanabilir. Sıradan bir insanın rahatlıkla yürüyebileceği 7-8 kilometrelik bir mesafenin, ilahi vahye bu denli sarsıcı bir üslupla konu edilmesinin mantıksal kıymeti nedir? Cîrâne'de "etrafı mübarek kılınan" hangi unsurlar veya ilâhi ayetler alametler mevcuttu? Allah Resûlü, kendisine Cîrâne'de gösterilen ayetleri neden gerek inananlara gerekse inkârcılara bir delil olarak sunmamıştır? Öte taraftan, rivayetlerde geçen **Beytülma'kdis'in pencerelerinden** bahseden anlatılara eleştiri getiren modern yaklaşım, Hz. Peygamber'in (s) muhataplarına "Cîrâne'ye gidelim, delilleri size orada göstereyim" şeklinde bir cevap vermeyişini neden sorgulamamaktadır? Bu zorlama tevil biçimlerinin, ayetin özünü mü yoksa Hz. Peygamber'e lütfedilen ilahi ikramı mı inkâr etmek için sergilendiğini anlamak güçtür.

3. Mekânın Beytülma'mûr Olduğu Tezi

Kur'an-ı Kerim'de Tûr Sûresi'nde geçen "Beytülma'mûr" kavramı, hadislerle dayalı açıklamalar çerçevesinde, yedinci kat semada meleklerin ibadet ettiği bir mabet olarak tavsif edilmekte ve Hz. Peygamber'e Mi'râc gecesi gösterildiği belirtilmektedir. Burası melekût âleminin ibadet merkezi olup Hz. Peygamber'e de arz edilmişse, onun müşahade edebildiği en uzak mescidin/mabedin burası olduğu aşîkârdır. Zira semanın nihayeti ve melekût âleminin tazim mekânı burasıdır. Dolayısıyla İsrâ Sûresi'ndeki ayette geçen, etrafının mübarek kılındığı ve ayetlerin gösterildiği yer bütünüyle bu ulvi mekânla ilişkilidir. Bu bağlamda, "en uzak mescit" (Mescid-i Aksâ) ifadesinin bizzat Beytülma'mûr'a işaret etmesi kuvvetle muhtemeldir. Nitekim Hz. Peygamber'in Mi'râc'a dair aktardığı anlatıların tamamı da Necm Sûresi'nde konu edildiği üzere bu aşkın boyuta aittir.

İsrâ, Mi'raç kavramlarının mana içselliği üzerine:

Yukarıda ileri sürülen gerekçeler ve kavramsal analizler hülâsa edildiğinde, İsrâ ve Mi'râc hususundaki kanaatimiz şudur: Yüce Rabbimiz, kendi katındaki özel ve müstesna ayetleri seçkin kulu Hz. Peygamber'e (s) göstermek amacıyla, bir gece onu hem ruhen hem de bedenlen, fiziki bir binekle (ışık formu Burak) fiziki sınırların ötesinde bir süratle (farklı bir metafizik forma büründürerek) Mekke'den aldırıp semadaki kutsi

¹ Prof. Dr. İsmail Bayer, Artvin Çoruh Üniversitesi, İlahiyat Fakültesi, Arap Dili ve Belâgatı Anabilim Dalı Öğretim Üyesi.

mekanlara götürmüştür. Hadis rivayetleri ve konuyla ilgilenen alim ve araştırmacıların geneline göre bu yolculukta elçi melek (ki, genel inanca göre meleklerin nurdan/ışık formundan yaratılmış varlıklardır) Cebrail Aleyhissalam ona rehberlik etmiştir. Bir müzakerede Belağat çalışmalarıyla tanınan Prof. Dr. İsmail Bayer, İsrâ hadisesinde Hz. Cebrâîl'in rolüne ayet ve hadis verileri ışığında dikkat çekici şu izahatı zikretti. Bayer'e göre, İsrâ Suresi'nde yer alan 'esrâ' (أَسْرَى) kelimesi, 'gece yolculuğu yapmak' anlamındaki 'serâ' (سَرَى) fiilinin if'âl (إِفْعَال) kalıbına sokulması ve ardından 'bâ' (بِ) harf-i cerri ile takviye edilmesiyle çift yönlü bir geçişlilik (müteaddilik) kazanmıştır. Bu semantik yapı, fiile 'gece götürtürdü/gece yürüttürdü' şeklinde duble bir ettirgenlik işlevi yüklemektedir. Bu durumun da Yüce Allah'ın ve elçisinin bizzat olayın müdahilleri arasında olduğu anlamını taşıdığını belirtmektedir. Dolayısıyla ayetteki dilsel kurgu, ilahi iradenin mezkûr eylemi gerçekleştirmek üzere elçi Cebrâîl'i istihdam ettiğine delalet etmektedir. Bu dilbilimsel çıkarım, hadis rivayetlerinde yolculuğun mihmandarı olarak Cebrâîl'in zikredilmesiyle de tarihsel ve metinsel bir tutarlılık arz etmektedir." Bu seyrüsefer, öncelikle semaya, daha sonra meleklerin ibadet mekânı olan Beytülma'mûr'a, ardından gösterilmek istenen diğer ilahi ayetlerle birlikte Sidretülmüntehâ'ya uzanan **bir yolculuğu ifade etmektedir**. Dolayısıyla Mi'râc, İsrâ hadisesinden bağımsız bir olay değil, gece yolculuğunun dikey düzlemde yükseltilecek gerçekleştirildiğini ifade etmektedir.

Mi'râc'ı konu edinen rivayetlerde Hz. Peygamber'in semavi katlara dair verdiği detaylı bilgiler de göstermektedir ki; etrafı mübarek kılınan mescit Beytülma'mûr, gösterilen ayetler ise semavata ait özel mekânlardır (genel anlamıyla ceberût ve melekût âlemi, cennet-cehennem, buralardaki nimet ve cezalar, melekler, peygamberler ve Sidre katı). Nitekim Sidre'den bahseden ayetler de¹ Allah Resûlü'nün beşerî sınırların ötesindeki bu ilahi âlemlere, kendisine lütfedilen özel bir izin ve ihsanla eriştiğine açıkça işaret etmektedir.

Rü'yetullah Meselesi ve Necm Sûresi Ekseninde Bir Analiz

İslam kelimelerinde Yüce Allah'ın dünyada veya ahirette müşahade edilip edilemeyeceği hususu, Rü'yetullah başlığı altında geniş tartışmalara zemin teşkil etmiştir. Özellikle Mi'râc mucizesi bağlamında, Hz. Peygamber'in (s) Cenâb-ı Hakk'ı görüp görmediği meselesine dair hadis rivayetlerinde birbiriyle çelişen merviyat bulunmaktadır. Bazı rivayetler Resûlullah'ın Mi'râc gecesi Allah'ı gördüğünü iddia ederken, diğer bir kısım rivayetler ve özellikle Hz. Âişe'ye dayandırılan nakiller bunun imkânsızlığını savunmaktadır. Nitekim rü'yetin vukuunu kabul etmeyen kelami ekoller, görüşlerini doğrudan tenzih içerikli ayetlere dayandırmaktadır. Bu noktada bizim yaklaşımımız, Mi'râc hadisesine dair en somut verileri sunan Necm Sûresi'nin 18. ayeti ekseninde şekillenmektedir. Söz konusu ayette, "Andolsun ki o, Rabbinin en büyük âyetlerinden bir kısmını gördü" buyrulmaktadır. Ontolojik açıdan bakıldığında, yaratılmışlık sınırlarına (hudûs ve imkân) sahip beşerî bir varlığın, mutlak ve sınırsız (kadîm ve baki) olan Yüce Zât'ı bizzat müşahade etmesi rasyonel bir temel barındırmamaktadır; nitekim ilgili ayetlerde Sidre'yi kaplayan ilahi tecelliler, gözün kaymaması ve kalbin yalanlamaması gibi olağanüstü durumlara işaret edilmektedir. Hz. Peygamber'in "Bir nur gördüm" şeklindeki beyanını içeren sahih hadis rivayeti, zamanla bağlamından kopararak "Rabbini gördü" şeklinde tevil edilmiştir. Bu yaklaşım, metinsel ve bağlamsal açıdan hatalı bir yorumlamadır. Şayet iddia edildiği gibi zatî bir rü'yet gerçekleşmiş olsaydı, ayette "Rabbinin ayetlerini" ifadesi yerine doğrudan "Rabbinin kendisini/zatını gördü" ifadesi kullanılırdı ki, ilahi kelâmın bunu açıkça beyan etmesinin önünde hiçbir engel bulunmamaktadır.

Bilimsel Gelişmeler kapsamında İsrâ ve Mi'râc'a bakış.

Bu bölümde, fizik ve astrofizik alanında bir iddianın olmadığı kaydıyla birlikte, dijital literatür verileri ile naslardaki (ayet ve hadis) ilgili kavramlar üzerinden Mi'râc hadisesinin fiziki imkânı tartışılmaktadır. İtikadi düzlemde, Yüce Allah'ın mutlak irade ve kudretiyle dilediği kulunu, nedensellik bağından bağımsız olarak zaman ve mekân boyutlarında sevk ve idare edebileceğine dair inancımız tamdır. Bununla birlikte gayretimiz, Kur'an-ı

¹ "Andolsun ki onu, Sidretü'l-Müntehâ'nın yanında bir kez daha gördü. Ki onun yanında (cenneti arzulayanlar için) barınma cenneti (Cennetü'l-Me'vâ) vardır. O an Sidre'yi bürüten bürümüşü. (Necm Sûresi, 14-16)

Kerim’de zikredilen bu olağanüstü seyrüseferin, cari fizik kuralları çerçevesinde ne ölçüde anlamlandırılabilirliğini güncel bilimsel gelişmeler ışığında sorgulamaktır. Nitekim mucizeler, bir yönüyle metafizik alana delalet ederken diğer yönüyle fiziki gerçekliğe temas etmektedir. Dolayısıyla bu çalışmada, mucizenin fiziki dünyaya izdüşüm yapan boyutunun rasyonel bir zeminde nasıl kavranabileceği üzerinde durulmaktadır. Diğer taraftan, yapılan bu yorumlamaların ampirik olarak kesin bir ispat veya reddinden ziyade, bilimsel kriterler çerçevesinde yalnızca 'mümkünlüğünü' ortaya koymak hedeflenmektedir. Bu bağlamda, ilgili ayet ve hadislerdeki işaretlerden hareketle, semavat alemine yükselmenin fiziki ve kozmolojik imkânı analiz edilmeye çalışılacaktır.

Miraç olayının hazırlık aşaması:

Kalbe Yapılan Operasyon:

Konuyla ilgili nakledilen rivayetlere göre, bu metafiziksel yolculuk öncesinde Resûlullah (s) manevi (bir yönüyle de fiziki) bir operasyona tabi tutulmuştur. Kâbe’nin Hatîm kısmında bulunduğu sırada Cebrâîl (a.s.) gelmiş, Hz. Muhammed’in (s) sadrını yararak kalbini Zemzem suyuyla yıkamıştır (Buhârî, Bed’ü’l-Halk 6). Bu "Şerh-i Sadr" (Şakk-ı Sadr) hadisesi, beşerî kalbin ilahî tecellileri, vahyi ve melekût aleminin yoğun enformasyonunu kaldırabilecek bir "iman ve hikmet" kapasitesine ulaştırılmasının yanı sıra, semâvattaki seyrüsefere yönelik astrofiziksel ölçüde fiziksel bir uyumlandırma sürecidir. Nitekim günümüzde astronotların uzay misyonları öncesinde tabi tutuldukları biyolojik hazırlıklar ve uygun şartlar sağlanan özel uzay araçlarıyla atmosfer dışına gönderilmeleri, bu tür bir fiziksel adaptasyon ihtiyacını somutlaştırmaktadır. Bu bağlamda, En’âm Suresi 125. ayette tasvir edilen göğe yükselme metaforu ile Mi’râc öncesinde nakledilen "Şakk-ı Sadr" (göğsün yarılması) mucizesi, biyofiziki gerçeklikler düzleminde birbirini pekiştiren ve temellendiren veriler sunmaktadır. Nitekim En’âm Suresi 125. ayette yer alan "...Kimi de saptırmak isterse, göğe yükseliyormuş gibi göğsünü dar ve sıkıntılı yapar" beyanı, korumasız bir insan bedeninin dikey olarak uzay-zaman dokusunda yükselmesinin önündeki biyolojik imkansızlığı bir ön koşul olarak ortaya koymaktadır. Bu durum modern tıp ve fizik açısından bir atmosferik hipoksi ve barotravma paradoksudur. Çünkü 1G yerçekimi ve deniz seviyesindeki barometrik basınca göre tasarlanmış olan insan organizması, irtifa arttıkça düşen atmosfer basıncı ve azalan oksijen parsel basıncı (hipoksi) sebebiyle ölümcül bir sıkışmayla karşılaşır. Akciğerlerin genişleme kapasitesini sınırlayan bu fiziki bariyer, makroskobik insan bedeninin doğrudan uzay boşluğuna açılmasını imkânsız kılar. İşte bu ölümcül fiziksel engeli aşmak adına, Mi’râc öncesinde hücrel ve enerjetik düzeyde bir biyofiziksel modifikasyon gerçekleştirilmiştir. Karbon tabanlı insan dolaşım sistemi ve kalbinin uzay boşluğundaki sıfır yerçekimine, kozmik radyasyona ve muazzam ivmelenmelere (G-kuvveti) dayanamayacağı gerçeğinden hareketle; Hz. Peygamber’in kalbi nurla (fotonik/saf enerji dalgaları) stabilize edilerek iman ve hikmetle doldurulmuştur. Veya bu değişimi şöyle ifade edebiliriz: Hadis ve tasavvufî metinlerde geçen kâinatın Nur-i Muhammedi’den/Muhammed ismi verilen ilahi ışıktan yaratıldığı kanısından hareketle, bu ışığın bir beşer olarak mücessem hale geldiği düşünülen Hz. Muhammed (s), bu yolculukta öz ışık formuna büründürülmüştür (Poyraz, 2025). Netice bu operasyon, biyolojik yapının atom altı düzeyde yüksek frekanslı elektromanyetik alanlara, kütleçekim dalgalanmalarına ve yüksek boyutlardaki enerji formlarına mukavemet gösterebilecek bir faza/ışığa dönüştürülme sürecidir. Netice itibarıyla gerçekleştirilen bu hücrel dönüşüm ve biyolojik adaptasyon sayesinde, atmosferik yükselmenin getirdiği ve ayette dikkat çekilen "göğüs daralması" (barotravma) etkisi tamamen nötrlenmiştir. (Bu konuda Bkz. Battisti ve ark., 2026; Diyanet İşleri Başkanlığı (2006).

İkizler Paradoksu ve Modern Fizik Teorileri Bağlamında Mi’râc Olayının Akademik Analizi

Semavî Ulaşım Aracının Fiziksel Niteliği

Mi’râc hadislerinde zikredilen detaylar, yolculuk öncesinde gerçekleştirilen kalp operasyonunun, özneyi semanın atmosferik yapısına uygun hale getirme amacını taşıdığına işaret etmektedir. Bu hazırlık evresinin ardından başlayan yolculukta, "görebildiği son noktaya tek bir hamlede ulaşabilen" Burak adlı bir binek istihdam edilmiştir.

Etimolojik olarak Arapça şimşek ve yıldırım anlamına gelen "berk" kökünden türeyen Burak, mevcut bilimsel veriler ışığında bir "ışık bineği" olarak kavramsallaştırılabilir. Bu araç, kütleli nesnelerin ışık hızına ulaşamayacağını öngören Özel Görelilik kuralını by-pass eden plazma veya saf foton tabanlı, ışık hızı ve kuantum taşıyıcısı niteliğinde bir kuantum alan aracı olarak tanımlanabilir (E270199, t.y.; Fizikist, t.y.).

İkizler Paradoksu ve Görelilik Teorisi Açısından Değerlendirme

Milyarlarca ışık yılı mesafeyi kapsayan bu yolculuğun, Dünya zamanıyla yatağın soğumayacağı kadar kısa bir sürede tamamlanması, ışık hızından daha yüksek bir hızın varlığına, ışık hızı sonrası zamanın durduğuna ya da modern fizikteki solucan deliği teorisine kapı aralamaktadır. Ancak Einstein'ın Özel Görelilik Teorisi ve bu kapsamdaki "Zaman Genleşmesi" (Time Dilation) yaklaşımı, bu olayı tek başına açıklamakta yetersiz kalmakta, hatta teorik bir çelişki doğurmaktadır. Görelilik teorisine göre ışık hızına yakın seyahat eden bir gözlemci için zaman yavaş akarken, dış gözlemci (Dünya) için tam tersi işler. Şayet yolculuk bu kurallar dahilinde gerçekleşseydi, Dünya'da yüzlerce yılın geçmiş olması gerekirdi. Bu senaryoda seyyahın döndüğünde yatağını sıcak bulması bir yana, bıraktığı Mekke'yi ve insanları bulması da imkânsız olacaktı. Dolayısıyla mevcut durum, basit bir zaman genleşmesi modeliyle açıklanamaz (E270199, t.y.; Fizikist, t.y.). Uzay-zaman bağlamındaki teorilerin gelişimine ışık tutması bağlamında şu ayetlerin altını çizmek son derece yerinde olacaktır: **'Şüphesiz Rabbinizin nezdinde bir gün, sizin saymakta olduğunuz bin yıl gibidir.'** (Hac Sûresi, 47; Secde Sûresi, 5) ve **'Melekler ve Ruh, miktarı elli bin yıl olan bir günde O'na yükselirler.'** (Mearic Sûresi, 4). Söz konusu ilahi beyanlar, zamanın herkes ve her yer için sabit akmadığını açıkça gösterir. Zaman ve mekan göreceliliğinin farklı kurallarla işletildiği görülmektedir. Zira Miraç hadisesinde de olduğu üzere milyarlarca ışık yılı mesafesi olarak düşünülen mekanın gecenin bir kısmında katedilip dönülmesi durumu söz konusudur. Bu yönüyle ayetler; görelilik teorisi ve uzay-zaman mekânı gibi modern fizik kuramlarının dinamikleriyle doğrudan örtüşmektedir. Dolayısıyla Kur'an; doğru bir okumayla değerlendirildiğinde, farklı referans sistemlerinde (fiziki dünya ile kozmik boyut arasında) zaman akış hızının değişebileceğini ortaya koyan muazzam bir ufuk sunmaktadır.

Zamanın Durdurulması ve Sıfırlanması Hipotezi

İslami literatürde ve tasavvufi kaynaklarda (özellikle İmam Rabbani ve Muhyiddin İbn Arabi'nin eserlerinde) bu olgu, zaman içinde zaman yaratma düşüncesini ifade eden "Bast-ı Zaman" (zamanın genişlemesi/yayılması) kavramıyla ele alınır. Bu yaklaşım, zamanın mekânı yaratan irade tarafından o kişi için dondurulması veya dışına çıkarılması şeklinde bir metafiziksel müdahale olarak düşünülür.

Bilimsel açıdan bakıldığında ise bu durum, "zamanın sıfırlanması" teorisi ile paralellik gösterir. Işık hızında hareket eden bir foton için zaman tamamen durur ve bir zamansızlık matrisi oluşur. Burak'ın "adımını gözünün gördüğü en son noktaya basması" vasfı, ışık hızındaki bir referans sisteminde mesafe ve zamanın tek bir "An" içine çökmesini ifade eder. Yolculuğun muazzam kozmik mesafelere rağmen yatağın soğumayacağı bir sürede bitmesi, bu ışık hızı senkronizasyonunun doğal bir sonucudur. (E270199, t.y.; Fizikist, t.y.; "Zaman Genişlemesi", t.y.); Bilim ve Teknolojide Lider, 2022; Karartı, 2025).

Boyutlararası Geçiş ve Solucan Delikleri Mekanizması

Alternatif bir akademik yaklaşım olarak bu yolculuk; 3 boyutlu mekân ve 1 boyutlu zaman algısının ötesinde, "Yüksek Boyutlu Geometri" veya kuantum fiziğindeki "Solucan Delikleri"¹ (Wormholes) kavramlarıyla daha makul bir zemine oturtulabilir:

Anlık İntikal Mekanizması: Yolculuğun ışık hızında kat edilen bir koşu değil, mekânın büküldüğü bir geçiş olarak kurgulanması durumunda zaman kaybı tamamen ortadan kalkar.

¹ **Solucan Delikleri Hipotezi:** Uzay-zamanda birbirine uzak iki noktayı birbirine bağlayan ve kestirme bir geçit oluşturan teorik tüplerin var olduğunu öne süren astrofiziksel bir varsayımdır.

Zaman Dışı Çevrim: Bu modelde özne, zamanın içinden doğrusal olarak geçmek yerine, zamanın dışına çıkıp tekrar aynı "an"ın içine giriş yapmaktadır. Bu mekanizma, yatağın sıcak kalması yönündeki tarihsel rivayetleri mantıksal ve fiziksel bir zemine kavuşturur.

Bilim insanları, mevcut ampirik veriler çerçevesinde açıklamakta yetersiz kaldıkları astrofiziksel fenomenleri anlamlandırmak amacıyla; genel görelilik, özel görelilik, zamanın sıfırlanması, zaman genişlemesi ve solucan delikleri gibi teorik paradigmlar ile alternatif açıklama modelleri geliştirmektedir. Söz konusu modern teorik yaklaşımlardan bazılarının, klasik tasavvuf literatüründe yer alan "tayı-ı zaman" ve "tayı-ı mekân" kavramlarıyla tematik ve kavramsal paralellikler gösterdiği müşahade edilmektedir (Tan, 2019, s. 582). Bu paralellik, ayet, hadis ve tasavvufi literatürün barındırdığı muhtevanın, modern bilimsel araştırmalara ilham verici ve yol gösterici bir zemin sunma potansiyeline sahip olduğuna işaret etmektedir.

Netice itibarıyla Mi'râç hadisesinin; zamanın izafiyeti/sıfırlanması, anlık intikal ve zaman ötesi döngüler gibi bilimsel paradigmlar çerçevesinde fiziksel; zaman ve mekânın müteâl (aşkın) yaratıcısı tarafından kozmik kuralların askıya alınması ya da farklı bir boyut frekansına geçiş yönüyle de metafiziksel boyutunun olduğuna belirtmek akademik açıdan en tutarlı yaklaşım olabilir.

SONUÇ

Bu çalışma, İsrâ ve Mi'râç mucizesini yalnızca geleneksel rivayetlerin aktarımı düzeyinde ele almak yerine, klasik İslam düşüncesi ile modern bilimsel bilgi alanı arasında kurulan yorumlayıcı ilişkinin imkânlarını sorgulamayı amaçlamıştır. Araştırma sonucunda ortaya çıkan temel bulgu, mucize olgusunun bütünüyle bilimsel açıklamaya uzak yahut salt pozitif verilere indirgenebilir bir fenomen olmadığı, aksine çağdaş bilimsel kavramlar aracılığıyla yeniden anlamlandırılabilir bir ufuk sunduğudur.

Metodolojik açıdan çalışma, mucizeyi bilimle doğrulama veya reddetme ikileminden uzaklaşarak yorumlayıcı bir yaklaşım önermektedir. Modern astrofizik ve kozmoloji verileri, Mi'râç'ın ihtiva ettiği kozmik tasvirlerin insanlığın henüz sınırlı biçimde kavrayabildiği bir gerçeklik alanına işaret edebileceğini düşündürmektedir. Fiziksel evrenin sınırlarını zorlayan bu hadise, özellikle Einstein'ın görelilik teorisi, uzay-zaman (space-time) sürekliliği ve kuantum mekaniği gibi çağdaş fizik teorileriyle düşünülebilir bir zemine taşınmaktadır. Işık hızına yakın hareketlerde zamanın genişlemesi (time dilation) ve çok boyutlu kozmolojik evren tasavvurları, Hz. Muhammed'in zamansal ve mekânsal sınırları aşan kozmik yolculuğunun teorik olarak tasavvur edilmesini kolaylaştırmaktadır. Bu durum, mucizenin pozitivist yöntemlerle laboratuvarında "ispatlanması" anlamına gelmez. Aksine, modern astrofiziğin kara delikler, solucan delikleri ve sicim teorisi gibi teorik açıklamalarla, geçmişte "imkânsız" denilen olguların matematiksel olarak mümkün olabileceğini göstermesi bakımından değerlidir.

Netice itibarıyla İsrâ ve Mi'râç hadisesi, fiziğe ve metafiziğe aynı anda hitap eden yönüyle din ve bilimin uzlaşabileceği özgün bir epistemolojik kesişim noktasıdır. Zira zamanın izafiyeti/sıfırlanması, anlık intikal ve zaman ötesi döngüler gibi modern bilimsel paradigmlar çerçevesinde fiziksel bir boyuta sahipken; zaman ve mekânın müteâl yaratıcısı tarafından kozmik kuralların askıya alınması ya da dikey düzlemde aşkın gerçekliğe açılan farklı bir boyut frekansına geçiş yönüyle de metafiziksel bir nitelik taşımaktadır. Söz konusu iki boyutlu yapı, fizik ile metafiziğin birbirini dışlayan iki rakip alan değil; ontolojik olarak tek bir gerçekliğin iki farklı yüzü olduğunu ortaya koymaktadır. Dolayısıyla bu hadise, din-bilim ilişkisi bağlamında çatışma paradigmasını aşan bir örnek sunmaktadır. Vahiy, bilimin açıklama alanını genişleten gerek fizik gerek metafizik perspektif sağlarken; bilimsel gelişmeler de kutsal metinlerin anlaşılmasına yeni yorum imkânları kazandırmaktadır. Böylece mucize, geçmişte gerçekleşmiş olağanüstü bir hadise olmanın ötesinde, insanlığın fiziksel evren ile aşkın gerçeklik arasındaki ilişkiyi kavrama arayışına yön veren dinamik bir epistemolojik rehber niteliği taşımaktadır.

Kaynakça

- Ağırakça, A. (2015). Kaynaklar ışığında İsrâ ve Miraç olayı. *Artuklu Akademi*, 1(2), 1–30. <https://izlik.org/JA64LP72GY>
- Arslan, İ. (2018). İsrâ olayı ve el-Mescidü'l-Aksâ. *Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi*, 7(13), 43–79.
- Aydın, H. (2022). Mi'râc olayı, imkânı ve keyfiyeti. *Marmara Üniversitesi İlâhiyat Fakültesi Dergisi*, (62), 99–123. doi.org
- Azimli, M. (2009). *Siyeri farklı okumak -I-*. Ankara Okulu Yayınları.
- Battisti, A. S., Haftel, A. ve Murphy-Lavoie, H. M. (2026). *Barotrauma*. StatPearls Publishing. nih.gov
- Bilim ve Teknolojide Lider. (2022, 10 Ekim). *Albert Einstein'ın özel ve genel görelilik teorisi | modern fizik* [Video]. YouTube. youtube.com
- Bozkurt, N. (2004). Mescid-i Aksâ. *Türkiye Diyanet Vakfı İslâm Ansiklopedisi* içinde (Cilt 29, ss. 268-271). TDV Yayınları.
- Bozkurt, N. ve Küçükaşçı, M. S. (2004). Mescid-i Harâm. *Türkiye Diyanet Vakfı İslâm Ansiklopedisi* içinde (Cilt 29, ss. 273-277). TDV Yayınları.
- Bulut, H. İ. (2020). Mucize. *Türkiye Diyanet Vakfı İslâm Ansiklopedisi* içinde (Cilt 30, ss. 348–351). TDV Yayınları.
- Diyanet İşleri Başkanlığı. (2006). *Kur'an yolu tefsiri* (Cilt 2). Diyanet İşleri Başkanlığı Yayınları.
- E270199. (t.y.). *Einstein görelilik teorisi*. Orta Doğu Teknik Üniversitesi Blog Servisi. metu.edu.tr
- Fizikist. (t.y.). *Deneyisel kanıtlarıyla Einstein'ın genel görelilik teorisi*. fizikist.com
- Gölcük, Ş. ve Toprak, S. (2021). *Kelâm*. Tekin Kitabevi.
- İslam ve İhsan. (2025, 25 Ocak). *İsra ve Miraç meselesi ile ilgili ayet ve hadisler*. islamveihsan.com
- Karadaş, C. (2019). İsra Miraç hadisesi: Mahiyeti ve gerçekliği. *KİD: KİSBU İlahiyat Dergisi*, 1(1), 53–73.
- Karartı, B. (2025). Uzak zamanın İncelmesi Hipotezi. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.16352183>
- Küçük, A. (1992). Beytulma'mûr. *Türkiye Diyanet Vakfı İslâm Ansiklopedisi* içinde (Cilt 6, ss. 94-95). TDV Yayınları.
- Önkal, A. (1993). Ci'râne. *Türkiye Diyanet Vakfı İslâm Ansiklopedisi* içinde (Cilt 8, s. 25). TDV Yayınları.
- Yavuz, Y. Ş. (2007). Nübüvvet. *Türkiye Diyanet Vakfı İslâm Ansiklopedisi* içinde (Cilt 33, ss. 279–285). TDV Yayınları.
- Polat, E. (2023). İsrâ ve Mi'râc hadisesi etrafındaki tartışmalar. *Bingöl Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi*, (21), 62–81. <https://doi.org/10.34085/buifd.1234618>
- Poyraz, M. (2025). A light-based theoretical approach to the creation of the universe in the context of the Nûr Muḥammadî. *International Journal of Social Science and Human Research*, 8(11), ss. 8979-8989. Doi:10.47191/ijsshr/v8-i11-57.
- Sallâbî, M. (2009). *Asrı saadet dönemi: Siyer-i nebi I* (M. Kasadar ve dğr., Çev.). Ravza Yayınları.
- Tan, M. N. (2019). Tay. TDV İslâm ansiklopedisi (Gözden geçirilmiş 3. basım, Ek-2. Cilt, ss. 582-583). Türkiye Diyanet Vakfı Yayınları.
- Ünverdi, V. (2020). İslâm Kelâmı Açısından Mûcize Kerâmet İlişkisi. *Bingöl Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi*, -(16), 1-20. <https://doi.org/10.34085/buifd.746600>.
- Vikipedi. (t.y.). *Zaman genişlemesi*. 3 Haziran 2026 tarihinde wikipedia.org adresinden erişildi.
- Yavuz, S. S. (2020). Mi'rac. *Türkiye Diyanet Vakfı İslâm Ansiklopedisi* içinde (Cilt 30, ss. 132-135). TDV Yayınları.

KUR'AN-I KERİM'DE NÂSİH VE MENSÛH

Mesut BAYGÜL: Batman Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Temel İslam Bilimleri Ana Bilim Dalı

baygulmesut.63@gmail.com ORCID: 0009-0004-4740-0877

Görev Yeri: Diyanet İşleri Başkanlığı

Çalışma Alanı: Tefsir

Özet: Kur'an-ı Kerim, beşer sözü olmayıp Allah Teâlâ tarafından korunmuş ilahî bir kelimedir. Mucize oluşu sebebiyle onun lafız ve mana bakımından en mükemmel şekilde tecelli ettiği kabul edilmektedir. Bu nedenle Kur'an-ı Kerim'de herhangi bir çelişki veya kusurun bulunmadığına inanılır. Kur'an'ın birçok hikmete binaen toplu olarak değil, tedricî biçimde indirildiği bilinmektedir. Bakara suresinde de ifade edildiği üzere, bazı ayetlerin hüküm bakımından başka ayetlerle neshedildiği kabul edilmektedir. Sahabeden nakledilen rivayetler, nesh konusunun ilk dönemlerden itibaren gündeme geldiğini göstermektedir. Esas problem, nesh kavramının lafzından ziyade muhtevası ve kapsamı etrafında şekillenmektedir. Nitekim söz konusu kavram bizzat Kur'an'da yer almakta; dolayısıyla neshin varlığı kabul edilmekle birlikte, ona yüklenen anlamlar farklılık göstermektedir. Bu çerçevede nesh meselesi, tefsir alanında en çok tartışılan konulardan biri olmayı sürdürmektedir. Günümüzde de bu problemin varlığını devam ettirdiği ve konu üzerinde ilmî tartışmaların sürdüğü görülmektedir.

Kur'an-ı Kerim, Rasûlullah'tan (s.a.s.) günümüze kadar insanlara hidayet rehberi olmuş, bütün insanlığın iki cihanda kurtuluşa ermesi için gönderilmiş, bütün ilimlerin üstünde yer alan ilâhî son mesajdır. Bu sebeple Kur'an-ı Kerim'in hükmünün kıyamete kadar süreceği kabul edilmekte ve onda en ufak bir hata ya da çelişkinin bulunmadığına inanılmaktadır. Kur'an-ı Kerim'de çelişki görülmediği için, herhangi bir beşerin ona müdahil olup onu değiştirmesi mümkün değildir; ancak onu yanlış anlama ve yanlış yorumlama söz konusu olabilir. Nitekim Rabbimiz, Kur'an'ın kendi himayesinde olduğunu ve hiçbir şekilde bir beşerin müdahil olamayacağını şu âyet-i kerimde beyan etmektedir: “Şüphesiz o zikri (Kur'ân'ı) biz indirdik; onun koruyucusu da elbette biziz.” Kur'an'ın muhafazası Allah'ın elinde olduğundan, insanlık var olduğu müddetçe hiçbir şekilde tahrif edilemeyeceği kabul edilmektedir. Kur'an-ı Kerim, insanlara doğru yolu gösteren ve dünya ile ahiret saadetine ulaştıran ilahî bir rehber olarak tanıtılmaktadır. Vahyin yaklaşık yirmi üç yılda tedricî şekilde indirilmesi, hükümlerin daha sağlıklı anlaşılmasını ve uygulanmasını kolaylaştırmıştır. Bu süreçte ayetlerin Mekkî ve Medenî oluşu ile nüzul aşamalarını kavramak bakımından nâsîh ve mensûh ilmi önemli bir alan hâline gelmiştir. Nesh konusu, sahabe döneminden itibaren tartışılmış; özellikle anlamı ve kapsamı konusunda farklı görüşler ortaya çıkmıştır. Bu sebeple nâsîh ve mensûh meselesi, tefsir ilminin en çok tartışılan konularından biri olmayı sürdürmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kur'an-ı Kerim, Nâsîh ve Mensûh, Tefsir

Abstract:

The Holy Qur'an is not the word of man; rather, it is a divine revelation protected by Almighty Allah. Owing to its miraculous nature, it is accepted that it manifests in the most perfect form both in wording and meaning. For this reason, it is believed that there is no contradiction or defect whatsoever in the Holy Qur'an. It is known that the Qur'an was revealed gradually, not all at once, due to many divine wisdoms. As also stated in Surah al-Baqarah, it is accepted that some verses were abrogated in legal ruling by other verses. Narrations transmitted from the Companions show that the issue of abrogation had been on the agenda since the earliest periods. The main problem is shaped not so much around the wording of the concept of abrogation, but rather around its content and scope. Indeed, this concept is explicitly mentioned in the Qur'an itself; therefore, although the existence of abrogation is acknowledged, the meanings attributed to it differ. Within this framework, the issue of abrogation continues to be one of the most debated subjects in the field of tafsir. Even today, it is evident that this problem continues to exist and that scholarly discussions on the subject are ongoing.

The Holy Qur'an has served as a guide to humanity from the time of the Messenger of Allah (peace and blessings be upon him) to the present day; it is the final divine message, sent for the salvation of all humankind in both worlds, and exalted above all branches of knowledge. For this reason, it is accepted that the rulings of the Holy Qur'an will remain valid until the Day of Judgment, and it is believed that it contains not even the slightest error or contradiction. Since no contradiction is seen in the Holy Qur'an, it is impossible for any human being to intervene in it or alter it; however, it is possible for it to be misunderstood or misinterpreted. Indeed, our Lord declares in the following noble verse that the Qur'an is under His protection and that no human being can intervene in it in any way: "Indeed, it is We who sent down the Reminder (the Qur'an), and indeed, We will be its guardian." Since the preservation of the Qur'an is in Allah's hands, it is accepted that it can never be corrupted as long as humanity exists. The Holy Qur'an is presented as a divine guide that shows people the right path and leads them to happiness in this world and the Hereafter. The gradual revelation of the divine message over approximately twenty-three years made it easier for the rulings to be understood and implemented more properly. In this process, the science of the abrogating and the abrogated became an important field for understanding whether verses were Meccan or Medinan and for comprehending the stages of revelation. The issue of abrogation was discussed from the period of the Companions onward, and differing views emerged especially regarding its meaning and scope. For this reason, the issue of the abrogating and the abrogated continues to be one of the most debated topics in the science of tafsir.

Keywords: The Holy Qur'an, Nāsikh and Mansūkh, Tafsir

NEVZAT KÖSOĞLU'NDA MİLLİ KİMLİĞİN KÜLTÜREL VE EĞİTSEL İNŞASI**Levent CİĞAL (Birinci yazar)1/ Prof. Dr. Şakir BERBER, (İkinci yazar)2****Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Felsefe Grubu Eğitimi ABD, Sosyal ve Beşerî Bilimler,
levant.cigal@gazi.edu.tr, 0009-0001-7396-528X****2Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi, Türkçe ve Sosyal Bilimler Eğitimi, Felsefe Grubu Eğitimi,
Sosyal ve Beşerî Bilimler, sberber@gazi.edu.tr, 0000-0002-7699-2080****Özet**

Modern dönemde küreselleşme, kültürel dönüşüm, göç hareketleri ve dijitalleşme süreçleriyle birlikte milli kimlik tartışmaları yeniden önem kazanmıştır. Özellikle modernleşme süreçlerinin toplumların kültürel yapıları üzerindeki etkisi, milli kimliğin nasıl korunacağı, aktarılacağı ve yeniden üretileceği sorularını gündeme taşımıştır. Bu bağlamda Türk düşünce hayatında milli kimlik, kültür ve medeniyet ilişkisini ele alan isimlerden biri olan Nevzat Kösoğlu'nun düşünceleri dikkat çekici bir teorik çerçeve sunmaktadır. Kösoğlu, milli kimliği yalnızca siyasal, biyolojik veya etnik bir aidiyet biçimi olarak değil, tarih, kültür, ahlak, inanç ve eğitim temelinde şekillenen çok katmanlı bir yapı olarak değerlendirmektedir.

Bu çalışmanın temel amacı, Nevzat Kösoğlu'nun milli kimlik anlayışını kültür, eğitim ve medeniyet kavramları çerçevesinde incelemek ve bu yaklaşımın çağdaş kimlik tartışmaları içerisindeki yerini ortaya koymaktır. Araştırmada nitel araştırma yöntemi benimsenmiş, veri toplama sürecinde doküman incelemesi ve metin çözümlemesi yöntemiyle Kösoğlu'nun eserleri analiz edilmiştir. Çalışma kapsamında milli kimlik, kültür, medeniyet, eğitim, şahsiyet, üslup, tarih bilinci ve kültürel süreklilik gibi kavramlar temel analiz kategorileri olarak ele alınmıştır. Ayrıca Kösoğlu'nun görüşleri, Ziya Gökalp, Peyami Safa, Mümtaz Turhan ve Erol Güngör gibi Türk düşünürlerinin yaklaşımlarıyla birlikte değerlendirilmiş, Benedict Anderson, Ernest Gellner ve Anthony D. Smith gibi modern milliyetçilik teorisyenlerinin görüşleriyle karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Millî kimliğin Batı Dünyası ve Doğu Dünyasında karşılaştığı kavramsal farklılıklar, kimliğin üretim süreçleri ve altyapı farklılıkları karşılaştırılmıştır.

Araştırma sonucunda Kösoğlu'nun milli kimliği etnik veya biyolojik bir unsur olarak değil, ortak kültürel hafıza, ahlaki değerler, inanç, tarih bilinci ve medeniyet tasavvuru etrafında şekillenen dinamik bir yapı olarak ele aldığı görülmüştür. Kösoğlu'na göre milli kimliğin devamlılığı, kültürel mirasın korunması ve eğitimin değer aktarımındaki işleviyle doğrudan ilişkilidir. Eğitim, yalnızca teknik bilgi aktaran bir süreç değil, aynı zamanda şahsiyet inşasını sağlayan kültürel bir mekanizma olarak değerlendirilmektedir. Bunun yanında Kösoğlu'nun kültür–medeniyet ayrımına yaklaşımında medeniyetin yalnızca teknik ilerlemeyle açıklanamayacağı, insan anlayışı, ahlak ve adalet düşüncesiyle birlikte değerlendirilmesi gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

Sonuç olarak çalışma, Nevzat Kösoğlu'nun milli kimlik anlayışının kültürel süreklilik, tarih bilinci, inanç ve eğitim ekseninde bütüncül bir düşünce sistemi sunduğunu ortaya koymakta, bu yaklaşımın günümüz kimlik tartışmaları açısından önemli bir teorik katkı potansiyeli taşıdığını göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Nevzat Kösoğlu, milli kimlik, kültür, eğitim, medeniyet

THE CULTURAL AND EDUCATIONAL CONSTRUCTION OF NATIONAL IDENTITY IN NEVZAT KÖSOĞLU

Levent CİĞAL (First author)¹/ Prof. Dr. Şakir BERBER (Second author)²

¹Gazi University, Institute of Educational Sciences, Department of Philosophy Group Education, Social Sciences and Humanities, levent.cigal@gazi.edu.tr, 0009-0001-7396-528X

²Gazi University, Gazi Faculty of Education, Department of Turkish and Social Sciences Education, Philosophy Group Education, Social Sciences and Humanities, sberber@gazi.edu.tr, 0000-0002-7699-2080

Abstract

In the modern era, debates on national identity have regained importance due to globalization, cultural transformation, migration movements, and digitalization processes. In particular, the effects of modernization on the cultural structures of societies have raised questions regarding how national identity can be preserved, transmitted, and reproduced. In this context, the ideas of Nevzat Kösoğlu, one of the prominent figures in Turkish intellectual thought addressing the relationship between national identity, culture, and civilization, offer a remarkable theoretical framework. Kösoğlu approaches national identity not merely as a political, biological, or ethnic form of belonging, but as a multilayered structure shaped by history, culture, morality, belief, and education.

The main purpose of this study is to examine Nevzat Kösoğlu's understanding of national identity within the framework of culture, education, and civilization, and to evaluate the position of this approach within contemporary identity debates. A qualitative research method was adopted, and Kösoğlu's works were analyzed through document analysis and textual interpretation. Within the scope of the study, concepts such as national identity, culture, civilization, education, personality, style, historical consciousness, and cultural continuity were considered as the main analytical categories. Furthermore, Kösoğlu's ideas were evaluated alongside the approaches of Turkish intellectuals such as Ziya Gökalp, Peyami Safa, Mümtaz Turhan, and Erol Güngör, and comparatively examined in relation to the theories of nationalism proposed by Benedict Anderson, Ernest Gellner, and Anthony D. Smith. In addition, the conceptual differences between the understandings of national identity in the Western and Eastern worlds, together with the processes and structural foundations of identity construction, were comparatively analyzed.

The findings reveal that Kösoğlu interprets national identity not as an ethnic or biological phenomenon, but as a dynamic structure shaped around shared cultural memory, moral values, belief, historical consciousness, and a conception of civilization. According to Kösoğlu, the continuity of national identity is directly related to the preservation of cultural heritage and the role of education in the transmission of values. Education is regarded not only as a process of transferring technical knowledge, but also as a cultural mechanism that contributes to personality formation. In addition, the study concludes that Kösoğlu's distinction between culture and civilization suggests that civilization cannot be explained solely through technical progress, but must also be evaluated together with morality, justice, and the understanding of humanity.

As a result, the study demonstrates that Nevzat Kösoğlu's understanding of national identity presents a holistic intellectual framework centered on cultural continuity, historical consciousness, belief, and education, while also offering significant theoretical potential for contemporary identity debates.

Keywords: Nevzat Kösoğlu, national identity, culture, education, civilization

AZƏRBAYCAN-SUMER ƏCDAD MİFOLOJİSİNDE VƏ NAĞILLARDA AİLƏ KAVRAMI VƏ FƏRDLƏRİNİN HƏYAT DRAMLARI

Doç.Dr. ƏBÜLFƏZ TAHİR ƏZİMLİ

ORCID: 0009-0001-1327-3425 ezimliebulfez@yahoo.com.tr Google Akademik, Dünya Sülh Səfiri; Nobel Prizə & India- Birliyinin Yönetici üzvü; Qlobal Yazarlar Akademiyası-Hindistan üzvü; Türk Dünyası Vətəndaşlığı və Eytimçilər Birliyi üzvü; TÜRKSOY üzvü; Poetas Intergalácticos-üzvü; Naxçıvan Dövlət Universiteti, Naxçıvan Müəllimlər İnstitutu: BÜTÖV AZERBAIJAN

ÖZƏT

Halk kültüründe Aile özü Kültür demektir. Halk bu kültürü masallarda-nağıllarda taktim etmiştir. Bu manada, Bütün masallarda mahsusu aile mahsuslukları vardır

Aile kültürel kuralların menbeidir: bütün medeniyetler ve ahlaki kodeksler aile kültürüne mensuptur. Masal insanın yaranışı ile başlayıp ve onun hayatı ile devam edib. Bütün hayat masalları, bilavasite, aile masallarıdır. Bu masalların her biri bir hazinedir ve bu hazinenin lel-cevahirı insanlar ve ailelerdir.

Masallar hayatın didaktik, ahlaki ve iradi telim incileridir. Bu masallardan aile ve aile fertleri esas yer tutur. Bu anlamda, Halk Aile Kültürü—adap-erkan, liyakat ve milli mensupluk ilmidir. Bütün masallar-nağıllar didaktik karakter taşıyor; bu masal-nağıllar insanların yaşam sergüzeşterinden ibaret hayat dramlarıdır.

Aile mensupluğu üzere mühtalif masal kahramanları-- baba-ana-oğul-kız; kardeş-bacı; nene-neve gibi fertler vardır. Bu mansuplukta her şey ehvalatlar ve karakterlerin açımı ile üze çıkıyor.

AİLEDE ANA ve ÇOCUK MİHRİ: Sümerlerden Gelen En Kadim Ana Laylası. Aile Öz-dür. Öz-ün oluşumu için iki fertin birleşmesi geriktir: bu birleşme nesilce, soyca var oluşun ve nesil devamının özülüdür. Ana alilenin neğmesi, edeb-erkani, nizam-intizamıdır.

Bu masal açımalarında esas idea şudur ki, Aile kültürel kuralların menbeidir: bütün medeniyetler ve ahlaki kodeksler aile kültürüne mansuptur. Masal insanın yaranışı ile başlayıp ve onun hayatı ile devam edip. Ve bütün hayat masalları, bilavasite, aile masallarıdır. Bu masalların her biri bir hazine ve bu hazinenin lel-cevahirı insandır. İnsan- aile mansupluğu olan demektir; her bir aile mensupluğu genetik bakımından nesil, söy, irg, halk, millet mensupluğu demektir. Beləliklə Qədim dünyanın Sumer-ecdalarımızdan indiyədək Türklerin heyat kültüründə Aile ibretamiz hadise ve ehvalatlar tarixindən, və əxlaqi-didaktik karakterlerden ibaret bir cəmiyyət, bəşər kültürü demektir..

İnsan- aile mensupluğu olan demektir; her bir aile mensupluğu genetik bakımından nesil, soy ırk, halk, millet mensupluğu demektir.

İnsan ve aile Toplumsal mensupluk teorisinin praktik şekilde mevcutluk anlayışını tesbit ediyor. İnsanın yaradılması ve töreyişi, varlığının sürüşü üzere genetik yasalar vardır: fertler halinde mevcut olma mümkün değil; yalnız aile bağlamında beşer nesli kendi yaşamını devam ettire bilir. Aile bir modeldir-dünyanın modeli.

Çünkü İnsan yalnız aile kurmak, ev olmak için yaratılmıştır: AİLE NESİL-SOY, kabile, tayfa, halk, millet oluşunun temelidir. İnsan beşeriyetin, halk-tayfa-millet

aile olmadan yaşamak başıbozuk halde olmak demektir; başıbozukluk insan hayatına has olan hususiyet değil. Aile-hayattır, hayat, insan varlığının yaşamı, var oluşu demektir.

AÇAR SÖZLƏR: AZERBAIJAN-SUMER ECDAD MİFOLOJİSİNDƏ AİLƏ KAVRAMI; SUMER ANA LAYLAI; NAĞİLLARDA AİLƏ KÜLTÜRÜ.**Assoc.Prof.Dr. EBÜLFƏZ TAHİR EZİMLİ****THE CONCEPT OF FAMILY AND THE LIFE DRAMAS OF ITS INDIVIDUALS IN AZERBAIJAN-SUMERIAN MYTHOLOGY AND FAIRY TALES****ABSTRACT**

Family means culture in folk culture. The people described this culture in fairy tales. In this sense, all fairy tales have specific family characteristics

Family is the source of cultural rules: all civilizations and moral codes belong to family culture. The tale started with the creation of man and continued with his life. All life stories are, directly, family stories. Each of these stories is a treasure, and the jewels of this treasure are people and families.

Parables are didactic, moral and volitional pearls of life. Family and family members take the main place in these tales. In this sense, Folk Family Culture is the science of manners, merit and national belonging. All fairy tales have a didactic character; these fairy tales are life dramas consisting of people's life adventures.

Various fairy-tale characters according to family membership-- grandfather-mother-son-daughter; siblings; There are ferrets like grandparents. In this article, everything is revealed by the moods and characters.

MOTHER AND CHILD DOWRY IN THE FAMILY: The Oldest Mother's Song From the Sumerians. Aile is Oz. For the formation of the self, the union of two individuals is necessary: this union is the basis of generational existence and continuation of generation. It is the song, manners and discipline of the mother family.

The main idea in these fairy tale interpretations is that the Family is the source of cultural rules: all civilizations and moral codes belong to the cult of the family. The tale begins with the creation of man and continues with his life. And all life stories are, directly, family stories. Each of these tales is a treasure and the jewel of this treasure is man. Human means family member; Each family membership means belonging to a generation, clan, race, people, nation in terms of genetics. Thus, in the life culture of the Turks from the Sumerian ancestors of the ancient world until now, Family means a society and human culture consisting of the history of exemplary events and situations, and moral and didactic characters.

Human means family member; Each family membership means belonging to a generation, lineage, race, people, nation in terms of genetics.

Man and family determine the concept of existence of social membership theory in a practical way. There are genetic laws for the creation and descent of a human being, the way of its existence: it is impossible to exist in the form of ferts; five generations can continue their own life only in the context of the family. Family is a model - the model of the world.

Because Man was created only to build a family, to be a home: FAMILY is the foundation of GENERATION, tribe, tribe, people, nation. Humanity, people-tribe-nation

to live without a family is to be confused; confusion is not a characteristic of human life. Family is life, life means living, existence of human beings.

KEYWORDS: Concept of Family in Azerbaijan-Sumer Ancestral Mythology; Sumer Mother lullaby; Family Culture in Fairy Tales.

GİRİŞ

Masallar Hayatın Didaktik, Ahlaki ve İradi Telim İncileridir. Aile ve aile fertlerinin hayatı nağıl-masal türlerinin esasını teşkil ediyor. Aile ata-ana-evlat bağılılığıdır. Allah-Tala ata-anaya münasibetde insana-evlada haberdarlık etmiş, kurallar koymuştur. Meselen, “Ahkaf” suresinde buyurur: “İnsana buyurmuşuq iyi olsun atasına-anasına. Ezizetle taşımış betninde , eziyetle doğmuş onu anası. Onun ana betninde taşınması ve sonra sütten kesilmesi otuz ay sürer. Ve ahır yetkinlik çağına yettimi, yetiştimi kırkına- “Rabbim, ele eyle ki, bana verdiğin, atama, anama verdiğin nimete göre Sen-e şükür eleye bilim, razı kalacağın yararlı bir iş göre bilim. Neslimi-soyumu da emeli salehlerden ele. Üzüümü Sen-e tutmuşam, Sen-e taslim olmuşam” söylemeli”(Ahkaf suresi, ayet:15)

Xalk kültüründe Aile özü Kültür demektir. Halk bu kültürü masallarda-nağıllarda taktim etmiştir. Bu manada, Bütün masallarda mahsusu aile mahsuslukları vardır

Aile kültürel kuralların menbeidir: bütün medeniyetler ve ahlaki kodeksler aile kültürüne mensuptur. Masal insanın yaranışı ile başlayıp ve onun hayatı ile devam edib. Bütün hayat masalları, bilavasite, aile masallarıdır. Bu masalların her biri bir hazinedir ve bu hazinenin lel-cevahiri insanlar ve ailelerdir.

NAĞILLAR HAYATIN DİDAKTİK, ƏXLAQQİ VƏ İRADİ TƏLİM İNCİLƏRİDİR

Bu masallardan aile ve aile fertleri esas yer tutur. Bu anlamda, Halk Aile Kültürü—adap-erkan, liyakat ve milli mensupluk ilmidir. Bütün masallar-nağıllar didaktik karakter taşıyor; bu masal-nağıllar insanların yaşam sergüzeştlerinden ibaret hayat dramlarıdır.

Aile mensupluğu üzere mühtelif masal kahramanları-- baba-ana-oğul-kız; kardeş-bacı; nene-neve gibi fertler vardır. Bu mansuplukta her şey ehvalatlar ve karakterlerin açımı ile üze çıkıyor.

Bu masal açımalarında esas idea şudur ki, Aile kültürel kuralların menbeidir: bütün medeniyetler ve ahlaki kodeksler aile kültürüne mansuptur. Masal insanın yaranışı ile başlayıp ve onun hayatı ile devam edip. Ve bütün hayat masalları, bilavasite, aile masallarıdır. Bu masalların her biri bir hazine ve bu hazinenin lel-cevahiri insandır. İnsan- aile mansupluğu olan demektir; her bir aile mensupluğu genetik bakımından nesil, söy, irg, halk, millet mensupluğu demektir.

Aile ibretamiz hadise ve ehvalatlar, karakterlerden ibarettir.

İnsan ve aile Toplumsal mensupluk teorisinin praktik şekilde mevcutluk anlayışını tesbit ediyor. İnsanın yaradılması ve töreyişi, varlığının sürüşü üzere genetik yasalar vardır: fertler halinde mevcut olma mümkün değil; yalnız aile bağlamında beşer nesli kendi yaşamını devam ettire bilir. Aile bir modeldir-dünyanın modeli.

Hayat nağıl-masal, insan bu nağılın obrazıdır; bütün nağıllar mevzu bakımından obrazın aile durumuna bağlıdır.

Masallar-nağıllar insan hayatının mazmun içeriklerini ifade ediyor. Şehirli ve realist olma bakımından insan hayatından bahıs eden bütün nağıllar aile fertlerine bahsus mazmunları inikas ettirir.

Her aile bir bütün- bütöv olmakla, mahsusi nesil-tayfa karakterlerini yansıdır; ve her aile ayrı-ayrı fertlerden ibarettir. Ata-Oğul obrazları masallardan mühtelif biçimlerden ibarettir..

Meselen:

”Biri varmış, biri yxmuş, lap gedim zamanlarda İsfehan ilinde bir padşah varmış. Bu padşahın üç oğlu varmış”. Bu padşah hastalanır, oğlanlarını çağırır büyük oğlu Ahmedi padşah: ortancıl oğlu Mehmedi vezir, küçük oğlu hasanı da vekil tayin ediyor. Oğlanlarına nasihat edir ki, nereye giteniz, sandıkdaki paslı kılıcı kendinizle götürün (“Paslı Gılnc”).

Büyük oğlun Ata-baba sözüne ehtiramı yoktur. Sefere çıkarken kılıcı götürmür ve kiçik kardeşi Hasana böyle söylüyor: “Yani diyorsan ki, bir ihtiyarın sözüne uyarak, ben kendimi alay konusu yapıp halkı güldüreyimmi? Babam vasiyet etmiş diye, paslı kılıçımı kuşanayım? Bana paslı kılıç yakışmaz, onu sana bağışlıyorum”.

Biyik kardeş askerlerle sefere çıkıyor, bir Kasra/Qesre rast gelmiş, kapını kırıp, içeri girmiş, bir havuz grmüş ve ora girmek istemiş, ama birden yelatlı bir pehlevan peyda olmuş: Ahmedi öldürmüştür. Ortancıl kardaş onu bulmağa getmiş, ama kılıcı götürmemştir; o da kasra gelmiş, kardeşinin sümüklerini görmüş, elbisesinden tanımıştır. Yelatlı pehlevan onu da öldürmüştür.

Sonra kiçik kardeş Hasan onları bulmak üçün yola düşür. Anası hasana tapşırıqlar veriyor: “...oğlum, beni dikkatla dinle. Her şeyden önce, kılıcı kuşan, sen o kılıcı kuşandıkça, kimse seni yenemez. Yolda darda bulunan birisine rast gelsen, ona yerdım et, onu dardan kurtar; o zaman işin rast geler, her şey sana kolay olar” (Azerbaycan masalları: seh.72-75).

Kiçik qardaş Hasan paslı kılıcı beline kurşayıp, yola düşüyor, yelatlı pehlevanla rastlaşır, kırk gün onunla güleşir, sonda onu yenir, başından örtük yere düşmüş, gözel bir kız olduğunu görmüş, öldürmemiş. Uykuda iken kız ona mektub yazmış, Firenk padşahının kızı olduğunu söylemiş ve gelib ona babasından istemesini bildirmiştir. Hasan yola düşür, ormanda bir divin ayağına batan ağacı çıkardır, div onunla dost olur, kareşi ile da tanış edir, sonda bir divle de tanışır. Fireng padşahının kızı onu bir bahçede görür, tanıyor, onunla evlenmek istediğini söylüyor. Babası kızını ve Hasanı vileyetinden uzaklaştırır. Sonralar padşah hastalanır, hasan onu sağaldır ve kendini nişan verir.

(Azerbaycan Masalları. Bakı, “Yazıçı, 1982, s.72).

“Melikmemmed” adlı nağılda da padşahın üç oğlu varmış. Burada da küçük oğul ferasetli imiş. Padşahın bağında bir alma ağacı varmış. Bu ağaç birinci gün çiçek açarmış, ikinci günde çiçeyini tökermiş, üçüncü günde bar verermiş. Bu almanı her kes yeseymiş, on beş yaşında delikanlı olarmış. Padşah sübh tezden gedib görermiş ki, alma derilib. Bğyük oğlunu gönderir, sirri gyrensin, uyku tutur, yatır; ortancıl oğlunu gönderir, onu da uyku-yuxu tutur, yatır. Padşah bilmir neylesin. Kiçik oğlu Melikmemmed, oğrunu-hırsız tutmaq-yakalamak için izin isteyir; gedir, bir divin geldiğini görür, divi vurup yaralayır, div kanı süzüle-süzüle qaçır. Melikmemmed Divin ardınca gedir... Her zaman kardaşları ona ihanet edir.

Melikmemmed kuyuya dahil olur, Divi öldürür, Divin esir etdiyi kızları da götürüb kuyunun ağzına gelir: Kız dedi ki, ikinci seni çekseler, “kendiri kesecekler, gene kuyunun terkine düşeceksen. O vakt döyüşe-döyüşe iki koc gelecek: biri ağ koç, biri kara. Ağ koç kara koçu kovacak, onda atıl bin Ağ koçun beline. Ağ koçun beline binen gibi, ışıklı dünyaya çıkacaksan. Kara koça minsen, karanlık dünyaya düşeceksen” (“Melikmemmed”), Azerbaycan Nağılları, Beş Cildde, IV. C., Bakı, “Şerq-Qerb”, 2005, seh.174) Kkardaşları kiçik kızın gözelliğini görüp, Melikmemmedin ipini kesirler.

Melikmemmed ağ koçun beline binir, ağ koç onu kara koçun beline atır. Kara koç Melikmemmed i karanlık dünyaya aparır. Bir ağacın dibinde oturur. Zümrüd kuşunun balalarını yemek isteyen ejdehanı öldürür; Zümrüd kuşu onu kanadlarına alıb ışıklı dünyaya getirir. Bğyük kardaşın toyu günü Zümrüd kuşunun getirdiyi geyimi geyib, kılınıc kuruşanıb, atı binib onu- böyük kardaşı öldürür. Kırk günden sonra, ortancıl kardaşın toyu olur, gene melikmemmed onu da öldürür. Aylar geçir, ustası Derziye deyir ki, git, padşaha de ki, kiçik oğlun tapılıb. Böylece Padşah kiçik oğluna kovuşur.

NAĞILLAR VE XARAKTERLƏR

Başka bir nağıldan örnək: “Biri var idi, biri yox idi, gedim zamanlarda bir nenenin Ahmed adlı bir nevesi-torunu varmış”(“Uçan Halı” nağılı). Bu nağılda aile bir nene vebir neveden ibarettir.

Harakterce her ikisi dolğun obrazlardır.

Daha bir Masaldan: “İhtiyar demiş:-vezir, filan kendde bir kardeş var, bu buğdayın sırrını yalnız onlar bilebilir”(“Yumurta büyüklüğünde buğday”);

“Anlatılanlara göre, bir padşahın gözünün ağrı-karası Melik adlı biricik oğlu varmış”(Dostluğun sırrı”);

Yahut: “Biri varmış, biri yoxmuş Selim adlı bir oduncu varmış. Selim gündüzleri ormanda odun, çalı-çırpı kırıp çarşıda satar ve kazandığı parayla güc-bela ailesini geçindiriyormuş” (“Üvey ana ve Öksüz kız”);

“...Bir ihtiyarın Ceyhun adlı gözünün ağrı-garası olan bir oğlu varmış” (“Ceyhun’un nağılı”).

“Padişahla oğlu” masal-nağılı zalım padşahın öz evladı tarafından bağına gelen belalardan bahis edir: “ Biri ver idi, biri yok idi. Bir zalım padşah var idi. Onun evladı yok idi. Bir gece padşah rüyasınd derviş görür ve derviş padşaha böyle deyir:

-ey padşah, bakıyorum, sen evlad hasreti ile yanıyorsun. Şunu bil ki, evladın olsa, pişman olacaksan.

Padşah sorur:

- Neden pişman olacağam?

Devriş deyir:

-ne tökersen aşına, o çıkar kaşığına; sen reiyetine, halka zulm etmişsin, oğlun da sana zulüm edecek”.

Vaht olur, karısı bir oğlan doğur: çocuk bele kadar yılan, belden yukarı insan biçiminde idi. Bir yıl içinde on sekiz yaşında bir delikanlı olur. Babasına onu Rum padişahının kızını almağını söylüyor. Bütün fakır-fükeraı toya davet edeceğini ve her kese de halat vereceğini taleb ediyor. Padşah başka bir kız bulup, Rum padişahının kızı olduğunu söylüyor ve düğün yaptırır; düğüne gelenlere halat verir; oğlan bu keleyi bilir ve kızı öldürür.

Oğlan sonra babasından Çin padişahının kızını almağı taleb edir. Düğün gecesi oğlan bu kızı da öldürür.

Üçüncü kez Hint padişahının kızına düğün yaptırır. Bütün hazinedeileri yoksullara, dağıtmışdır; böylece, hazine boşalmıştır.

Gece gözlemciler bakıyorlar ki “yılan oğlan güzel bir delikanlıya dönüştü; sanki on dörd gecelik aydır. Padişaha haber verirler. Padişah sevinir—daha Hint padişahı ile arası vurulmayacak. Bunun nasıl olduğunu sorur oğlundan. Oğlu böyle cavab veriyor: “Bütün bunlar senin yaptıklarının yemişleridir, ne ekersen, onu da biçersen. Zulüm ederek biriktirdiğin serveti fakır-fukaraya geri verdim, ben de haldin alkış ve şükran duası sonucunda güzel bir delikanlıya dönüştüm”(“Padişahla oğlu”: Azerbaycan masalları 1982: seh.86-89).

NAĞILLAR didaktik manalandırmalardan ibretimiz ehvalatdan ibarettir: zalim atanın kendine kanım kesilecek evladı doğulur-yılan oğlan-bir cezadır, onun başına getirilenler başka cezalardır.

HƏR BİR NAĞİL BİR SIRA AİLƏ DRAMIDIR

Bu anlamda, her aile kendi yaşamında özünemahsus nağıllar serisinden ibarettir; başka sözle: he fert bir nağıl hayatını yaşıyor: bu, onun aile yaşamını tecessüm ettirir. Hayat nağıl-masal, insan bu nağılın obrazıdır; bütün nağıllar mevzu bakımından obrazın aile durumuna bağlıdır.

İnsan- aile mensupluğu olan demektir; her bir aile mensupluğu genetik bakımından nesil, soy ırk, halk, millet mensupluğu demektir.

İnsan ve aile Toplumsal mensupluk teorisinin praktik şekilde mevcudluk anlayışını tesbit ediyor. İnsanın yaradılması ve töreyişi, varlığının sürüşü üzere genetik yasalar vardır: fertler halinde mevcut olma mümkün değil; yalnız aile bağlamında beşer nesli kendi yaşamını devam ettire bilir. Aile bir modeldir-dünyanın modeli.

Çünkü İnsan yalnız aile kurmak, ev olmak için yaratılmıştır: AİƏE NESİL-SOY, kabile, tayfa, halk, millet oluşunun temelidir. İnsan beşeriyetin, halk-tayfa-millet

aile olmadan yaşamak başıbozuk halde olmak demektir; başıbozukluk insan hayatına has olan hususiyet değil. Aile-hayattır, hayat, insan varlığının yaşamı, var oluşu demektir.

Altay Yaratılış destanından gelen ideyalar—temel düşüncelerdir. İnsanlar bir-birile ülfet halinde yaşama gerçekliyi içerisinde olmalıdır.

Aile, toplumun etnogenezinde mühüm faktördür: bütün beşeri, etnokültüroloji bağlantılar aileden başlıyor. Aile başlangıç ve devam halini saklayan bağlantı nüvesidir: bütün hayat ve yaşam onunla mevcuttur. Ailenin Halk kültürünün habele etnopsikoloji varlığıdır ve bütün etnokültüroloji bağlantılar bu psikoloji teoriye ve hayatı mazmunlara aiddir., Aile ve aile fertlerinin nağıl-masal türlerinin esasını teşkil ediyor.

AİLƏDƏ ANA və ÇOCUK MEHRİ:

Sümerlərdən gələn ən qədim Ana Laylası

Aile Öz-dür. Öz-ün oluşumu için iki fertin birleşmesi geriktir: bu birleşme nesilce, soyca var oluşun ve nesil devamının özülüdür. Ana alilenin neğmesi, edeb-erkani, nizam-intizamıdır.

İnsanın yaratılış geninde mahsusi bir Aile oluşumu mihri vardır: körpe mihri, ana mihri bütün mihirlerin hazinesidir.

Helelik: Kadim Dünyada ilk ana laylası Sümerlerden gelen koşkulardır.



Ana laylası çağanın-çocuğun dahilinde çok psikoloji-duygulu nişanlar töredir.

Tarixin ilk yazıya alınan laylası Şumerlərə aiddir. Bu mükəmməl əsər, oğullarından birinin xəstəliyi səbəbi ilə çox kədərlənən Şulginin arvadının ağzından yazılmış mahnıdır. Şumerli ananın mahnısının əsas hissəsi uşağı vəsf edir. Gil lövhə üzərində yazılan mixi yazısında illərin təsiri ilə yaranan çatlar olduğu üçün tərcümə və şərh çətinliklə edilir.

Laylaların nisbətən aydın oxunan hissələrini **publika.az** təqdim edir:

“U-a a-u-a

Ururu nəğməmdə - böyüsün,

Ururu nəğməmdə - böyük olsun,

Sumax ağacı kimi möhkəm kök salsın,

Şakir bitkisi kimi boy atsın”.

Sonrakı fraqmentdə ananın yuxunun gələcəyini söyləyərək oğlunu sakitləşdirməyə çalışmasından ibarətdir:

“Ağam (yuxu-anlamında)

çay kənarında sıralanan, qönçələnən alma ağaclarının arasında,

Onun (yuxu- red.) üzərinə əlini uzadacaq,

Yatanın üzərində əlini tutacaq,

Oğlum, yuxu səni aldı alacaq,

Yuxu səni basdırdı, basdıracaq”

Üçüncü fraqmentdə yuxudan bəhs edən ana, oğlunun yuxusuz gözlərini bağlaması və anlaşılmaz səslər çıxarıb yatmasına maneə törədən dilini susdurması üçün səslənir:

“Gəl yuxu, gəl yuxu,

Oğlumun olduğu yerə gəl,

Tez (gil lövhənin sınıq yeri) oğlumun olduğu yerə gəl yuxu,

Yuxusuz gözlərinə yuxu ver,

Sürməli gözlərinə əlini qoy,

Çöldəki dilinə gəldikdə,

Durmayan dilinin yuxusuna maneə törətməsinə icazə vermə.”

Sonra yenə xəstə oğluna xitab edir, yuxunun onun qucağını qırmızı buğdayla dolduranda, Şulginin oğlunu yaxşılaşdıracaq pendir və bağçasından kələm tapacağına söz verir.

“O (Yuxu-red) qucağını qırmızı buğdayla dolduracaq,

Mən - mən sənin üçün kiçik pendir hazırlayacam,

İnsana şəfa verən kiçik pendir,

İnsana şəfa verər, Ah, ağanın oğlu,

Ah ağa Şulginin oğlu!

Bağçam bəl sulu kələmdir,

Kahı kələmləri yaxşı yetişmişdir (?),

O kələmləri yesin əfəndi.”

Yuxarıdakı laylalar anaların minlərlə il əvvəl də eyni duyğuları daşdığını göstərir. Məzmun və forma baxımından bizim laylara çox bənzəyir ki, bu bir daha Şumerlərin Azərbaycan xalqının soykökünə yaxın olduğunu təsdiqləyir

BKZ: Dilrubə Vaqifzadə <http://publika.az/news/maraqli/174742.html>

Ak Ana Kurduun Çocukları: eski bir Hakas efsanesine göre, Türklerin Sayan dağlarında yaşayan Ak Ana Kurt adlı annesi 133 tane oğula sahipti. Oğullar gündüzleri insan olurlardı, ama geceleyin kurtlara dönüşürlerdi.

Çocukların, büyüdülerinde, yerli halkı koruyacak birer soylu savaşçı olmaları bekleniyordu. Ancak düşmanları Ana Kurt'un bir ordu yetiştirdiğini öğrenip saldırdılar. O sırada, çocuklarını korumak için, Ana Kurt, çocukları boncuk içinde yavru kurtlara dönüştürüp yellerle dünyanın dört bir tarafına attı. Her bir boncuğun indiği yerde bir Türk ulusu belirdi.

SONUÇ OLARAK:

Masallar hayatın didaktik, ahlaki ve iradi telim incileridir. Halk Aile Kültürü—adap-erkan, liyakat ve milli mensupluk ilmidir.

Aile mensupluğu üzere masal kahramanları: ehvalatlar ve karakterlerin açımı.

Aile kültürel kuralların menbeidir: bütün medeniyetler ve ahlaki kodeksler aile kültürüne mansuptur. Masal insanın yaranışı ile başlayıp ve onun hayatı ile devam edib. Bütün hayat masalları, bilavasite, aile masallarıdır. Bu masalların her biri bir hazine ve bu hazinenin lel-cevahiiri insandır. İnsan- aile mensupluğu olan demektir; her bir aile mensupluğu genetik bakımından nesil, söy irg, halk, millet mensupluğu demektir. Aile ibretimiz hadise ve ehvalatlar, karakterlerden ibarettir.

Her masal bir aile dramıdır; her aile kendi yaşamında özünemahsus nağıllar serisinden ibarettir; başka sözle: he fert bir nağıl hayatını yaşıyor: bu, onun aile yaşamını tecessüm ettirir. Hayat nağıl-masal, insan bu nağılın obrazıdır; bütün nağıllar mevzu bakımından obrazın aile durumuna bağlıdır.

Masallar insan hayatının mazmun içeriklerini ifade ediyor. Şehirli ve realist olma bakımından insan hayatından bahis eden bütün nağıllar aile fertlerine bahsus mazmunları inikas ettirir. Nağıllar ve karakterler. Her aile bir bütün- bütöv olmakla, mahsusi nesil-tayfa karakterlerini yansıdır; ve her aile ayrı-ayrı fertlerden ibarettir.

ƏDƏBİYYAT

1. Qurani- Kərim
2. Ali ibn Abitalib, Nehcül-Belağa: 1994: s.21
3. Azərbaycan Nağılları, Beş Cildde, IV. C., Bakı, “Şerq-Qerb”, 2005, seh.174)
4. Dilrubə Vaqifzadə <http://publika.az/news/maraqli/174742.html>
5. Azərbaycan Masalları.Bakı, “Yazıçı, 1982, s.72).
- 6.Mitoloji kaynaklar <https://yadi.sk/d/NC0U4vfDqrJxM>)
7. MİTOLOJİ KAYNAKLAR <https://yadi.sk/d/NC0U4vfDqrJxM>)
- “Padişahla oğlu”: Azərbaycan masalları 1982: seh.86-89).
- “Paşlı Gılinc” nağılı.
- “Melikmemmed”
- “Yumurta büyüklüğünde buğda” nağılı. Azərbaycan masalları 1982.
- “Övey ana ve Öksüz qız” nağılı
- “Uçan xalı” nağılı.
- Dostluğun sırrı” nağılı.
8. www.academia.edu/5279370/Türk_Kozmogonisi-Yaradılış)
9. http://tr.wikipedia.org/wiki/Muazzez_%25C4%25B0lmiye
10. Tümü: <http://www.turkcebilgi.com/türk>
11. <file:///C:/Users/Admin/Documents/12602,efsanelerpdf.pdf>

ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN ÖĞRENME MOTİVASYONLARI İLE AKADEMİK ERTELEME DAVRANIŞLARI ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ

Kevser HEBİLOĞLU¹ , Doç. Dr. Ender KAZAK²

¹ Azmimilli Ortaokulu, Milli Eğitim Bakanlığı, Düzce, Türkiye

kevserhebil@gmail.com, ORCID 0009-0003-8080-3080

² Eğitim Yönetimi, Eğitim Bilimleri Fakültesi, Düzce Üniversitesi, Düzce, Türkiye

enderkazak81@hotmail.com, ORCID 0000-0001-5761-6330

Özet

Bu araştırmanın amacı, ortaokul öğrencilerinin öğrenme motivasyonları ile akademik erteleme davranışları arasındaki ilişkinin incelenmesidir. Günümüzde öğrencilerin akademik görevlerini zamanında tamamlama düzeyleri, hem akademik başarılarını hem de öğrenme süreçlerine yönelik tutumlarını doğrudan etkilemektedir. Bu bağlamda öğrenme motivasyonu ve akademik erteleme davranışı, eğitim sürecinde önemli iki değişken olarak öne çıkmaktadır. Araştırma, nicel araştırma yöntemlerinden ilişkisel tarama modelinde desenlenmiştir. Çalışma grubunu 2025–2026 eğitim öğretim yılında Düzce ilinde öğrenim gören ortaokul öğrencileri oluşturmaktadır. Veriler, öğrenme motivasyonu ölçeği ve akademik erteleme ölçeği aracılığıyla toplanmıştır. Elde edilen veriler, Pearson korelasyon analizi kullanılarak analiz edilmiştir. Araştırma bulgularına göre öğrenme motivasyonu ile akademik erteleme arasında negatif yönlü ve anlamlı bir ilişki bulunmaktadır. Araştırma bulguları doğrultusunda, öğrencilerin öz düzenleme ve öz yeterlilik düzeylerini desteklemeye yönelik uygulamalara ağırlık verilmesi önerilmektedir. Bu kapsamda; öğrencilere hedef belirleme ve zaman yönetimi becerilerinin kazandırılması, öz değerlendirme ile öz izleme çalışmalarının yaygınlaştırılması ve etkili öğrenme stratejilerine yönelik eğitimlerin sunulması önem taşımaktadır. Bununla birlikte, düzenli geri bildirim mekanizmalarının oluşturulmasının ve öğretmenler ile rehberlik servislerine yönelik motivasyon odaklı müdahale programlarının geliştirilmesinin öğrencilerin akademik süreçlerine olumlu katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Akademik başarı, Akademik erteleme, Ortaokul öğrencileri, Öğrenme motivasyonu

AN EXAMINATION OF THE RELATIONSHIP BETWEEN MIDDLE SCHOOL STUDENTS' LEARNING MOTIVATION AND ACADEMIC PROCRASTINATION

Kevser HEBİLOĞLU¹, Doç. Dr. Ender KAZAK²

¹ Azmimilli Secondary School, Ministry of National Education, Düzce, Turkey

kevserhebil@gmail.com, ORCID 0009-0003-8080-3080

² Educational Administration, Faculty of Educational Sciences, Düzce University, Düzce, Turkey

enderkazak81@hotmail.com, ORCID 0000-0001-5761-6330

Abstract

The purpose of this study is to examine the relationship between middle school students' learning motivation and their academic procrastination behaviors. Today, students' ability to complete their academic tasks on time directly affects both their academic achievement and their attitudes toward the learning process. In this context, learning motivation and academic procrastination stand out as two important variables in the educational process. The study was designed using the correlational survey model, one of the quantitative research methods. The study group consists of middle school students enrolled in Düzce Province during the 2025–2026 academic year. Data were collected using the Learning Motivation Scale and the Academic Procrastination Scale. The obtained data were analyzed using Pearson correlation analysis. According to the research findings, there is a negative and significant relationship between learning motivation and academic procrastination. In line with these findings, it is recommended that emphasis be placed on interventions aimed at supporting students' self-regulation and self-efficacy levels. In this context, it is important to equip students with goal-setting and time management skills, promote self-assessment and self-monitoring activities, and provide training on effective learning strategies. Additionally, it is believed that establishing regular feedback mechanisms and developing motivation-focused intervention programs for teachers and guidance services will contribute positively to students' academic processes.

Keywords: Academic achievement, Academic procrastination, Learning motivation, Middle school students

1. GİRİŞ

Motivasyon kavramı; bireyin davranışlarını başlatan, yönlendiren ve sürdüren içsel ve dışsal süreçlerin bütünüdür. Eğitim psikolojisi alanında motivasyon, öğrencilerin öğrenme sürecine katılımını, akademik görevleri yerine getirme isteğini ve öğrenmeye yönelik çabalarını etkileyen temel değişkenlerden biridir (Pintrich ve Schunk, 2002; Schunk, 2012). Öğrenme motivasyonunun ise öğrencilerin öğrenme etkinliklerine katılma isteğini, bu etkinlikleri sürdürme düzeyini ve öğrenmeye yönelik çabalarını belirlediği; akademik başarı, öğrenmeye yönelik tutum ve öğrenme sürecine aktif katılım üzerinde önemli bir etkisi bulunmaktadır (Brophy, 2010; Pintrich, 2003). Yüksek motivasyona sahip öğrenciler öğrenme sürecine daha etkin katılır ve akademik görevleri yerine getirme konusunda daha kararlı olurken; düşük motivasyon düzeyine sahip öğrenciler ise görevleri başlatma ve sürdürmede daha fazla güçlük yaşamaktadır (Schunk, 2012; Wolters, 2003). Öğrenme motivasyonunu açıklamaya yönelik kuramsal yaklaşımlar arasında öz belirleme kuramı, öz yeterlilik kuramı ve beklenti-değer kuramı öne çıkmaktadır. Öz belirleme kuramında bireyin özerklik, yeterlik ve ilişki kurma gereksinimlerinin motivasyon üzerinde etkili olurken (Deci ve Ryan, 2000), öz yeterlilik kuramında bireyin bir görevi başarabileceğine yönelik inancı motivasyon düzeyini belirlemektedir (Bandura, 1997). Beklenti-değer kuramında ise bireyin başarı beklentisi ile göreve verdiği değer motivasyon üzerinde belirleyici etkisi bulunmaktadır (Eccles ve Wigfield, 2002). Bu yaklaşımlar doğrultusunda öğrenme motivasyonunun bilişsel, duyuşsal ve davranışsal boyutları bulunan çok yönlü bir yapı olduğu anlaşılmaktadır. Araştırmada akademik erteleme davranışı öğrencilerin akademik sorumluluklarını bilinçli olarak geciktirmeleri ya da son ana bırakmaları şeklinde tanımlanmıştır (Steel, 2007). Akademik erteleme yalnızca zaman yönetimiyle ilgili değil; öz düzenleme eksikliği, düşük öz yeterlilik algısı, başarısızlık kaygısı ve motivasyon yetersizliği gibi değişkenlerle de ilişkilidir (Tuckman, 1991; Klassen vd., 2008; Steel, 2007). Özellikle motivasyon düzeyi düşük öğrencilerin akademik görevlerden kaçınma ve erteleme davranışı gösterme olasılıklarının daha yüksektir (Wolters, 2003). Alanyazında öğrenme motivasyonu ile akademik erteleme davranışı arasındaki ilişkinin çoğunlukla ters yönlü olduğu görülmektedir. İçsel motivasyon ve öz düzenleme becerileri yüksek olan öğrenciler akademik görevleri zamanında yerine getirme eğiliminde olurken; düşük motivasyon düzeyi ve düşük öz yeterlilik algısının ise erteleme davranışını artırmaktadır (Steel, 2007; Wolters, 2003). Bununla birlikte mevcut araştırmaların büyük bölümünün lise ve üniversite öğrencileri üzerinde yürütüldüğü, ortaokul öğrencilerine yönelik çalışmaların ise sınırlı olduğu görülmektedir (González-Brignardello vd., 2023). Bu durum, ortaokul dönemindeki öğrencilerin öğrenme motivasyonu ile akademik erteleme davranışları arasındaki ilişkinin incelenmesini önemli hâle getirmektedir. Bu araştırmanın amacı, ortaokul öğrencilerinin öğrenme motivasyonları ile akademik erteleme davranışları arasındaki ilişkiyi incelemektir. Araştırmanın, ortaokul öğrencilerinin motivasyonel süreçleri ile akademik davranışları arasındaki ilişkiyi ortaya koyarak alanyazındaki boşluğun doldurulmasına katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Ayrıca elde edilen bulguların, öğrencilerin akademik sorumluluklarını zamanında yerine getirmelerini desteklemeye yönelik eğitimsel uygulamalara ve müdahale programlarına ışık tutması beklenmektedir.

2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

2.1.Öğrenme

Öğrenme, bireyin gelişimini etkileyen temel kavramlardan biri olarak ele alınmakta ve yaşantılar sonucunda ortaya çıkan görece kalıcı davranış değişikliği şeklinde tanımlanmaktadır (Senemoğlu, 2018). Öğrenme, bireyin yaşamını sürdürmesiyle doğrudan ilişkili olup; günlük yaşam becerilerinden akademik kazanımlara kadar birçok davranışın öğrenme yoluyla kazanıldığı belirtilmektedir. Ayrıca öğrenme yalnızca bilgi ve beceri kazandırmakla sınırlı olmayıp, bireyin duygu, değer ve tutumlarının gelişimine de katkı sağlamaktadır (Terry, 2018). Alanyazında öğrenme farklı kuramsal yaklaşımlar çerçevesinde açıklanmaktadır. Davranışçı kuram öğrenmeyi gözlenebilir davranış değişiklikleri üzerinden ele alırken, bilişsel kuram öğrenme sürecinde zihinsel süreçlerin önemini ortaya koymaktadır (Çeliköz, 2017). Bilişsel yaklaşımda bilginin alınması, düzenlenmesi, depolanması ve geri çağırılması gibi süreçlerin öğrenmede etkili olduğu görülmektedir (Kaya, 2012). Sosyal bilişsel kuram ise öğrenmenin yalnızca bireysel bilişsel süreçlerle değil, çevresel etkenlerle de ilişkili olduğunu savunmaktadır. Öğrenme yaklaşımları arasında yapılandırmacı yaklaşım, bireyin öğrenme sürecinde aktif rol üstlenerek bilgiyi kendi deneyimleri doğrultusunda yapılandırdığını ileri sürmektedir (Akkaya, 2010). Bu yaklaşımda her yeni öğrenmenin sonraki öğrenmelere temel oluşturduğu belirtilmektedir (Arslan, 2009). Hümanist yaklaşımda ise öğrenmenin öğrenci merkezli bir süreç olduğu, bireyin kendi öğrenme sorumluluğunu üstlenmesi ve kendini geliştirme isteğinin öğrenme açısından önemli olduğu ifade edilmektedir (Şahin, 2005). Genel olarak değerlendirildiğinde, davranışçı kuramların öğrenmeyi davranış değişikliği üzerinden, bilişsel kuramların zihinsel süreçler üzerinden, hümanist yaklaşımların ise bireyin benlik gelişimi ve duyuşsal yönleri üzerinden açıkladığı görülmektedir. Bununla birlikte, hiçbir kuramın öğrenmenin tüm boyutlarını tek başına açıklamada yeterli olmadığı belirtilmektedir (Senemoğlu, 2018). Bu nedenle öğrenme kuramlarının, öğretim süreçlerinin düzenlenmesi ve etkili öğrenme ortamlarının oluşturulması açısından önemli bir rehber işlevi gördüğü ifade edilmektedir. Ayrıca öğretim programlarının da eğitim felsefeleri doğrultusunda oluşturulduğu ve etkili öğrenme süreçlerinin planlanmasında birey, öğrenme görevi ve öğrenme ortamı değişkenlerinin birlikte ele alınmasının önemli olduğu vurgulanmaktadır (Yurdakul, 2008).

2.2.Öğrenme Motivasyonu

Motivasyon kavramı Latince “hareket etmek” anlamına gelen movere sözcüğünden türemiş ve Türkçe’de “güdüleme” ya da “güdülenme” şeklinde kullanılmaktadır (Altok, 2009). Motivasyon, bireyin davranışlarını başlatan, yönlendiren ve sürdürmesini sağlayan temel bir güç olarak tanımlanmaktadır. Alanyazında motivasyon; güdü, ihtiyaç, istek ve dürtü gibi kavramlarla ilişkili olduğu belirtilmekte ve bireyin belirli davranışları neden gerçekleştirdiğini açıklayan önemli bir unsur olduğu ifade edilmektedir (Pintrich ve Schunk, 2002). Öğrenme motivasyonu, bireyin öğrenme sürecine yönelik isteğini, çabasını ve öğrenmeye karşı geliştirdiği tutumu etkileyen önemli bir değişken olarak değerlendirilmektedir. Alanyazında, öğrencilerin zihinsel becerilerine ilişkin inançlarının motivasyon düzeylerini doğrudan etkilediği belirtilmektedir. Zihinsel becerilerinin gelişebileceğine inanan öğrencilerin öğrenmeye daha açık, daha istekli ve daha düşük kaygı düzeyine sahip oldukları; buna karşılık yeteneklerini sınırlı gören öğrencilerin ise gelişimlerini destekleyecek görevlerden kaçınma eğilimi gösterdikleri görülmektedir (Dweck, 2007).

2.3.Akademik Erteleme

Erteleme davranışı, yapılması gereken bir görevin ileri bir tarihe bırakılması olarak tanımlanmakta ve zamanla işlerin birikmesine neden olabilmektedir. Alanyazında ertelemenin, bilinçli planlama sonucu ortaya çıkan stratejik gecikmelerden ayrılması gerektiği belirtilmektedir. Bir davranışın erteleme olarak değerlendirilebilmesi için plansız biçimde gerçekleşmesi, süreklilik göstermesi ve alışkanlık hâline gelmesi gerektiği vurgulanmaktadır (Schouwenburg, 2006). Akademik erteleme, İngilizce “procrastination” kavramının karşılığı olup kökeni Latinceye dayanmaktadır ve “ileri hareket etmek” ile “yarına ait” anlamlarını taşıyan sözcüklerin birleşiminden oluşmaktadır (Ferrari vd., 1995). Alanyazında bu kavram, kimi zaman olumlu bir strateji olarak değerlendirilse

de genel olarak görev ve sorumlulukların bilinçli ya da işlevsiz biçimde geciktirilmesi şeklinde ele alınmaktadır. Sirois ve arkadaşları (2023), akademik ertelemeyi bireyin önemli görevleri bilerek geciktirmesi ve olumsuz sonuçlarını bilmesine rağmen eyleme geçmemesi olarak tanımlamaktadır.

2.4.Akademik Erteleme Davranışı İle Öğrenme Motivasyonu Arasındaki İlişki

Öğrenme motivasyonu ve akademik erteleme davranışı, öğrencilerin akademik süreçlerdeki tutum ve davranışlarını açıklamada önemli iki değişken olarak değerlendirilmektedir (Wolters, 2003). Öğrenme motivasyonu; öğrencilerin öğrenmeye yönelik ilgilerini, akademik etkinliklere katılım isteklerini ve öğrenme sürecine yönelik çabalarını ifade ederken (Deci ve Ryan, 2000), akademik erteleme davranışı öğrencilerin yerine getirmeleri gereken akademik görevleri bilinçli biçimde geciktirmeleri olarak tanımlanmaktadır (Klassen vd., 2008). Araştırmalarda, motivasyon düzeyi yüksek öğrencilerin akademik sorumluluklarını zamanında yerine getirme eğiliminde oldukları, motivasyon düzeyi düşük öğrencilerde ise erteleme davranışının daha sık görüldüğü belirtilmektedir (Wolters, 2003). Özellikle içsel motivasyonun güçlü olmasının öğrencilerin öğrenme süreçlerine daha aktif katılım göstermelerine ve akademik görevleri planlı biçimde sürdürmelerine katkı sağladığı ifade edilmektedir (Deci ve Ryan, 2000). Akademik erteleme davranışının yalnızca motivasyon düzeyiyle değil, öz düzenleme, öz yeterlilik ve zaman yönetimi becerileriyle de ilişkili olduğu vurgulanmaktadır (Zimmerman, 2002). Öz düzenleme becerileri gelişmiş öğrencilerin akademik görevlerini planlama ve tamamlama konusunda daha başarılı oldukları, bu durumun erteleme davranışını azalttığı belirtilmektedir (Zimmerman, 2002). Benzer şekilde, öz yeterlilik algısı yüksek öğrencilerin akademik görevleri yerine getirme konusunda daha kararlı davrandıkları ifade edilmektedir (Klassen vd., 2008). Ortaokul döneminde öğrenme motivasyonunun desteklenmesinin, öğrencilerin akademik sorumluluk bilinci geliştirmelerine ve erteleme eğilimlerinin azalmasına katkı sağladığı belirtilmektedir (Aydoğan ve Özbay, 2012; Aslan, 2023).

3. YÖNTEM

3.1.Araştırmanın Modeli

Bu çalışmada, ortaokul öğrencilerinin öğrenme motivasyonu ile akademik erteleme davranışları arasındaki ilişkinin belirlenmesi amacıyla nicel araştırma yöntemlerinden ilişkisel tarama modeli kullanılmıştır. İlişkisel tarama modeli, en az iki değişken arasındaki ilişkinin düzeyini ve yönünü ortaya koymaya imkân tanıyan bir araştırma desendir (Karasar, 2016). İlişkisel tarama modelinde elde edilen nicel veriler istatistiksel yöntemlerle analiz edilmekte ve değişkenler arasındaki ilişkiler yorumlanmaktadır. Bu yaklaşım, olay, olgu, nesne veya durumların mevcut özelliklerinin sistematik biçimde ortaya konulmasına olanak sağlamaktadır (Büyüköztürk vd., 2013).

3.2.Araştırmanın Evren ve Örneklemi

Araştırma, Düzce il merkezinde yer alan 12 devlet ortaokulunda yürütülmüş olup evreni 6., 7. ve 8. sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. Araştırmanın örneklemi, farklı devlet ortaokullarında öğrenim gören 6., 7. ve 8. sınıf düzeylerindeki toplam 588 öğrenci oluşturmaktadır. Bu çalışmada kolay örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Kolay örnekleme, araştırmacının ulaşılabilir ve gönüllü katılımcıları seçerek veri topladığı, zaman ve maliyet açısından pratiklik sağlayan ancak genellenebilirlik düzeyi sınırlı olan olasılıksız örnekleme yöntemidir (Büyüköztürk vd., 2018; Yıldırım ve Şimşek, 2018).

3.3.Veriler Toplama Araçları

Araştırmada veri toplama aracı olarak iki farklı ölçek kullanılmıştır. Bunlardan ilki, Uykun (2021) tarafından geliştirilen Öğrenme Motivasyonu Ölçeği'dir. Ölçek sınıf iklimi, öz düzenleme ve öz yeterlilik olmak üzere üç alt boyuttan oluşmaktadır. Sınıf iklimi alt boyutu 3, öz düzenleme alt boyutu 9 ve öz yeterlilik alt boyutu ise 3 maddeden oluşmaktadır. Ölçek, beşli Likert tipi (Kesinlikle Katılmıyorum–Tamamen Katılıyorum) derecelendirme sistemine sahiptir. Ölçeğin güvenirlik analizleri incelendiğinde, sınıf iklimi alt boyutu düşük düzeyde güvenirlik göstermekte ($\alpha=0,480$), öz yeterlilik ($\alpha=0,738$) ve öz düzenleme ($\alpha=0,839$) alt boyutları ise

kabul edilebilir ve yüksek düzeyde güvenilirlik gösterdiği görülmektedir. Ölçeğin genel güvenilirlik katsayısı ise 0,758 olup bu değer ölçeğin genel olarak güvenilir bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir.

Araştırmada kullanılan ikinci veri toplama aracı, Ocak ve Karataş (2019) tarafından geliştirilen Ortaokul Öğrencilerinin Akademik Erteleme Davranışı Ölçeği'dir. Ölçek iki faktörlü bir yapıya sahip olup toplam 19 maddeden oluşmaktadır. Ölçek toplam varyansın %58,03'ünü açıklamaktadır. Ölçekte ters madde bulunmayıp yüksek puanlar akademik erteleme düzeyinin yüksek olduğunu göstermektedir. Ölçeğin güvenilirlik analizine göre, toplam Cronbach Alfa katsayısı 0,946 olup oldukça yüksek düzeyde iç tutarlılık sağlamaktadır. Alt boyutlara ilişkin güvenilirlik katsayıları ise sırasıyla 0,866 ve 0,935 olup her iki boyut da yüksek düzeyde güvenilir bulunmuştur.

3.4. Verilerin Analizi

Araştırmada elde edilen veriler IBM SPSS Statistics 27 paket programı kullanılarak analiz edilmiştir. Analiz sürecinde %95 güven aralığı ve $p < 0.05$ anlamlılık düzeyi esas alınmıştır. Verilerin çözümlenmesinde betimsel istatistikler, güvenilirlik analizleri ve değişkenler arasındaki ilişkileri incelemeye yönelik parametrik testlerden yararlanılmıştır. Araştırmada kullanılan ölçek araçlarının güvenilirliği Cronbach Alfa katsayısı ile incelenmiş ve ölçeklerin genel olarak kabul edilebilir düzeyde güvenilir olduğu belirlenmiştir. Ölçeklerin güvenilirlik değerlerinin 0,70'in üzerinde olması, ölçümlerin istatistiksel açıdan güvenilir kabul edildiğini göstermektedir. Veri analizine geçmeden önce veri seti kayıp veriler ve uç değerler açısından kontrol edilmiş, analizleri olumsuz etkileyebilecek 18 veri setten çıkarılarak araştırma 588 geçerli veri üzerinden yürütülmüştür. Verilerin normal dağılıma uygunluğu çarpıklık ve basıklık değerleri incelenerek değerlendirilmiştir. Elde edilen değerlerin kabul edilebilir sınırlar içinde yer aldığı görülmüş ve verilerin normal dağılım gösterdiği kabul edilmiştir. Bu doğrultuda analizlerde parametrik testlerin kullanılmasına karar verilmiştir. Araştırma kapsamında, değişkenler arasındaki ilişkiyi belirlemek için Pearson korelasyon analizi uygulanmıştır.

4. BULGULAR

Öğrenme Motivasyonu ile Akademik Erteleme ve Alt Boyutları Arasındaki İlişkiler

	1	2	3	4	5	6	7
1-Öğrenme Motivasyonu	1	,920**	,252**	,633**	-,373**	-,343**	-,366**
2-Öz Düzenleme	,920**	1	-,025	,481**	-,368**	-,345**	-,357**
3-Öz Yeterlik	,252**	-,025	1	-,192**	-,181**	-,195**	-,163**
4-Sınıf Ortamı (İklimi)	,633**	,481**	-,192**	1	-,089*	-,035	-,110**
5-Akademik Erteleme	-,373**	-,368**	-,181**	-,089*	1	,917**	,981**
6-Sorumsuzluk ve Tercih etme	-,343**	-,345**	-,195**	-,035	,917**	1	,821**
7-Çevre ve Hisler	-,366**	-,357**	-,163**	-,110**	,981**	,821**	1

*Pearson Korelasyon Analizi.

Tablo 2'de yer alan korelasyon sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde, değişkenler arasında hem pozitif hem de negatif yönlü ilişkilerin bulunduğu ve bu ilişkilerin düzeylerinin değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Öğrenme motivasyonu ile öz düzenleme arasında oldukça güçlü ve aynı yönde bir ilişki olduğu anlaşılmaktadır. Bu durum, öğrenme motivasyonu arttıkça öğrencilerin öğrenme süreçlerini planlama, kontrol etme ve sürdürme becerilerinin de belirgin biçimde yükseldiğini göstermektedir. Öğrenme motivasyonunun öz yeterlik ve sınıf ortamı algısı ile de olumlu yönde ilişkili olduğu, ancak bu ilişkilerin daha orta düzeyde seyrettiği görülmektedir.

Buna göre öğrencilerin kendilerini yeterli hissetme düzeyleri ve sınıf ortamını algılama biçimleri geliştikçe öğrenmeye yönelik motivasyonlarının da artış gösterdiği söylenebilir.

Buna karşılık öğrenme motivasyonu ile akademik erteleme ve buna bağlı alt boyutlar arasında ters yönlü ilişkiler olduğu dikkat çekmektedir. Bu bulgu, motivasyonu daha yüksek olan öğrencilerin akademik görevleri geciktirme eğilimlerinin daha düşük olduğunu; motivasyon düzeyi azaldıkça erteleme davranışının arttığını düşündürmektedir. Aynı şekilde sorumsuzluk ve tercih etme ile çevre ve duygusal etkenlere dayalı erteleme eğilimlerinin de öğrenme motivasyonu ile ters yönde ilişkili olduğu anlaşılmaktadır. Öz düzenleme becerileri açısından bakıldığında, bu becerilerin sınıf ortamı algısıyla birlikte arttığı, ancak akademik erteleme ve onun alt boyutlarıyla ters yönde ilişkili olduğu görülmektedir. Bu durum, öğrencilerin kendi öğrenme süreçlerini daha iyi yönetebildikçe erteleme davranışından uzaklaştıklarını göstermektedir. Öz yeterlik algısının ise sınıf ortamı, akademik erteleme ve ilgili alt boyutlarla düşük düzeyde fakat anlamlı ve negatif ilişkiler gösterdiği anlaşılmaktadır. Bu bulgu, öğrencilerin kendilerine duydukları güven azaldıkça erteleme eğilimlerinin bir miktar artabildiğine işaret etmektedir. Son olarak akademik erteleme ile sorumsuzluk ve tercih etme ile çevre ve duygusal etkenler arasında oldukça güçlü ve aynı yönlü ilişkiler olduğu görülmektedir. Bu durum, erteleme davranışının özellikle sorumluluktan kaçınma ve çevresel/duygusal faktörlerden etkilenme ile birlikte ortaya çıkan bir yapı olduğunu göstermektedir. Benzer şekilde bu iki alt boyut arasında da güçlü bir ilişki bulunması, akademik ertelemenin çok boyutlu ve birbiriyle yakından ilişkili alt bileşenlerden oluştuğunu ortaya koymaktadır.

5. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Araştırma bulguları, ortaokul öğrencilerinin öğrenme motivasyonlarının orta-yüksek düzeyde; öz düzenleme ve öz yeterlik düzeylerinin ise orta seviyede olduğunu göstermiştir. Ayrıca öğrencilerin sınıf ortamı algılarının olumlu, akademik erteleme düzeylerinin ise orta seviyede olduğu belirlenmiştir. Alanyazında öğrenme motivasyonunun öğrencilerin psikolojik ihtiyaçlarının karşılanması, öğretmen desteği ve öğrenme ortamı gibi değişkenlerden etkilendiği belirtilmektedir. Richard Ryan ve Edward Deci (2000), öğrencilerin içsel motivasyonlarının destekleyici öğrenme ortamlarında güçlendiğini ifade etmektedir. Benzer şekilde Dale Schunk ve Maria DiBenedetto (2020) motivasyonun öğrenme süreçlerine aktif katılımı artırdığını belirtmektedir. Araştırmada öğrenme motivasyonu ile öz düzenleme, öz yeterlik ve sınıf ortamı algısı arasında pozitif yönlü ilişkiler bulunmuştur. Bu bulgu, öğrencilerin öğrenme süreçlerini planlama ve yönetme becerileri arttıkça öğrenmeye yönelik motivasyonlarının da arttığını göstermektedir. Barry Zimmerman (2002) öz düzenleme becerilerinin akademik başarı ve motivasyonu desteklediğini vurgulamaktadır. Ayrıca Ernesto Panadero (2017) öz düzenleme stratejilerinin akademik katılım üzerinde önemli bir rol oynadığını ifade etmektedir. Bu sonuçların alanyazındaki çalışmalarla paralellik gösterdiği söylenebilir. Araştırmada öğrenme motivasyonu ile akademik erteleme arasında negatif yönlü ilişki bulunmuştur. Bu durum, motivasyon düzeyi arttıkça akademik erteleme davranışının azaldığını göstermektedir. Piers Steel (2007) akademik ertelemenin öz düzenleme eksikliği ve düşük motivasyon ile ilişkili olduğunu belirtmektedir. Benzer şekilde Kyung Ryun Kim ve Eun Hee Seo (2015) akademik erteleme ile akademik performans ve motivasyon arasında negatif ilişkiler bulunduğunu ortaya koymuştur. Türkiye’de yapılan çalışmalar da benzer sonuçlar göstermektedir.

Araştırma sonuçları doğrultusunda öğrencilerin öğrenme motivasyonunu artırmaya yönelik öz düzenleme becerilerini destekleyen uygulamalara öğretim süreçlerinde daha fazla yer verilmesi önerilebilir. Ayrıca akademik erteleme davranışının azaltılmasına yönelik rehberlik ve psikoeğitsel çalışmalar yapılabilir. Araştırmanın farklı bölgelerde ve farklı eğitim kademelerinde yürütülmesi, bulguların genellenebilirliğine katkı sağlayabilir.

KAYNAKLAR

- Akkaya, R. (2010). *Olasılık ve istatistik öğrenme alanındaki kavramların gerçekçi matematik eğitimi ve yapılandırmacılık kuramına göre bilgi oluşturma sürecinin incelenmesi* (Doktora tezi). Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bursa.
- Altok, T. (2009). Çalışanların motivasyonunu etkileyen faktörlere ilişkin hizmet ve imalat işletmelerinde karşılaştırmalı bir araştırma (Yüksek lisans tezi). Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Isparta.
- Arslan, A. (2009). Yapılandırmacı öğrenme yaklaşımı ve Türkçe öğretimi. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 13(1), 143-154.
- Aslan, Ö. Ş. (2023). Akademik özyeterlik ve akademik erteleme arasındaki ilişki: Bir meta analiz çalışması. Harran Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Aydoğan, D., & Özbay, Y. (2012). Akademik erteleme davranışının benlik saygısı, durumluluk kaygı ve öz yeterlilik açısından açıklanabilirliğinin incelenmesi. *Pegem Eğitim ve Öğretim Dergisi*, 2(3), 1-9.
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. Macmillan.
- Brophy, J. (2010). *Motivating students to learn* (3rd ed.). Routledge.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç, Ç. E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. (2013). Bilimsel araştırma yöntemleri. Ankara: Pegem Akademi.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2018). *Bilimsel araştırma yöntemleri* (24. baskı). Pegem Akademi.
- Çeliköz, M. (2017). *Eğitim programları ve öğretim alanındaki eğitim bilimcilerin yapılandırmacılıkla ilgili görüşlerinin analizi* (Doktora tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2000). The what and why of goal pursuits: Human needs and the self determination of behavior. *Psychological Inquiry*, 11(4), 227-268.
- Dweck, C. S. (2007). The promise and perils of praise. *Educational Leadership*, 65(2), 34-39.
- Eccles, J. S., & Wigfield, A. (2002). Motivational beliefs, values, and goals. *Annual Review of Psychology*, 53, 109-132.
- Ferrari, J. R., Johnson, J. L., ve McCown, W. G. (1995). *Procrastination and task avoidance: Theory, research, and treatment*. Plenum Press. https://doi.org/10.1007/978-1-4899-0227-6_2
- González-Brignardello, M. P., Sánchez-Elvira Paniagua, A., & López-González, M. Á. (2023). Academic procrastination in children and adolescents: A scoping review. *Children*, 10(6), 1016.
- Karasar, N. (2016). Bilimsel Araştırma Yöntemi. Ankara: Nobel Yayıncılık.
- Karataş, S., & Ocak, G. (2019). Ortaokul Öğrencilerinin Akademik Erteleme Davranışı Ölçeği: Geçerlilik Ve Güvenirlilik Çalışması. *Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi SBE Dergisi*, 9(1), 93-113. <https://izlik.org/JA27PL98UY>
- Kim, K. R., & Seo, E. H. (2015). The relationship between procrastination and academic performance: A meta-analysis. *Personality and individual differences*, 82, 26-33.
- Klassen, R. M., Krawchuk, L. L., & Rajani, S. (2008). Academic procrastination of undergraduates: Low self-efficacy to self-regulate predicts higher levels of procrastination. *Contemporary educational psychology*, 33(4), 915-931.

- Panadero, E. (2017). A review of self-regulated learning: Six models and four directions for research. *Frontiers in psychology*, 8, 422.
- Pintrich, P. R., & Schunk, D. H. (2002). *Motivation in education: Theory, research, and applications*. Pearson, 1-51.
- Pintrich, P. R. (2003). A motivational science perspective on the role of student motivation in learning and teaching contexts. *Journal of Educational Psychology*, 95(4), 667–686.
- Schouwenburg, H. C. (2006). On counselling the procrastinator in academic settings. In *Internationalisation within higher education in an expanding Europe: New developments in psychological counselling*. The Netherlands.
- Schunk, D. H. (2012). *Learning theories: An educational perspective* (6th ed.). Pearson.
- Schunk, D. H., & DiBenedetto, M. K. (2020). Motivation and social cognitive theory. *Contemporary Educational Psychology*, 60, 101832. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2019.101832>
- Senemoğlu, N. (2018). *Gelişim, öğrenme ve öğretim: Kuramdan uygulamaya* (26. baskı). Ankara: Anı Yayıncılık.
- Sirois, F. M., Stride, C. B., & Pychyl, T. A. (2023). Procrastination and health: A longitudinal test of the roles of stress and health behaviours. *British Journal of Health Psychology*, 28(3), 860-875.
- Steel, P. (2007). The nature of procrastination: A meta-analytic and theoretical review of quintessential self-regulatory failure. *Psychological Bulletin*, 133(1), 65–94. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.133.1.65>
- Şahin, İ. (2005). Humanizm ve eğitim. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 3(11), 47-55.
- Terry, W. S. (2018). *Öğrenme, bellek: Temel ilkeler, süreçler ve işlemler* (B. Cangöz, Çev. Ed.). Ankara: Anı Yayıncılık. (Orijinal eser 2009’da 4. baskı olarak yayımlandı).
- Tuckman, B. W. (1991). The development and concurrent validity of the procrastination scale. *Educational and Psychological Measurement*, 51(2), 473–480.
- Uygun, Ö. (2021). *Ortaokul öğrencilerinin öğrenme motivasyonunu etkileyen faktörler* (Tez no. 691481) [Yüksek lisans tezi, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Wolters, C. A. (2003). Understanding procrastination from a self regulated learning perspective. *Journal of Educational Psychology*, 95(1), 179–187.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2018). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (11. baskı). Seçkin Yayıncılık.
- Yurdakul, B. (2008). Yapılandırmacı öğrenme yaklaşımının sosyal-bilişsel bağlamda bilgiyi oluşturmaya katkısı. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 11(20), 39-67.
- Zimmerman, B. J. (2002). Becoming a self regulated learner: An overview. *Theory Into Practice*, 41(2), 64–70.

ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN SOSYAL MEDYA BAĞIMLILIĞI İLE OKULA BAĞLILIK DÜZEYLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ

Uzman Öğretmen, Ahmet KEÇİCİ

Milli Eğitim Bakanlığı, 19 Mayıs İlkokulu, Düzce, Türkiye

ORCID: 0009-0004-5211-7064

ahmetkecici@gmail.com

Doç. Dr. Ender KAZAK

Düzce Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Eğitim Yönetimi ve Denetimi, Düzce, Türkiye

ORCID: 0000-0001-5761-6330

ÖZET

Dijital teknolojilerin hızlı gelişimiyle birlikte sosyal medya, özellikle ergenlik dönemindeki bireylerin günlük yaşamında önemli bir yer edinmiştir. Sosyal medya platformlarının yaygın kullanımı; öğrencilerin sosyal ilişkilerini, akademik yaşantılarını ve okul yaşamına yönelik tutumlarını etkileyebilmektedir. Özellikle ortaokul dönemindeki öğrenciler, gelişimsel özellikleri nedeniyle sosyal medya kullanımının etkilerine karşı daha hassas bir konumda bulunmaktadır. Bu nedenle sosyal medya bağımlılığı ile okula bağlılık arasındaki ilişkinin incelenmesi önem taşımaktadır.

Bu araştırmanın amacı, ortaokul öğrencilerinin sosyal medya bağımlılığı düzeyleri ile okula bağlılık düzeyleri arasındaki ilişkiyi belirlemektir. Araştırmada nicel araştırma yöntemlerinden ilişkisel tarama modeli kullanılmıştır. Araştırmanın örneklemini, 2025-2026 eğitim-öğretim yılında Düzce ili merkez ilçesinde öğrenim görmekte olan gönüllü 321 ortaokul öğrencisi oluşturmaktadır. Verilerin toplanmasında “Kişisel Bilgi Formu”, “Ergenler İçin Sosyal Medya Bağımlılığı Ölçeği” ve “Okula Bağlılık Ölçeği” kullanılmıştır. Elde edilen verilerin analizinde SPSS 25 paket programından yararlanılmıştır.

Araştırma sonucunda ortaokul öğrencilerinin sosyal medya bağımlılığı düzeyleri ile okula bağlılık düzeyleri arasında pozitif yönlü, orta düzeyde ve anlamlı bir ilişki olduğu belirlenmiştir ($r=,504$; $p<,05$). Araştırmanın, ortaokul öğrencilerinde sosyal medya bağımlılığı ile okula bağlılık arasındaki ilişkiyi ortaya koyarak literatüre katkı sağlayacağı ve eğitimcilere, ailelere ve politika yapıcılara yol gösterici veriler sunacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Sosyal medya bağımlılığı, okula bağlılık, ortaokul öğrencileri, ergenlik, sosyal media

EXAMINING THE RELATIONSHIP BETWEEN SOCIAL MEDIA ADDICTION AND SCHOOL ENGAGEMENT LEVELS OF SECONDARY SCHOOL STUDENTS

Specialist Teacher Ahmet KEÇİCİ

Ministry of National Education, 19 Mayıs Primary School, Düzce, Türkiye

ORCID: 0009-0004-5211-7064

ahmetkecici@gmail.com

Assoc. Prof. Dr. Ender KAZAK

**Düzce University, Faculty of Education, Department of Educational Administration and Supervision,
Düzce, Türkiye**

ORCID: 0000-0001-5761-6330

ABSTRACT

With the rapid development of digital technologies, social media has become an important part of the daily lives of individuals, especially adolescents. The widespread use of social media platforms may affect students' social relationships, academic lives, and attitudes toward school life. Secondary school students, in particular, are in a more sensitive position regarding the effects of social media use due to their developmental characteristics. Therefore, examining the relationship between social media addiction and school engagement is considered important.

The aim of this study is to determine the relationship between secondary school students' levels of social media addiction and their levels of school engagement. In the study, the relational survey model, one of the quantitative research methods, was employed. The sample of the study consisted of 321 volunteer secondary school students studying in the central district of Düzce during the 2025–2026 academic year. The “Personal Information Form,” “Social Media Addiction Scale for Adolescents,” and “School Engagement Scale” were used as data collection tools. The obtained data were analyzed using the SPSS 25 statistical package program.

As a result of the study, a positive, moderate, and statistically significant relationship was found between secondary school students' levels of social media addiction and school engagement ($r=.504$; $p<.05$). It is believed that this study will contribute to the literature by revealing the relationship between social media addiction and school engagement among secondary school students and will provide guidance for educators, families, and policymakers.

Keywords: Social media addiction, school engagement, secondary school students, adolescence, social media

GİRİŞ

Bilgi ve iletişim teknolojilerinde meydana gelen hızlı gelişmeler, bireylerin iletişim kurma biçimlerini önemli ölçüde değiştirmiştir. İnternet temelli dijital uygulamaların yaygınlaşmasıyla birlikte sosyal medya platformları günlük yaşamın merkezinde yer almaya başlamıştır. Geleneksel medya araçlarında iletişim çoğunlukla tek yönlü gerçekleşirken, sosyal medya bireylere içerik üretme, paylaşma ve karşılıklı etkileşim kurma imkânı sunmaktadır (Ayhan ve Çavuş, 2014; Polat, 2018). Bu dönüşüm, özellikle çocuklar ve ergenler açısından sosyal medyanın yalnızca bir iletişim aracı değil; aynı zamanda sosyalleşme, eğlenme ve kimlik geliştirme alanı hâline gelmesine neden olmuştur (Boyd ve Ellison, 2007). Ortaokul dönemi, bireyin bilişsel, duygusal ve sosyal gelişiminin hız kazandığı önemli bir gelişim evresidir. Bu dönemde öğrenciler akran ilişkilerine daha fazla önem vermekte, sosyal kabul görme ihtiyacı hissetmekte ve dijital ortamlara daha yoğun ilgi göstermektedir. Akıllı telefon ve tablet kullanımının yaygınlaşmasıyla birlikte sosyal medya kullanım yaşı giderek düşmektedir. TÜİK (2024) verilerine göre çocukların internet ve sosyal medya kullanım oranlarının yüksek düzeylere ulaşması, sosyal medyanın ortaokul öğrencilerinin yaşamındaki etkisini açık biçimde ortaya koymaktadır. Ayrıca sosyal medya platformlarının sunduğu sürekli çevrim içi olma ve anlık etkileşim imkânı, ergenlerin bu platformlarda daha fazla zaman geçirmesine neden olmaktadır (Wearesocial-Hootsuite, 2024).

Sosyal medya platformlarının bilinçli kullanımı bireylere bilgi edinme, iletişim kurma ve sosyal destek sağlama açısından çeşitli katkılar sunabilmektedir. Bununla birlikte kontrolsüz ve aşırı kullanım, zamanla bağımlılık düzeyine ulaşarak bireyin günlük yaşamını olumsuz etkileyebilmektedir. Sosyal medya bağımlılığı; bireyin sosyal medya kullanımını denetlemekte zorlanması, çevrim içi ortamda uzun süre geçirmesi ve bu durumun akademik, sosyal ve psikolojik yaşamını olumsuz etkilemesi şeklinde değerlendirilmektedir (Kuss ve Griffiths, 2017). Araştırmalar, yoğun sosyal medya kullanımının dikkat dağınıklığı, akademik performans düşüklüğü, zaman yönetimi problemleri ve sosyal ilişkilerde zayıflama gibi sonuçlara yol açabileceğini göstermektedir (Junco, 2012; Kubey vd., 2001). Öğrencilerin akademik ve sosyal gelişiminde önemli bir yere sahip olan okula bağlılık ise öğrencinin kendisini okulun bir parçası olarak hissetmesi, okul ortamına aidiyet geliştirmesi ve okulun akademik-sosyal hedeflerini benimsemesi olarak tanımlanmaktadır (Finn, 1993). Okula bağlılığı yüksek olan öğrencilerin akademik başarılarının arttığı, okul kurallarına uyumlarının güçlendiği ve riskli davranışlardan daha uzak kaldıkları belirtilmektedir (Fredricks vd., 2004; Roorda vd., 2011). Buna karşılık öğrencinin okula yönelik aidiyet duygusunun zayıflaması; devamsızlık, düşük akademik başarı ve okuldan uzaklaşma gibi olumsuz durumlarla ilişkilendirilmektedir (Goodenow, 1993).

Günümüzde sosyal medya kullanımının öğrencilerin okul yaşantıları üzerindeki etkisi giderek daha fazla tartışılmaktadır. Özellikle sosyal medya bağımlılığının öğrencilerin okula yönelik aidiyet duygularını ve okul ile kurdukları bağı olumsuz etkileyebileceği düşünülmektedir. Alanyazında sosyal medya bağımlılığı ile okula bağlılık arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalar bulunmasına rağmen, ortaokul öğrencileri üzerinde gerçekleştirilen araştırmaların sınırlı olduğu görülmektedir. Bu nedenle ortaokul öğrencilerinin sosyal medya bağımlılığı ile okula bağlılık düzeyleri arasındaki ilişkinin incelenmesinin alanyazına katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bu çalışmada, ortaokul öğrencilerinin sosyal medya bağımlılığı düzeyleri ile okula bağlılık düzeyleri arasındaki ilişkinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

1. KURAMSAL ÇERÇEVE

Teknolojik gelişmeler ve internet kullanımının yaygınlaşmasıyla birlikte sosyal medya, bireylerin günlük yaşamında önemli bir yer edinmiştir. Web 2.0 teknolojileri sayesinde kullanıcılar yalnızca bilgiye ulaşan pasif bireyler olmaktan çıkmış; aynı zamanda içerik üreten, paylaşan ve etkileşim kuran aktif kullanıcılar hâline gelmiştir (D'Souza, 2007; Bat, 2012). Sosyal medya; bireylerin düşüncelerini ifade edebildiği, içerik paylaşabildiği ve çevrim içi topluluklar oluşturabildiği dijital platformlar bütünü olarak tanımlanmaktadır (Vural ve Bat, 2010). Özellikle Instagram, YouTube, TikTok ve X gibi platformlar çocuklar ve ergenler arasında yoğun biçimde kullanılmaktadır. Sosyal medyanın bilinçli kullanımı bilgiye hızlı erişim, iletişim kurma ve sosyalleşme

açısından çeşitli avantajlar sağlayabilmektedir. Ancak kontrolsüz kullanım, zamanla bireyin günlük yaşamını etkileyen bağımlılık davranışlarına dönüşebilmektedir. Sosyal medya bağımlılığı; bireyin sosyal medya kullanımını denetlemekte zorlanması, sosyal medya kullanım süresinin giderek artması ve çevrim dışı kaldığında huzursuzluk hissetmesi şeklinde açıklanmaktadır (Kuss ve Griffiths, 2017). Literatürde sosyal medya bağımlılığının dikkat dağınıklığı, akademik performans düşüklüğü, uyku problemleri ve sosyal ilişkilerde zayıflama gibi olumsuz sonuçlara yol açabildiği belirtilmektedir (Junco, 2012; Balcı ve Baloglu, 2018).

Ortaokul dönemi, bireyin sosyal çevresiyle ilişkilerinin güçlendiği ve kimlik gelişiminin hız kazandığı önemli bir gelişim sürecidir. Bu dönemde öğrenciler akran onayı alma, sosyal çevrede kabul görme ve kendini ifade etme ihtiyacı hissetmektedir. Sosyal medya platformları da bu ihtiyaçların karşılanabildiği dijital ortamlar olarak öne çıkmaktadır. Ancak özellikle gelişmeleri kaçırma korkusu (FoMO), sosyal onay ihtiyacı ve sürekli çevrim içi olma isteği gibi faktörler, öğrencilerin sosyal medya kullanımını artırabilmektedir (Przybylski vd., 2013). Bu durum zamanla öğrencilerin akademik sorumluluklarını ihmal etmelerine ve okul yaşamından uzaklaşmalarına neden olabilmektedir. Öğrencilerin akademik ve sosyal gelişiminde önemli bir yere sahip olan okula bağlılık kavramı ise öğrencinin kendisini okulun bir parçası olarak hissetmesi, okul ortamına aidiyet geliştirmesi ve okulun akademik-sosyal hedeflerini benimsemesi olarak tanımlanmaktadır (Finn, 1993). Okula bağlılık; davranışsal, bilişsel ve duyuşsal olmak üzere üç boyutta ele alınmaktadır (Fredricks vd., 2004). Okula bağlılığı yüksek olan öğrencilerin akademik başarılarının arttığı, okul kurallarına daha fazla uyum gösterdiği ve riskli davranışlardan daha uzak kaldığı belirtilmektedir (Roorda vd., 2011). Buna karşılık öğrencinin okula yönelik aidiyet duygusunun zayıflaması; devamsızlık, düşük motivasyon ve akademik başarısızlık gibi olumsuz sonuçlarla ilişkilendirilmektedir (Goodenow, 1993).

Son yıllarda sosyal medya bağımlılığı ile okula bağlılık arasındaki ilişki araştırmacıların dikkatini çeken konular arasında yer almaktadır. Yapılan çalışmalar, sosyal medya kullanımının aşırı düzeye ulaşmasının öğrencilerin ders çalışma sürelerini azalttığını, dikkat süreçlerini olumsuz etkilediğini ve okul ortamına yönelik aidiyet duygularını zayıflatabildiğini göstermektedir (Günüç ve Kayri, 2010). Özellikle ergenlik dönemindeki öğrencilerin sosyal medya ortamlarında geçirdiği sürenin artması, okul içi sosyal ilişkileri ve akademik katılımı olumsuz etkileyebilmektedir. Bu nedenle ortaokul öğrencilerinin sosyal medya bağımlılığı ile okula bağlılık düzeyleri arasındaki ilişkinin incelenmesi önemli görülmektedir

2. YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın modeli, evren ve örnekleme, veri toplama araçları, verilerin toplanması ve analizi ile ilgili bilgilere yer verilmiştir.

Araştırmanın Deseni

Bu çalışmada, ortaokul öğrencilerinin sosyal medya bağımlılığı ile okula bağlılık düzeyleri arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla nicel araştırma yöntemlerinden ilişkisel tarama modeli kullanılmıştır. İlişkisel tarama modeli, iki veya daha fazla değişken arasındaki ilişkinin yönünü ve düzeyini belirlemeyi amaçlayan araştırma desendir (Büyüköztürk, 2009).

Evren Ve Örneklem

Araştırmanın çalışma grubunu, 2025–2026 eğitim öğretim yılında Düzce ili merkez ilçesindeki resmi ortaokullarda öğrenim gören 321 öğrenci oluşturmaktadır. Katılımcılar kolayda örnekleme yöntemiyle belirlenmiştir. Öğrencilerin %52,6'sı kız, %47,4'ü erkektir. Katılımcıların yaşları 10 ile 15 arasında değişmekte olup öğrenciler farklı sınıf düzeylerinden çalışmaya dâhil edilmiştir. Ayrıca öğrencilerin günlük sosyal medya kullanım sürelerinin çoğunlukla 1–3 saat aralığında olduğu belirlenmiştir.

Veri Toplama Araçları

Araştırmada veri toplama aracı olarak Kişisel Bilgi Formu, Ergenler İçin Sosyal Medya Bağımlılığı Ölçeği ve Okula Bağlılık Ölçeği kullanılmıştır.

Ergenler İçin Sosyal Medya Bağımlılığı Ölçeği, Özgenel, Canpolat ve Ekşi (2019) tarafından geliştirilmiş olup tek boyut ve 9 maddeden oluşmaktadır. Ölçekten alınan yüksek puanlar sosyal medya bağımlılığı düzeyinin yüksek olduğunu göstermektedir. Bu araştırmada ölçeğin Cronbach Alpha güvenirlik katsayısı .81 olarak hesaplanmıştır.

Okula Bağlılık Ölçeği ise Fredricks vd. (2005) tarafından geliştirilmiş, Türkçe uyarlaması Çengel, Totan ve Çöğmen (2017) tarafından yapılmıştır. Ölçek davranışsal, bilişsel ve duyuşsal olmak üzere üç alt boyuttan ve 19 maddeden oluşmaktadır. Bu araştırma kapsamında ölçeğin Cronbach Alpha güvenirlik katsayısı .86 olarak bulunmuştur.

Verilerin Analizi

Araştırma verileri SPSS 26 paket programı kullanılarak analiz edilmiştir. Analiz sürecinde öncelikle veri setinin normal dağılım gösterip göstermediği incelenmiş, çarpıklık ve basıklık değerlerinin kabul edilebilir sınırlar içerisinde olduğu belirlenmiştir. Bu doğrultuda parametrik testlerin kullanılmasına karar verilmiştir. Araştırmanın temel problemi doğrultusunda ortaokul öğrencilerinin sosyal medya bağımlılığı ile okula bağlılık düzeyleri arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla Pearson Korelasyon Analizi uygulanmıştır. Anlamlılık düzeyi $p < .05$ olarak kabul edilmiştir.

3. BULGULAR

Bu bölümde ortaokul öğrencilerinin sosyal medya bağımlılığı düzeyleri ile okula bağlılık düzeyleri arasındaki ilişkiye yönelik analiz sonuçlarına yer verilmiştir. Araştırmanın temel problemi doğrultusunda değişkenler arasındaki ilişkinin yönünü ve düzeyini belirlemek amacıyla Pearson Momentler Çarpımı Korelasyon Analizi uygulanmıştır.

Tablo 1. Sosyal Medya Bağımlılığı ile Okula Bağlılık Arasındaki İlişkiye Yönelik Pearson Korelasyon Analizi Sonuçları

	Sosyal Medya Bağımlılığı	Okula Bağlılık
Sosyal Medya Bağımlılığı	r	1
	p	,504*
	N	,000
Okula Bağlılık	r	1
	p	
	N	321

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Tablo 1 incelendiğinde, ortaokul öğrencilerinin sosyal medya bağımlılığı düzeyleri ile okula bağlılık düzeyleri arasında pozitif yönlü, orta düzeyde ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğu görülmektedir ($r = .504$; $p < .05$). Elde edilen bulguya göre öğrencilerin sosyal medya bağımlılığı puanları arttıkça okula bağlılık puanlarının da arttığı belirlenmiştir.

Araştırma sonucunda elde edilen bu ilişki, sosyal medya kullanımının ortaokul öğrencilerinin okul yaşantılarıyla tamamen olumsuz bir ilişki içerisinde olmadığını göstermektedir. Özellikle ergenlik dönemindeki öğrencilerin sosyal medya platformlarını iletişim kurma, akran ilişkilerini sürdürme, bilgi edinme ve okul ile ilgili paylaşımlarda bulunma amacıyla kullanmaları, okula yönelik aidiyet duygularını destekleyebilmektedir. Bununla birlikte sosyal medya kullanımının niteliği ve kullanım amacı dikkate alınmadan yapılacak değerlendirmelerin

sınırlı kalabileceği düşünülmektedir. Bu nedenle öğrencilerin sosyal medya kullanım alışkanlıklarının yalnızca süre açısından değil, kullanım biçimi açısından da değerlendirilmesi önem taşımaktadır.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Araştırma sonucunda ortaokul öğrencilerinin sosyal medya bağımlılığı düzeylerinin düşük seviyede olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerin sosyal medya bağımlılığı ölçeğinden aldıkları puan ortalaması incelendiğinde, sosyal medya kullanımının yaygın olmasına rağmen bağımlılık düzeyinin yüksek olmadığı görülmektedir. Bu durum, ortaokul dönemindeki öğrencilerin sosyal medya kullanım süreçlerinin aile kontrolü ve okul denetimi altında gerçekleşmesiyle ilişkili olabilir. Ayrıca öğrencilerin yaş düzeyleri nedeniyle dijital platformları lise ve üniversite öğrencilerine kıyasla daha sınırlı biçimde kullanmaları da bu sonucu açıklayabilmektedir. Araştırmadan elde edilen bu bulgu, literatürde yer alan bazı çalışmalarla benzerlik göstermektedir. Çolak (2020), lise öğrencileriyle gerçekleştirdiği çalışmada sosyal medya bağımlılığı düzeyinin düşük olduğunu belirtmiştir. Benzer şekilde Aktan (2018) ile Tutgun-Ünal'ın (2015) üniversite öğrencileri üzerinde yürüttüğü araştırmalarda da sosyal medya bağımlılığının düşük düzeyde olduğu ifade edilmiştir. Bununla birlikte bazı araştırmalarda sosyal medya bağımlılığı düzeyinin orta seviyede olduğu görülmektedir (Güney ve Taştepe, 2020). Araştırma sonuçları arasındaki farklılığın; yaş grubu, aile denetimi, sosyal çevre ve dijital araçlara erişim düzeyi gibi değişkenlerden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Araştırma kapsamında öğrencilerin okula bağlılık düzeylerinin ise orta düzeyde olduğu belirlenmiştir. Bu bulgu, öğrencilerin okullarına yönelik aidiyet duygularının tamamen zayıf olmadığını ancak çok güçlü bir bağlılık da geliştirmediklerini göstermektedir. Ortaokul dönemi, öğrencilerin kimlik gelişimi, akran ilişkileri ve sosyal kabul ihtiyacının yoğun biçimde yaşandığı bir dönemdir. Bu nedenle öğrencilerin aidiyet duyguları yalnızca fiziksel okul ortamıyla sınırlı kalmamakta, dijital iletişim alanlarına da taşınabilmektedir. Alan yazında orta düzey okula bağlılık bulgusuyla benzer sonuçlara ulaşan çalışmalar bulunmaktadır (Akarsu, 2018; Aksu, 2019; Aydın, 2018; Osterman, 2000). Literatürde okula bağlılığın akademik başarı, motivasyon ve okul içi etkinliklere katılım üzerinde önemli bir etkisi olduğu vurgulanmaktadır.

Araştırmanın temel problemini oluşturan analiz sonucunda, ortaokul öğrencilerinin sosyal medya bağımlılığı düzeyleri ile okula bağlılık düzeyleri arasında pozitif yönlü, orta düzeyde ve anlamlı bir ilişki olduğu belirlenmiştir ($r=.504$; $p<.05$). Bu bulgu, sosyal medya kullanım eğilimi arttıkça öğrencilerin okula yönelik aidiyet duygularının da arttığını göstermektedir. Elde edilen sonuç, literatürde sosyal medya bağımlılığının çoğunlukla akademik süreçleri olumsuz etkilediğini belirten araştırmalardan farklılaşmaktadır.

Alan yazında Beyazgül Tosun (2022) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, sosyal medya bağımlılığı ile okula bağlılık arasında negatif yönlü bir ilişki bulunduğu belirtilmiştir. Araştırmacı bu durumu, okuluna bağlı öğrencilerin sanal ortamlara daha az ihtiyaç duymasıyla açıklamaktadır. Buna karşın mevcut araştırmada elde edilen pozitif yönlü ilişki, ortaokul öğrencilerinin sosyal medyayı yalnızca eğlence amacıyla değil; arkadaşlık ilişkilerini sürdürme, iletişim kurma ve okul yaşantısıyla ilgili etkileşimlerde bulunma amacıyla kullandıklarını düşündürmektedir. Özellikle öğrencilerin okul arkadaşlarıyla dijital ortamda iletişimlerini devam ettirmeleri, okul aidiyetini destekleyen bir unsur olarak değerlendirilebilir.

Literatürde sosyal medya bağımlılığı ile okula bağlılık arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmaların sınırlı sayıda olduğu ve farklı sonuçlara ulaşıldığı görülmektedir. Bilgin ve Taş (2018) tarafından yapılan araştırmada sosyal medya kullanımının okula bağlılık üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı belirtilmiştir. Mevcut araştırmada elde edilen pozitif yönlü ilişki ise günümüz öğrencilerinin dijital iletişim araçlarını okul yaşamının bir parçası hâline getirdiğini göstermesi açısından önem taşımaktadır. Bu bağlamda sosyal medyanın kullanım amacı ve kullanım biçiminin, öğrencilerin okul yaşantıları üzerindeki etkisini belirleyen önemli değişkenler olduğu düşünülmektedir.

Araştırma sonuçları doğrultusunda, ortaokul öğrencilerinin sosyal medya bağımlılığı ile okula bağlılık düzeyleri arasında pozitif yönlü bir ilişki bulunduğu dikkate alındığında, sosyal medya kullanımının öğrencilerin okul yaşamıyla etkileşimlerini destekleyici biçimde ve bilinçli şekilde yönlendirilmesi önerilebilir. Bu kapsamda öğrencilerin sosyal medyayı akademik paylaşım, iletişim ve sosyal etkileşim amacıyla dengeli kullanmalarına yönelik eğitim ve rehberlik çalışmalarının artırılması önem taşımaktadır. Ayrıca okul aidiyetini güçlendirmeye yönelik sosyal, kültürel ve akademik etkinliklerin desteklenmesi yararlı olabilir. İleride yapılacak araştırmalarda farklı yaş grupları ve farklı örneklem türleri üzerinde çalışmalar yürütülmesi, sosyal medya bağımlılığı ile okula bağlılık arasındaki ilişkinin daha kapsamlı biçimde anlaşılmasına katkı sağlayabilir.

KAYNAKLAR

- Akarsu, N. (2018). *Ortaokullarda moral iklim ile öğrencilerin okula bağlılıkları arasındaki ilişki* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Fırat Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Aksu, E. Z. (2019). *İlkokul Öğrencilerinin Okula Bağlılık Düzeylerinin Çeşitli Değişkenler Açısından İncelenmesi* (Yüksek lisans tezi). Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Aktan, E. (2018). Üniversite Öğrencilerinin Sosyal Medya Bağımlılık Düzeylerinin Çeşitli Değişkenlere göre İncelenmesi. *Erciyes İletişim Dergisi*, 5(4): 405-421.
- Aydın, R. (2018). *Ortaokul öğrencilerinin okul aidiyeti ile okul memnuniyeti arasındaki ilişkinin incelenmesi* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ayhan, B. ve Çavuş, S. (2014). İzleyici araştırmalarında değişim: kullanımlar ve doyumlardan bağımlılığa. *Selçuk İletişim*, 8(2), 32-60.
- Balcı, Ş. ve Baloğlu, E. (2018). Sosyal medya bağımlılığı ile depresyon arasındaki ilişki: “üniversite gençliği üzerine bir saha araştırması”. *Galatasaray Üniversitesi İletişim Dergisi*, (29), 209-234. doi: 10.16878/gsuilet.500860
- Bat, M. (2012). *Dijital platformda sosyal medyanın stratejik kurumsal iletişime etkisi*. Yayımlanmamış Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Bilgin, O. ve Taş, İ. (2018). Ergenlerde Okula Bağlılığın Yordayıcıları Olarak Okul İklimi ve Sosyal Medya Bağımlılığı. *Akdeniz Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 12(26), 15-33.
- Beyazgül Tosun, A. (2022). *Ergenlerde sosyal medya bağımlılığı ile okula bağlılık ve aile yaşam doyumu arasındaki ilişki* (Yüksek lisans tezi, İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü). YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Boyd, D. M., & Ellison, N. B. (2007). Social Network Sites: Definition, History, and Scholarship. *Journal of Computer-Mediated Communication*, 13(1): 210-230.
- Büyüköztürk, Ş. (2019). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı: İstatistik, araştırma deseni, SPSS uygulamaları ve yorum* (25. baskı). Pegem Akademi Yayıncılık.
- Çengel, M., Totan, T., Çöğmen, S. (2017). Okula Bağlılık Ölçeğinin Türkçeye uyarlanması. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17 (4), 1820-1837.
- Çolak, Ç. H. (2020). *Lise öğrencilerinde sosyal medya bağımlılığı ve duygu düzenleme becerilerinin kişilik özelliklerine ve çeşitli değişkenlere göre incelenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi). Sakarya Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
- D'Souza, Q. (2007.). Web 2.0 Ideas for Educators: A Guide to RSS and More. Retrieved November 2, 2025, from [http://www.teachinghacks.com/audio/100ideas Web2educators.pdf](http://www.teachinghacks.com/audio/100ideas%20Web2educators.pdf)

- Finn, J. D. (1993). *School Engagement & Students at Risk*. National Center for Education Statistics.
- Fredricks, J. A., Blumenfeld, P. C., & Paris, A. H. (2004). School engagement: Potential of the concept, state of the evidence. *Review of Educational Research*, 74(1), 59-109. <https://doi.org/10.3102/00346543074001059>
- Goodenow, C., & Grady, K. E. (1993). The Relationship of School Belonging and Friends' Values to Academic Motivation Among Urban Adolescent Students. *The Journal of Experimental Education*, 62(1), 60-71.
- Güney, M. ve Taştepe, T. (2020). Ergenlerde sosyal medya kullanımı ve sosyal medya bağımlılığı. *Ankara Sağlık Bilimleri Dergisi*, 9(2), 183-190.
- Günüç, S., & Kayri, M. (2010). Türkiye’de internet bağımlılık profili ve internet bağımlılık ölçeğinin geliştirilmesi: Geçerlik-güvenirlik çalışması. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 39, 220-232.
- Junco, R. (2012). Too much face and not enough books: The relationship between multiple indices of Facebook use and academic performance. *Computers in Human Behavior*, 28(1), 187-198.
- Kubey, R. W., Lavin, M. J., & Barrows, J. R. (2001). Internet use and collegiate academic performance decrements: Early findings. *Journal of Communication*, 52(2), 366–382. <https://doi.org/10.1111/j.1460-2466.2001.tb02885.x>
- Kuss, D. J., & Griffiths, M. D. (2017). Social networking sites and addiction: Ten lessons learned. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(3), 311. <https://doi.org/10.3390/ijerph14030311>
- Osterman, F.K. (2000). Students’ Need for Belonging in the School Community. *Review of Educational Research*. 17(3), 339.
- Özgenel, M., Canpolat, Ö. ve Ekşi, H. (2019). Ergenler için Sosyal Medya Bağımlılığı Ölçeği (ESMBÖ): Geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Addicta: The Turkish Journal on Addictions*, 6(3), 631-664. <http://dx.doi.org/10.15805/addicta.2019.6.3.0086>
- Polat, H. (2018). Geleneksel medyada temsil sorunu: alternatif bir mecra olarak yeni medya. *Karadeniz*, (38), 45-60. doi: <https://doi.org/10.17498/kdeniz.383516>
- Przybylski, A.K., Murayama, K., Dehaan, C.R., Gladwell, V., (2013). ‘Motivational, Emotional, And Behavioral Correlates Of Fear Of Missing Out’, *Computers In Human Behavior* 29 (4), 1841-1848.
- Roorda, D. L., Koomen, H. M., Spilt, J. L., & Oort, F. J. (2011). The influence of affective teacher–student relationships on students’ school engagement and achievement: A meta-analytic approach. *Review of Educational Research*, 81(4), 493-561. <https://doi.org/10.3102/0034654311421766>
- Tutgun Ünal, A. (2015). *Sosyal Medya Bağımlılığı: Üniversite Öğrencileri Üzerine Bir Araştırma* (Yayımlanmamış doktora tezi). Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- TÜİK. (2024). *Çocuklarda Bilişim Teknolojileri Kullanım Araştırması, 2024*. Türkiye İstatistik Kurumu. [https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Cocuklarda-Bilisim-Teknolojileri-Kullanim-Arastirmasi-2024-53638]
- Vural, Z. B. A., ve Bat, M. (2010). Yeni bir iletişim ortamı olarak sosyal medya: Ege Üniversitesi iletişim fakültesine yönelik bir araştırma. *Yaşar Üniversitesi Dergisi*, 20(5), 3348-3382.
- We Are Social. (2024). *Digital 2024: Global overview report*. We Are Social. https://wearesocial.com/us/blog/2024/01/digital-2024/?utm_source

İLKOKUL ÖĞRETMENLERİNİN ÖZYETERLİK ALGILARI**Bağdagül DAROL^{1*} / Doç. Dr. Bayram GÖKBULUT²**

¹ Yüksek Lisans Öğrencisi, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eğitim Programları ve Öğretim, serkanbagdagul@gmail.com, ORCID: 0000-0002-0617-6934

² Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Ereğli Eğitim Fakültesi, Eğitim Programları ve Öğretim, bayram.gokbulut@beun.edu.tr, ORCID: 0000-0002-7218-5900

* Bu çalışma Doç. Dr. Bayram Gökbulut danışmanlığında yürütülen Bağdagül Darol'a ait yüksek lisans tez çalışmasının bir bölümünden oluşmaktadır.

Özet

Bu araştırmada, ilkokul öğretmenlerinin öğretmenlik mesleği öz yeterlik algılarının ortaya konulması amaçlanmıştır. Nicel yöntemle gerçekleştirilen çalışmanın örneklemini Batı Karadeniz’de yer alan bir ilde görev yapan ve ilkokul kademesinde derse giren 314 öğretmen oluşturmaktadır. Veri toplama aracı olarak Çapa ve arkadaşları (2005) tarafından Türkçeye uyarlanan Öğretmen Öz Yeterlik Ölçeği kullanılmıştır. Verilerin çözümlenmesinde aritmetik ortalama, standart sapma, bağımsız gruplar t-testi ve tek yönlü varyans analizi (ANOVA) gibi betimsel ve kestirimsel istatistiklerden yararlanılmıştır. Araştırma bulguları, ilkokul öğretmenlerinin öz yeterlik algılarının dokuzlu derecelendirme üzerinden yüksek düzeyde olduğunu ($\bar{X} = 7,98$; $SS = 0,92$) göstermektedir. Ölçeğin alt boyutları incelendiğinde en yüksek ortalamanın sınıf yönetimi boyutunda ($\bar{X} = 8,06$), bunu sırasıyla öğrenci katılımı ($\bar{X} = 7,97$) ve öğretim stratejileri ($\bar{X} = 7,91$) boyutlarının izlediği belirlenmiştir. Öğretmenlerin öz yeterlik algılarının cinsiyete göre anlamlı biçimde farklılaşmadığı saptanmıştır ($t = -0,99$; $p > .05$). Benzer şekilde, öz yeterlik algı düzeyleri mesleki kıdeme göre de anlamlı bir farklılık göstermemektedir ($F = 1,12$; $p > .05$). Bu bulgular, ilkokul öğretmenlerinin mesleki öz yeterlik inançlarının güçlü olduğunu ve bu inancın cinsiyet ile mesleki kıdem gibi demografik değişkenlerden bağımsız biçimde geliştiğini ortaya koymaktadır. Sonuçlar, öğretmenlerin öz yeterlik algılarını destekleyici mesleki gelişim uygulamalarının tüm kıdem ve cinsiyet gruplarını kapsayacak biçimde tasarlanmasının önemine işaret etmektedir.

Anahtar Kelimeler: öğretmen öz yeterliği, öz yeterlik algısı, ilkokul öğretmenleri, sınıf yönetimi, öğretmenlik mesleği

SELF-EFFICACY PERCEPTIONS OF PRIMARY SCHOOL TEACHERS**Bağdagül DAROL¹ / Assoc. Prof. Dr. Bayram GÖKBULUT²****Abstract**

This study aims to reveal the teaching profession self-efficacy perceptions of primary school teachers. Conducted with a quantitative method, the sample of the study consists of 314 teachers working in a province in the Western Black Sea region and teaching at the primary school level. The Teacher Self-Efficacy Scale, adapted into Turkish by Çapa et al. (2005), was used as the data collection tool. Arithmetic mean, standard deviation, independent samples t-test, and one-way analysis of variance (ANOVA) were employed in data analysis. Findings indicate that primary school teachers' self-efficacy perceptions are at a high level on the nine-point scale ($M = 7.98$; $SD = 0.92$). When the subdimensions of the scale are examined, the highest mean is observed in the classroom management dimension ($M = 8.06$), followed by student engagement ($M = 7.97$) and instructional strategies ($M = 7.91$), respectively. Teachers' self-efficacy perceptions do not differ significantly by gender ($t = -0.99$; $p > .05$). Similarly, self-efficacy levels show no significant difference according to professional seniority ($F = 1.12$; $p > .05$). These findings reveal that primary school teachers' professional self-efficacy beliefs are strong and develop independently of demographic variables such as gender and professional seniority. The results highlight the importance of designing professional development practices that support teachers' self-efficacy perceptions in a way that encompasses all seniority and gender groups.

Keywords: teacher self-efficacy, self-efficacy perception, primary school teachers, classroom management, teaching profession

GİRİŞ

Eğitimde niteliğin sağlanması, büyük ölçüde sınıfta görev yapan öğretmenlerin mesleki yeterliklerine bağlıdır. Öğretmenlerin bu yeterliklerin başında kendi mesleki becerilerine duydukları inanç, yani öz yeterlik algısı gelmektedir. Öğretmenin öğretme görevini başarıyla yerine getirebileceğine yönelik bu öznel yargı, sınıf içindeki davranışları, çaba düzeyi ve mesleki dirençlilik üzerinde belirleyici bir rol üstlenmektedir (Bandura, 1997; Tschannen-Moran ve Woolfolk Hoy, 2001).

Alanyazında öğretmen öz yeterliği ile ilgili kapsamlı bir araştırma birikimi bulunmaktadır. Zee ve Koomen (2016), 40 yıllık araştırmaları kapsayan meta-analizlerinde öğretmen öz yeterliğinin öğrenci akademik uyumu, sınıf kalitesi ve öğretmen iyi oluşu ile güçlü ve pozitif yönlü ilişkiler sergilediğini ortaya koymuştur. Bu kapsamlı bulgular, öğretmen öz yeterliğinin yalnızca kuramsal değil, uygulamaya yönelik bir önem de taşıdığını göstermektedir.

Türkiye’de yapılan çalışmalar incelendiğinde, ilkökul kademesinde görev yapan öğretmenlerin öz yeterlik algılarının betimsel olarak ele alındığı güncel verilere gereksinim duyulduğu görülmektedir. Cinsiyet, mesleki kıdem ve eğitim düzeyi gibi demografik değişkenlerin öz yeterlikle ilişkisi konusunda farklı bulgulara rastlanmakta; bu durum, konunun bağlama özgü olarak yeniden ele alınmasını gerektirmektedir. Bu doğrultuda çalışmanın amacı, ilkökul öğretmenlerinin öz yeterlik algı düzeylerini belirlemek; bu algının ölçeğin alt boyutlarındaki dağılımını incelemek ve cinsiyet ile mesleki kıdem değişkenlerine göre farklılaşp farklılaşmadığını ortaya koymaktır.

1. KURAMSAL ÇERÇEVE

Öz yeterlik kavramı, Albert Bandura tarafından 1977 yılında sosyal bilişsel kuram çerçevesinde geliştirilmiş ve bireyin sahip olduğu becerilerle belli bir görevi başarıyla gerçekleştirebileceğine ilişkin öznel yargısı olarak tanımlanmıştır (Bandura, 1977). Bandura’ya (1997) göre öz yeterlik algısı; doğrudan deneyimler, dolaylı deneyimler, sözel ikna ve fizyolojik durumlar olmak üzere dört temel kaynaktan beslenmektedir. Bu kaynaklar içinde en güçlü etkiyi, bireyin kendi yaşadığı başarı deneyimleri oluşturmaktadır.

Bu kuramsal çerçeve eğitim alanına Tschannen-Moran ve Woolfolk Hoy (2001) tarafından taşınmış; araştırmacılar öğretmen öz yeterliğini, öğretmenin sahip olduğu becerilerle öğrencide istendik sonuçları oluşturabileceğine ilişkin inancı şeklinde tanımlamıştır. Aynı çalışmada öğretmen öz yeterliğinin üç temel boyut altında ele alınabileceği ortaya konulmuştur: öğrenci katılımı, öğretim stratejileri ve sınıf yönetimi. Bu üç boyut, öğretmenin sınıf içindeki temel görev alanlarını kapsamaktadır.

Öğretmen öz yeterliğinin mesleki davranışlar üzerindeki etkilerine ilişkin alanyazın oldukça zengindir. Yüksek öz yeterliğe sahip öğretmenlerin sınıfta daha kararlı davrandıkları, zorlu öğrencilerle karşılaştıklarında çabalarını sürdürdükleri ve farklı öğretim stratejileri denemeye daha açık oldukları bildirilmektedir (Pajares, 1996; Zee ve Koomen, 2016). Bu bulgular, öz yeterliği yalnızca bireysel bir psikolojik yapı olarak değil, aynı zamanda öğretim kalitesinin önemli bir göstergesi olarak değerlendirmeyi mümkün kılmaktadır.

2. YÖNTEM

2.1. Araştırmanın Modeli

Bu araştırma, nicel araştırma yaklaşımı çerçevesinde betimsel tarama modeliyle desenlenmiştir. Tarama modelleri, mevcut bir durumu var olduğu biçimiyle ortaya koymayı amaçlamakta; herhangi bir müdahale ya da değişiklik yapılmaksızın değişkenlerin betimlenmesine olanak tanımaktadır. Bu nedenle, ilkökul öğretmenlerinin öz yeterlik algılarını belirlemeye yönelik bu çalışmada söz konusu modelin tercih edilmesi uygun bulunmuştur.

2.2. Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubunu, Batı Karadeniz bölgesinde yer alan bir ildeki ilkokullarda görev yapan ve ilkokul kademesinde derse giren toplam 314 öğretmen oluşturmaktadır. Katılımcılar, araştırmacının ulaşması en kolay olan katılımcılarla gerçekleştirilen, ekonomik ve pratik bir örnekleme türü olarak tanımlanan uygun örnekleme (convenience sampling) yöntemiyle belirlenmiştir (Büyüköztürk vd., 2016). Katılımcıların %65,0'ı kadın, %35,0'ı erkek öğretmenlerden oluşmaktadır. Mesleki kıdem açısından grup, 0–10 yıl (%25,4), 11–20 yıl (%39,5) ve 21 yıl ve üzeri (%35,1) olmak üzere dengeli bir dağılım göstermektedir. Eğitim düzeyi bakımından katılımcıların %77,7'si lisans, %22,3'ü lisansüstü mezunudur.

2.3. Veri Toplama Aracı

Veriler, araştırmacılar tarafından hazırlanan Kişisel Bilgi Formu ile Çapa ve arkadaşları (2005) tarafından Türkçeye uyarlanan Öğretmen Öz Yeterlik Ölçeği aracılığıyla toplanmıştır. Ölçek; öğrenci katılımı, öğretim stratejileri ve sınıf yönetimi olmak üzere üç alt boyut ve toplam 12 maddeden oluşan, dokuzlu derecelendirmeli (1 = Yetersiz, 9 = Oldukça yeterli) bir yapıya sahiptir. Aracın Türkiye’de geçerlik ve güvenirliği yaygın biçimde kabul görmektedir. Bu araştırmada elde edilen Cronbach alfa güvenirlik katsayısı ölçeğin geneli için .951; alt boyutları için ise .857 ile .877 arasında hesaplanmıştır. Söz konusu değerler, ölçeğin bu örneklem için yüksek düzeyde iç tutarlılık sergilediğini ortaya koymaktadır (Nunnally ve Bernstein, 1994).

2.4. Verilerin Analizi

Verilerin çözümlenmesinde aritmetik ortalama ve standart sapma gibi betimsel istatistiklerin yanı sıra, grup karşılaştırmaları için bağımsız gruplar t-testi ve tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır. Normallik varsayımı çarpıklık-basıklık değerleri aracılığıyla incelenmiş ve veri setinin parametrik testler için uygun olduğu görülmüştür. Anlamlılık düzeyi .05 olarak alınmıştır.

3. BULGULAR

3.1. Öz Yeterlik Algısına İlişkin Betimsel Bulgular

Katılımcı öğretmenlerin Öğretmen Öz Yeterlik Ölçeği’ne ilişkin betimsel istatistikleri Tablo 1’de sunulmaktadır.

Tablo 1. Öğretmenlerin öz yeterlik düzeylerine ilişkin betimsel istatistikler

Alt boyut	n	$\bar{X}$	SS	Düzye
Sınıf Yönetimi	314	8,06	0,94	Yüksek
Öğrenci Katılımı	314	7,97	0,99	Yüksek
Öğretim Stratejileri	314	7,91	0,97	Yüksek
Öz Yeterlik (Genel)	314	7,98	0,92	Yüksek

Not. Ölçek 1–9 aralığındadır.

Tablo 1’de görüldüğü üzere, ilkokul öğretmenlerinin genel öz yeterlik algı ortalaması yüksek düzeyde olup 7,98 olarak hesaplanmıştır. Standart sapmanın görece düşük olması (SS = 0,92), katılımcılar arasında belirgin bir görüş birliğinin bulunduğu işaret etmektedir. Alt boyutlar incelendiğinde en yüksek ortalama 8,06 ile sınıf yönetimi boyutuna; en düşük ortalama ise 7,91 ile öğretim stratejileri boyutuna aittir. Aralarındaki farklar küçük olmakla birlikte, sınıf yönetimi boyutunun öne çıkması dikkat çekicidir.

3.2. Cinsiyete Göre Karşılaştırma

Öğretmenlerin öz yeterlik algılarının cinsiyete göre farklılaşıp farklılaşmadığını belirlemek amacıyla bağımsız gruplar t-testi uygulanmış; bulgular Tablo 2’de gösterilmiştir.

Tablo 2. Öz yeterlik puanlarının cinsiyete göre t-testi sonuçları

Cinsiyet	n	$\bar{X}$	SS	t	p
Kadın	204	7,95	0,89	-0,99	0,324
Erkek	110	8,04	0,97		

Not. $p > .05$

Tablo 2’de görüldüğü üzere kadın ve erkek öğretmenlerin öz yeterlik puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($t = -0,99$; $p = 0,324$). Ortalama değerler birbirine oldukça yakındır. Bu bulgu, ilkökul öğretmenlerinin öz yeterlik inancının cinsiyetten bağımsız biçimde geliştiğini göstermektedir.

3.3. Mesleki Kıdeme Göre Karşılaştırma

Öğretmenlerin öz yeterlik algılarının mesleki kıdem değişkenine göre farklılaşıp farklılaşmadığını belirlemek amacıyla tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış; bulgular Tablo 3’te sunulmuştur.

Tablo 3. Öz yeterlik puanlarının mesleki kıdeme göre ANOVA sonuçları

Mesleki kıdem	n	$\bar{X}$	SS	F	p
0–10 yıl	80	7,89	0,93	1,12	0,347
11–20 yıl	124	8,00	0,90		
21 yıl ve üzeri	110	8,02	0,93		

Not. $p > .05$

Tablo 3’te görüldüğü gibi mesleki kıdem gruplarının öz yeterlik puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($F = 1,12$; $p = 0,347$). Üç kıdem grubunun ortalamaları birbirine yakındır. Bu bulgu, öz yeterlik algısının kideden bağımsız biçimde yüksek bir düzeyde seyrettiğini ortaya koymaktadır.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu araştırmada ilkökul öğretmenlerinin öğretmenlik mesleği öz yeterlik algıları betimsel olarak incelenmiş; algının ölçeğin alt boyutlarındaki dağılımı, cinsiyet ve mesleki kıdem değişkenlerine göre farklılaşma durumu ortaya konulmuştur. Araştırmanın temel bulgularına göre ilkökul öğretmenlerinin öz yeterlik algı ortalaması 7,98 ile yüksek düzeydedir. Bu sonuç, Türkiye’de yapılan benzer araştırmalarda elde edilen yüksek öz yeterlik bulgularıyla uyumludur (Çapa ve diğ., 2005; Tschannen-Moran ve Woolfolk Hoy, 2001). Kuramsal olarak da bu bulgu, mesleki tecrübenin birikerek güçlü bir mesleki kimliğe dönüşmesinin ve sınıfta yaşanan doğrudan deneyimlerin öz yeterlik inancını beslemesinin (Bandura, 1997) bir yansıması olarak değerlendirilebilir.

Alt boyutlar açısından sınıf yönetiminin ($\bar{X} = 8,06$) en yüksek ortalamaya sahip olması dikkat çekicidir. Bu örüntü, ilkökul öğretmenlerinin meslek yaşamları boyunca özellikle sınıf düzeni ve disiplin yönetimi konusunda zengin bir doğrudan deneyim biriktirmelerinin doğal bir sonucu olarak yorumlanabilir. Bandura (1997) öz yeterliğin en güçlü kaynağının doğrudan deneyimler olduğunu vurgulamakta; bizim bulgumuz da bu kuramsal beklentiyle örtüşmektedir. Öğretim stratejilerinin görece daha düşük ($\bar{X} = 7,91$) düzeyde kalması ise sürekli yenilenen pedagojik yaklaşımlar karşısında öğretmenlerin bu alanda kendilerini görece daha az yetkin hissedebileceklerine işaret etmektedir.

Öz yeterlik algılarının cinsiyete ($t = -0,99$; $p > .05$) ve mesleki kıdeme ($F = 1,12$; $p > .05$) göre anlamlı biçimde farklılaşmaması, bu yapının demografik özelliklerden bağımsız, geneli kapsayan bir mesleki kimliği yansıttığına

işaret etmektedir. Bu bulgu, Zee ve Koomen'in (2016) meta-analizinde öne çıkan, öğretmen öz yeterliğinin bireysel değişkenlerden çok bağlamsal etkenlerden beslendiği yönündeki sonuçlarıyla uyumludur.

Araştırma sonuçları doğrultusunda şu öneriler sunulabilir: (1) Öğretmen öz yeterliğini destekleyici hizmet içi eğitim programları, tüm kıdem ve cinsiyet gruplarını kapsayacak biçimde tasarlanmalıdır. (2) Özellikle öğretim stratejileri boyutunda öz yeterliği güçlendirecek uygulamalı eğitim etkinlikleri planlanmalıdır. (3) Mesleğe yeni başlayan öğretmenlerin öz yeterlik inancını besleyen mentorluk uygulamaları yaygınlaştırılmalıdır. (4) Gelecek araştırmalarda öz yeterliği etkileyebilecek okul iklimi, iş doyumu ve mesleki bağlılık gibi değişkenlerin incelendiği boylamsal çalışmalar yapılması önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Bandura, A. (1977). Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review*, 84(2), 191–215.
- Bandura, A. (1997). Self-efficacy: The exercise of control. W. H. Freeman.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. (2016). Bilimsel araştırma yöntemleri (22. baskı). Pegem Akademi.
- Çapa, Y., Çakıroğlu, J. ve Sarıkaya, H. (2005). Öğretmen öz yeterlik ölçeğinin Türkçeye uyarlanması. *Eğitim ve Bilim*, 30(137), 74–81.
- Nunnally, J. C. ve Bernstein, I. H. (1994). *Psychometric theory* (3. baskı). McGraw-Hill.
- Pajares, F. (1996). Self-efficacy beliefs in academic settings. *Review of Educational Research*, 66(4), 543–578.
- Tschannen-Moran, M. ve Woolfolk Hoy, A. (2001). Teacher efficacy: Capturing an elusive construct. *Teaching and Teacher Education*, 17(7), 783–805.
- Zee, M. ve Koomen, H. M. Y. (2016). Teacher self-efficacy and its effects on classroom processes, student academic adjustment, and teacher well-being: A synthesis of 40 years of research. *Review of Educational Research*, 86(4), 981–1015.

FUTBOLDA SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK VE İNSAN HAKLARI STRATEJİSİ: FIFA DÜNYA KUPASI 2026**Prof. Dr., Selhan ÖZBEY ^{1/} Doç. Dr., Gülenaz SELÇUK ^{2/} /Yüksel TAŞ ^{3/}****¹Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Spor Bilimleri, selhan.ozbey@cbu.edu.tr, 0000-0003-4844-6338****²Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Eğitim Bilimleri, gulenaz.selcuk@cbu.edu.tr, 0000-0002-3578-6010****³Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, yuksel.tas16@gmail.com, 0009-0002-8996-8714****Özet**

Son yıllarda mega spor organizasyonları yalnızca sportif başarılarıyla değil, çevresel sürdürülebilirlik, insan hakları, toplumsal kapsayıcılık ve yönetim performanslarıyla da değerlendirilmektedir. Bu dönüşüm, FIFA Dünya Kupası gibi küresel ölçekte etki yaratan organizasyonlarda sürdürülebilirlik ve insan hakları politikalarının stratejik bir öncelik hâline gelmesine neden olmuştur. Bu çalışmanın amacı, FIFA tarafından yayımlanan “2026 FIFA Dünya Kupası Sürdürülebilirlik ve İnsan Hakları Stratejisi” belgesini inceleyerek turnuva için geliştirilen sürdürülebilirlik ve insan hakları yaklaşımını değerlendirmektir. Araştırmada nitel araştırma yaklaşımlarından sistematik doküman analizi ve tematik analiz yöntemi kullanılmıştır. Veri kaynağını FIFA’nın sürdürülebilirlik ve insan hakları stratejisi ile konuya ilişkin resmî dokümanlar oluşturmaktadır. Veriler; çevresel sürdürülebilirlik, sosyal sürdürülebilirlik, ekonomik sürdürülebilirlik, insan hakları ve yönetim temaları doğrultusunda analiz edilmiştir. Araştırma bulguları, 2026 FIFA Dünya Kupası Sürdürülebilirlik ve İnsan Hakları Stratejisi’nin sürdürülebilirliği çevresel, sosyal ve ekonomik boyutlarıyla ele alan bütüncül bir çerçeve sunduğunu göstermektedir. Stratejide karbon emisyonlarının azaltılması, kaynak verimliliğinin artırılması, kapsayıcılık ve erişilebilirliğin güçlendirilmesi, çalışan haklarının korunması, ayrımcılıkla mücadele ve paydaş katılımının desteklenmesi gibi hedeflerin öne çıktığı belirlenmiştir. Ayrıca insan hakları yaklaşımının stratejinin temel bileşenlerinden biri olarak konumlandırıldığı ve Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları ile uyumlu bir yapı oluşturulmaya çalışıldığı görülmüştür. Bununla birlikte stratejide yer alan hedeflerin uzun vadeli etkilerinin değerlendirilebilmesi için ölçülebilir performans göstergeleri, bağımsız izleme mekanizmaları ve hesap verebilirlik süreçlerinin güçlendirilmesine ihtiyaç duyulduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak 2026 FIFA Dünya Kupası Sürdürülebilirlik ve İnsan Hakları Stratejisi, mega spor organizasyonlarında sürdürülebilirlik ve insan haklarının kurumsal düzeyde bütünleştirilmesine yönelik önemli bir girişim olarak değerlendirilebilir. Ancak stratejinin başarısının, belirlenen hedeflerin uygulama ve izleme süreçlerindeki etkinliğine bağlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: FIFA, Futbol, Dünya Kupası 2026, sürdürülebilirlik, insan hakları, mega spor organizasyonları, spor yönetimi.

SUSTAINABILITY AND HUMAN RIGHTS STRATEGY IN FOOTBALL:**THE CASE OF FIFA WORLD CUP 2026****Prof. Dr., Selhan ÖZBEY ^{1/} Assoc. Prof. Dr., Gülenaz SELÇUK ² /Yüksel TAŞ ³****¹Manisa Celal Bayar University, Sports Sciences, selhan.ozbey@cbu.edu.tr, 0000-0003-4844-6338****²Manisa Celal Bayar University, Educational Sciences, gulenaz.selcuk@cbu.edu.tr, 0000-0002-3578-6010****³Manisa Celal Bayar University Institute of Graduate Studies, yuksel.tas16@gmail.com, 0009-0002-8996-8714****Abstract**

In recent years, mega sporting events have been evaluated not only on their sporting achievements but also on their performance in environmental sustainability, human rights, social inclusion, and governance. This transformation has led to sustainability and human rights policies becoming a strategic priority in globally impactful organizations such as the FIFA World Cup. The aim of this study is to evaluate the sustainability and human rights approach developed for the tournament by examining the “2026 FIFA World Cup Sustainability and Human Rights Strategy” document published by FIFA. The research employs systematic document analysis and thematic analysis methods, both qualitative research approaches. The data source consists of FIFA's sustainability and human rights strategy and related official documents. The data were analyzed in line with the themes of environmental sustainability, social sustainability, economic sustainability, human rights, and governance. The research findings show that the 2026 FIFA World Cup Sustainability and Human Rights Strategy offers a holistic framework that addresses sustainability in its environmental, social, and economic dimensions. The strategy highlights goals such as reducing carbon emissions, increasing resource efficiency, strengthening inclusivity and accessibility, protecting workers' rights, combating discrimination, and supporting stakeholder participation. Furthermore, a human rights approach is positioned as a fundamental component of the strategy, aiming to create a structure aligned with the United Nations Sustainable Development Goals. However, it has been determined that measurable performance indicators, independent monitoring mechanisms, and strengthened accountability processes are needed to assess the long-term impact of the goals outlined in the strategy. In conclusion, the 2026 FIFA World Cup Sustainability and Human Rights Strategy can be considered a significant initiative for integrating sustainability and human rights at the institutional level in mega-sports organizations. However, it has been concluded that the success of the strategy depends on the effectiveness of the implementation and monitoring processes of the stated goals.

Keywords: FIFA, Football, World Cup 2026, Sustainability, Human Rights, Mega-sports Organizations, Sports Governance.

1.GİRİŞ

Futbol, günümüzde yalnızca bir spor dalı değil; ekonomik, kültürel, toplumsal ve politik etkileri bulunan küresel bir olgudur. Futbolun küresel etkisi, Uluslararası Futbol Federasyonları Birliği (FIFA) tarafından düzenlenen FIFA Dünya Kupası, dünya çapındaki erişimi ve izleyici kitlesi nedeniyle en yüksek küresel erişime sahip mega spor organizasyonlarından biri olarak kabul edilmektedir. Bu tür mega spor organizasyonlarının ortak özellikleri; milyarlarca insan tarafından takip edilmeleri, ev sahibi ülkelerin uluslararası görünürlüğünü artırmaları ve turizm, ulaşım, medya, güvenlik, altyapı, istihdam ve kent yönetimi gibi çok sayıda alan üzerinde doğrudan ya da dolaylı etkiler oluşturmalarıdır (FIFA, 2026c). Özellikle FIFA Dünya Kupası ve Olimpiyat Oyunları gibi mega etkinlikler, sporun ötesinde diplomasi, sürdürülebilir kalkınma, insan hakları ve yönetim tartışmalarının merkezinde yer almaktadır (Chadwick vd., 2022). Bununla birlikte bu organizasyonlar, sağladıkları fırsatların yanında çevresel etkiler, insan hakları ihlalleri, sosyal dışlanma ve yönetim sorunları gibi çeşitli riskleri de beraberinde getirmektedir.

Son yıllarda mega spor organizasyonlarının başarısı yalnızca ekonomik getiri, seyirci sayısı veya sportif performansla açıklanmamaktadır. Çevresel sürdürülebilirlik, insan hakları, toplumsal kapsayıcılık, erişilebilirlik, iş sağlığı ve güvenliği, gönüllü yönetimi, yerel halkın katılımı ve etkinlik sonrası miras gibi başlıklar organizasyonların temel değerlendirme ölçütleri arasına girmiştir. Amerika Birleşik Devletleri-ABD, Kanada ve Meksika'nın ortak ev sahipliğinde düzenlenecek olan FIFA Dünya Kupası 2026, yalnızca üç ülkenin birlikte ev sahipliği yaptığı ilk erkekler Dünya Kupası olması nedeniyle değil, aynı zamanda tarihte ilk kez 48 takımın katılımıyla gerçekleştirilecek olması nedeniyle de özel bir öneme sahiptir. Organizasyonun genişleyen ölçeği, sürdürülebilirlik ve insan hakları konularında daha kapsamlı politika ve uygulamaların geliştirilmesini gerekli kılmaktadır. Bu doğrultuda FIFA tarafından yayımlanan "2026 FIFA Dünya Kupası Sürdürülebilirlik ve İnsan Hakları Stratejisi" belgesi, organizasyonun çevresel, sosyal, ekonomik ve yönetsel etkilerini yönetmeyi amaçlayan temel politika dokümanlarından biri olarak öne çıkmaktadır.

Sürdürülebilirlik kavramı günümüzde yalnızca çevreyi koruma ya da doğal kaynakları verimli kullanma yaklaşımıyla sınırlı değildir. Birleşmiş Milletler tarafından ortaya konulan sürdürülebilir kalkınma yaklaşımı; ekonomik gelişme, sosyal adalet, çevresel koruma ve insan haklarının birlikte ele alınmasını gerekli kılmaktadır (WCED, 1987; United Nations, 2015). Benzer şekilde Avrupa Birliği'nin sürdürülebilir insani kalkınma yaklaşımı da ekonomik büyümenin insan onuru, sosyal eşitlik ve temel haklarla birlikte değerlendirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır (Gözkaman, 2024). Özellikle son yıllarda büyük spor organizasyonlarının hazırlık süreçlerinde ortaya çıkan çalışma yaşamına ilişkin sorunlar, ayrımcılık, ifade özgürlüğü, göçmen işçilerin çalışma ve yaşam koşulları ve erişilebilirlik gibi konular spor organizasyonlarının ve sporun insan hakları boyutunu daha görünür hâle getirmiştir (Yücesoy, 2025). Bu gelişmeler doğrultusunda FIFA, insan haklarını kurumsal politikalarının merkezine yerleştirmeye başlamış; Dünya Kupası organizasyonlarında hak temelli, kapsayıcı ve sürdürülebilir bir yaklaşım geliştirmeyi amaçlamıştır. Spor ve özellikle futbol, geniş kitlelere ulaşabilen yapısı sayesinde sürdürülebilir yaşam kültürünün yaygınlaştırılmasında önemli bir sosyal öğrenme alanı oluşturabilmektedir.

Sporun sürdürülebilir kalkınma ve barışa katkı sağlayan bir araç olarak kullanılması son yıllarda uluslararası literatürde giderek daha fazla önem kazanmıştır. Sporun sosyal dönüşüm, kapsayıcılık ve toplumsal kalkınma üzerindeki etkileri çeşitli araştırmalarla ortaya konulmuştur (Kidd, 2008; Levermore, 2010). Bu durum, sporun yalnızca fiziksel aktivite ve rekabet alanı olmadığını; aynı zamanda sosyal değişim, eğitim ve kalkınma süreçlerine katkı sağlayan çok boyutlu bir araç olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda spor, sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin gerçekleştirilmesinde önemli bir sosyal politika aracı olarak değerlendirilmektedir.

Bu araştırmanın temel amacı, FIFA tarafından düzenlenen, Dünya Kupası 2026 organizasyonunu "Sürdürülebilirlik ve İnsan Hakları Stratejisi" açısından incelemek; stratejinin çevresel, sosyal, ekonomik, yönetsel ve insan hakları boyutlarını bütüncül bir yaklaşımla değerlendirmektir. Çalışmada sürdürülebilirlik ve insan hakları kavramlarının birbirinden bağımsız değil, birbirini tamamlayan yönetim unsurları olduğu kabul

edilmiştir. Böylece, Bu yönüyle çalışma, FIFA Dünya Kupası 2026'nın sürdürülebilirlik ve insan hakları yaklaşımını bütüncül biçimde değerlendiren güncel bir örnek olay incelemesi niteliği taşımaktadır. Bu araştırma aşağıdaki sorulara yanıt aramaktadır:

1. FIFA Dünya Kupası 2026 için hazırlanan Sürdürülebilirlik ve İnsan Hakları Stratejisi'nin temel bileşenleri nelerdir?
2. FIFA Dünya Kupası 2026 Stratejisinin temel bileşenleri olan sürdürülebilirlik hedefleri çevresel, sosyal, ekonomik ve yönetsel boyutlar açısından nasıl yapılandırılmıştır?

2. Kavramsal Çerçeve

Bu çalışmanın kavramsal çerçevesi; sporun küreselleşmesi, futbolun toplumsal etkileri, sürdürülebilirlik, insan hakları ve mega spor organizasyonları arasındaki ilişki üzerine yapılandırılmıştır. Günümüzde futbol yalnızca sportif bir faaliyet olarak değil; ekonomik, sosyal, kültürel ve politik boyutları bulunan küresel bir endüstri olarak değerlendirilmektedir. Buna paralel olarak FIFA Dünya Kupası gibi mega futbol organizasyonları da yalnızca sportif başarı kriterleriyle değil, çevresel sürdürülebilirlik, insan hakları, toplumsal kapsayıcılık ve yönetim ilkeleri açısından değerlendirilmektedir.

2.1. Sporun Küreselleşmesi ve Futbol

Günümüzde spor; toplumsal bütünleşmenin desteklenmesi, kültürlerarası etkileşimin geliştirilmesi ve ekonomik kalkınmanın teşvik edilmesi açısından stratejik bir araç olarak görülmektedir (Chadwick vd., 2022). Küreselleşme süreci, sporun ulusal sınırları aşarak küresel ölçekte yaygınlaşmasını hızlandırmıştır. Özellikle iletişim teknolojilerindeki gelişmeler, dijital medya platformlarının yaygınlaşması ve uluslararası yayın ağlarının büyümesi sayesinde spor organizasyonları dünyanın farklı bölgelerindeki milyarlarca insana aynı anda ulaşabilmektedir. Bu durum sporun ekonomik değerini artırırken aynı zamanda ülkelerin uluslararası görünürlüğü, kamu diplomasisi ve marka değerleri açısından önemli fırsatlar yaratmaktadır (FIFA, 2026c). Böylece spor, yalnızca fiziksel performansa dayalı bir etkinlik olmaktan çıkarak ekonomik, sosyal ve kültürel etkileri bulunan küresel bir endüstri hâline gelmiştir (Chadwick vd., 2022). Futbolun küresel ölçekte ulaştığı etki, onu dünyanın en büyük spor endüstrilerinden biri hâline getirmiştir. Yayın hakları, sponsorluk anlaşmaları, reklam gelirleri, lisanslı ürün satışları ve uluslararası transfer piyasası futbol ekonomisinin temel bileşenlerini oluşturmaktadır. Özellikle uluslararası turnuvalar ve kulüp organizasyonları milyarlarca dolarlık ekonomik hacim yaratmakta; turizm, ulaşım, konaklama ve medya sektörleri üzerinde önemli etkiler oluşturmaktadır (Chadwick vd., 2022). Bu nedenle futbol günümüzde yalnızca sportif başarılarla değil, ekonomik sürdürülebilirlik ve toplumsal etki açısından da değerlendirilmektedir. Futbolun etkisi yalnızca ekonomik boyutla sınırlı değildir. Futbol kulüpleri ve milli takımlar, taraftar toplulukları açısından aidiyet duygusunun gelişmesine katkı sağlamakta; farklı kültürlerden bireyleri ortak bir paydada buluşturarak sosyal bütünleşmeye destek olmaktadır. Ayrıca futbol; eğitim, sosyal sorumluluk, sağlık, eşitlik ve toplumsal kapsayıcılık alanlarında yürütülen projeler için de etkili bir platform oluşturmaktadır. Bu yönüyle futbol, bireyler ve toplumlar üzerinde çok boyutlu etkiler yaratan önemli bir sosyal kurum niteliği taşımaktadır.

2.2. Sürdürülebilirlik ve Futbol

Sürdürülebilirlik kavramı, günümüzde ekonomik büyüme, çevresel koruma ve toplumsal refah arasında denge kurulmasını amaçlayan çok boyutlu bir kalkınma yaklaşımı olarak kabul edilmektedir. Kavramın en yaygın kabul gören tanımı, Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu tarafından yayımlanan Ortak Geleceğimiz (Our Common Future) raporunda yapılmıştır. Rapora göre sürdürülebilir kalkınma, “gelecek kuşakların kendi ihtiyaçlarını karşılama olanaklarını tehlikeye atmadan bugünün ihtiyaçlarını karşılayan kalkınma” olarak tanımlanmaktadır (WCED, 1987). Avrupa Birliği'nin sürdürülebilir insani kalkınma yaklaşımı, ekonomik büyümenin bireylerin yaşam kalitesini artırması, sosyal eşitsizlikleri azaltması ve temel hakları güçlendirmesi gerektiğini vurgulamaktadır (Gözkaman, 2024). Mega ölçekli spor organizasyonları; ulaşım, enerji tüketimi,

altyapı yatırımları, atık yönetimi ve karbon emisyonları nedeniyle önemli çevresel etkiler yaratabilmektedir. Bu durum spor kuruluşlarının sürdürülebilirlik ilkelerini kurumsal yönetim anlayışlarının bir parçası hâline getirmelerine neden olmuştur (International Olympic Committee-IOC, 2017). Bu nedenle futbolun sürdürülebilirliği yalnızca çevresel etkilerin azaltılmasıyla değil, aynı zamanda uzun vadeli sosyal ve ekonomik değer üretilmesiyle ilişkilendirilmektedir (Chadwick vd., 2022).

FIFA Dünya Kupası 2026 Stratejisi incelendiğinde çevresel sürdürülebilirlik, insan hakları, kapsayıcılık, ekonomik kalkınma ve yönetim alanlarında ortaya konulan hedeflerin Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları ile önemli ölçüde örtüştüğü görülmektedir. Özellikle iklim eylemi, eşitsizliklerin azaltılması, insana yakışır iş ve ekonomik büyüme, sürdürülebilir şehirler ve güçlü kurumlar hedefleriyle kurulan ilişki, spor organizasyonlarının küresel kalkınma gündemindeki rolünü güçlendirmektedir (United Nations, 2015). Bununla birlikte sürdürülebilirliğin etkin biçimde uygulanabilmesi, yalnızca çevresel ve ekonomik hedeflerin gerçekleştirilmesiyle değil; aynı zamanda temel hak ve özgürlüklerin korunmasıyla da mümkündür. Bu nedenle sürdürülebilirlikle yakından ilişkili olan insan hakları kavramının futbol bağlamında ayrıca ele alınması gerekmektedir.

2.3. İnsan Hakları ve Futbol

İnsan hakları, bireylerin yalnızca insan olmalarından kaynaklanan, devredilemez, vazgeçilemez ve evrensel nitelik taşıyan temel hak ve özgürlükler bütünü olarak tanımlanmaktadır. İnsan hakları anlayışının temelinde insan onurunun korunması, eşitlik ilkesinin sağlanması ve bireylerin özgürce gelişebilecekleri sosyal ortamların oluşturulması yer almaktadır. Yaşam hakkı, eğitim hakkı, çalışma hakkı, sağlık hakkı, ifade özgürlüğü, ayrımcılığa uğramama hakkı ve güvenlik hakkı gibi temel haklar insan hakları sisteminin temel bileşenlerini oluşturmaktadır. İnsan haklarının evrenselliği ilkesi ise bu hakların dil, din, ırk, cinsiyet, milliyet veya sosyal statü ayrımı gözetilmeksizin tüm bireyler için geçerli olduğunu kabul etmektedir (United Nations, 1948). Bu nedenle sporun insan hakları boyutu son yıllarda akademik literatürde giderek daha fazla önem kazanmaktadır (Yücesoy, 2025).

İnsan hakları ve sürdürülebilirlik kavramları günümüzde birbirinden bağımsız değil, birbirini tamamlayan iki temel yaklaşım olarak değerlendirilmektedir. Sosyal adaletin sağlanması, ayrımcılığın önlenmesi, eşit fırsatların geliştirilmesi ve temel hakların korunması sürdürülebilir kalkınmanın temel unsurları arasında yer almaktadır. Bu nedenle insan haklarının korunmadığı bir ortamda sürdürülebilir kalkınmanın tam anlamıyla gerçekleşmesi mümkün değildir (United Nations, 2015). Futbol, küresel ölçekte ulaştığı etki alanı nedeniyle insan hakları tartışmalarının en yoğun yaşandığı spor dallarından biridir. Futbol organizasyonları; sporcular, çalışanlar, gönüllüler, taraftarlar, medya temsilcileri, sponsorlar ve yerel topluluklar olmak üzere çok sayıda paydaşı kapsamaktadır. Bu nedenle futbol organizasyonlarının planlanması ve uygulanması süreçlerinde eşitlik, erişilebilirlik, ayrımcılıkla mücadele, güvenlik ve kapsayıcılık ilkelerinin dikkate alınması büyük önem taşımaktadır (Giulianotti, 2015). Bu süreç, spor organizasyonlarının yalnızca ekonomik başarı veya sportif performans üzerinden değil, aynı zamanda insan haklarına saygı düzeyleri üzerinden de değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymuştur (McGillivray, 2022).

2.4. Mega Spor Organizasyonları ve Mega Futbol Organizasyonları

Mega spor organizasyonları, geniş ölçekli ekonomik, sosyal, kültürel ve politik etkiler oluşturan; uluslararası düzeyde yüksek görünürlüğe sahip etkinlikler olarak tanımlanmaktadır. Olimpiyat Oyunları ve FIFA Dünya Kupası, mega spor organizasyonlarının en bilinen örnekleri arasında yer almaktadır (Müller, 2015). Mega spor organizasyonlarının temel özellikleri arasında yüksek düzeyde medya görünürlüğü, büyük ekonomik yatırımlar, çok sayıda paydaşın katılımı ve uzun vadeli toplumsal etkiler yer almaktadır. Bu organizasyonlar çoğu zaman ulaşım ağlarının geliştirilmesi, yeni spor tesislerinin inşa edilmesi, turizm gelirlerinin artırılması ve uluslararası tanıtım faaliyetlerinin desteklenmesi gibi fırsatlar sunmaktadır. Bununla birlikte yüksek maliyetler, çevresel

etkiler, kaynak kullanımı, yerel halk üzerindeki baskılar ve insan hakları riskleri gibi çeşitli sorunları da beraberinde getirebilmektedir (Preuss, 2007; Müller & Gaffney, 2018). Günümüzde başarılı bir mega organizasyonun yalnızca etkinlik sürecinde elde edilen kazanımlarla değil, organizasyon sonrasında bıraktığı uzun vadeli etkilerle değerlendirilmesi gerektiği kabul edilmektedir (Preuss, 2019). Bunun yanında çalışan hakları, iş sağlığı ve güvenliği, toplumsal kapsayıcılık, erişilebilirlik ve ayrımcılıkla mücadele gibi konular da organizasyonların sosyal sürdürülebilirlik performansının temel göstergeleri arasında yer almaktadır (McGillivray, 2022). Amerika Birleşik Devletleri, Kanada ve Meksika'nın ortak ev sahipliğinde gerçekleştirilecek olan organizasyon; üç ülkeyi kapsayan yapısı, 48 takımlı yeni formatı ve 104 maçlık geniş kapsamı nedeniyle önceki turnuvalardan ayrılmaktadır. Bunun yanında FIFA tarafından yayımlanan sürdürülebilirlik ve insan hakları stratejileri, organizasyonun yalnızca sportif bir etkinlik olarak değil; çevresel, sosyal ve yönetsel boyutları bulunan çok paydaşlı bir küresel proje olarak ele alındığını göstermektedir. Bu özellikleriyle FIFA Dünya Kupası 2026, sürdürülebilirlik, insan hakları ve yönetim ilkelerinin mega futbol organizasyonlarında nasıl uygulanabileceğini göstermesi bakımından önemli bir örnek olay niteliği taşımaktadır.

2.5. FIFA ve FIFA Dünya Kupası 2026

FIFA, 1904 yılında kurulmuş olup günümüzde dünya futbolunun en üst yönetim organı olarak faaliyet göstermektedir. FIFA'nın temel amacı futbolun küresel ölçekte geliştirilmesi, uluslararası müsabakaların düzenlenmesi ve oyunun evrensel kurallar çerçevesinde yönetilmesidir. Günümüzde 211 ülkenin üye federasyona sahip olan FIFA, yalnızca sportif faaliyetleri yöneten bir kuruluş olmanın ötesinde, küresel spor yönetişiminin en etkili aktörlerinden biri hâline gelmiştir (FIFA, 2024). Küresel spor yönetişimi, uluslararası spor kuruluşlarının sporun yönetimi, düzenlenmesi ve geliştirilmesine ilişkin karar alma süreçlerini ifade etmektedir. FIFA'nın aldığı kararlar yalnızca futbolu değil; ekonomi, turizm, medya, kamu diplomasisi ve uluslararası ilişkiler gibi alanları da etkilemektedir. Bu nedenle FIFA'nın yönetişim anlayışı son yıllarda akademik literatürde daha fazla incelenen konular arasında yer almaktadır (Chadwick vd., 2022). İyi yönetim ilkelerinin uygulanması, mega spor organizasyonlarının toplumsal meşruiyetinin güçlendirilmesi ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerine katkı sağlanması açısından kritik bir unsur olarak değerlendirilmektedir (Geeraert, 2015). Günümüzde Dünya Kupası organizasyonları milyarlarca izleyiciye ulaşmakta, ev sahibi ülkelerde büyük ölçekli yatırımları teşvik etmekte ve küresel ölçekte önemli sosyal etkiler yaratmaktadır (Chadwick vd., 2022). Bu durum, organizasyonun sürdürülebilirlik ve insan hakları açısından taşıdığı sorumluluğu da artırmaktadır. Dolayısıyla FIFA Dünya Kupası 2026, organizasyon, sporun sürdürülebilir kalkınma hedeflerine katkı sağlama potansiyelini göstermesi bakımından da güncel ve özgün bir araştırma alanı oluşturmaktadır.

3. Yöntem

3.1. Araştırma Deseni

Bu çalışmada nitel araştırma yöntemlerinden biri olan sistematik doküman analizi tematik analiz yöntemi kullanılmıştır. Doküman analizi; yazılı, görsel veya dijital belgelerin sistematik biçimde incelenmesi, yorumlanması ve anlamlandırılmasını amaçlayan bir araştırma yöntemi olarak tanımlanmaktadır (Bowen, 2009). Özellikle politika belgeleri, strateji raporları, kurumsal dokümanlar ve resmî yayınların değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılan bu yöntem, araştırılan olgunun derinlemesine anlaşılmasına olanak sağlamaktadır. Araştırma, betimsel ve yorumlayıcı nitel araştırma yaklaşımı çerçevesinde yürütülmüştür. Bu kapsamda belgeler yalnızca içerik bakımından özetlenmemiş, aynı zamanda sürdürülebilirlik, insan hakları ve spor yönetişimi literatürü doğrultusunda eleştirel bir bakış açısıyla değerlendirilmiştir.

3.2. Veri Kaynakları

Araştırmanın temel veri kaynaklarını FIFA tarafından yayımlanan sürdürülebilirlik, insan hakları ve yönetim odaklı resmî politika belgeleri oluşturmaktadır. Doküman analizi kapsamında öncelikle FIFA Dünya Kupası 2026

organizasyonuna ilişkin stratejik belgeler incelenmiştir. Bu doğrultuda araştırmanın birincil veri kaynakları aşağıdaki dokümanlardan oluşmaktadır:

Birincil Veri Kaynakları; FIFA Dünya Kupası 2026 Sürdürülebilirlik ve İnsan Hakları Stratejisi, FIFA Dünya Kupası 2026 Sürdürülebilirlik Stratejisi, FIFA Dünya Kupası 2026 İnsan Hakları Stratejisi ve FIFA İnsan Hakları Politikası (FIFA, 2017)

İkincil Veri Kaynakları; FIFA Erkekler Dünya Kupası 2026 Ortak Adaylığı Bağlamında Büyük Ölçekli Spor Etkinliklerinde İnsan Hakları Stratejilerinin Gelişiminin İncelenmesi, FIFA Dünya Kupası'nın Ekonomik ve Yönetişel Yapısı, İnsan Hakları ve Spor, Avrupa Birliği, Sürdürülebilir İnsani Kalkınma ve İnsan Hakları, Avrupa İnsan Hakları Standardı Açısından Türkiye'de Spor Hukuku Uygulamasından Kaynaklanan Sorunlar ve Çözüm Önerileri kullanılmıştır. Bunun yanında sürdürülebilirlik, insan hakları, spor yönetişimi ve mega spor organizasyonları alanlarında uluslararası düzeyde kabul gören kurumsal raporlar ve akademik yayınlar da araştırmanın teorik çerçevesinin oluşturulmasında kullanılmıştır.

Destekleyici Kurumsal Belgeler ve Akademik Literatür; Ortak Geleceğimiz (WCED, 1987), İş Dünyası ve İnsan Haklarına İlişkin Birleşmiş Milletler Rehber İlkeleri (United Nations, 2011), Dünyamızı Dönüştürmek: 2030 Sürdürülebilir Kalkınma Gündemi (United Nations, 2015), UEFA Futbol Sürdürülebilirlik Stratejisi 2030 (UEFA, 2023), Uluslararası Olimpiyat Komitesi Sürdürülebilirlik Stratejisi (IOC, 2017), Spor yönetişimi, mega spor organizasyonları, sürdürülebilirlik ve insan hakları alanlarında yayımlanmış hakemli akademik çalışmalar (Geeraert, 2018; Giulianotti, 2015; McGillivray, 2022; Müller, 2015; Müller & Gaffney, 2018; Preuss, 2007; Preuss, 2019).

Veri kaynaklarının seçiminde; FIFA Dünya Kupası 2026 organizasyonu ile doğrudan ilişkili olmaları, sürdürülebilirlik ve insan hakları temalarını içermeleri, akademik güvenilirlik taşımaları ve araştırmanın amaçlarıyla uyumlu olmaları temel ölçütler olarak dikkate alınmıştır.

3.3. Veri Toplama Süreci; Araştırmada kullanılan dokümanlar; FIFA' nın 2023-2027 yılları için hazırlanan stratejik amaçlarını içeren raporları kapsamındadır. FIFA Dünya Kupası 2026 organizasyonu ile doğrudan ilişkili olmaları, sürdürülebilirlik ve insan hakları temalarını içermeleri, kamuya açık ve erişilebilir olmaları ile araştırmanın amacıyla uyumlu olmaları ölçütleri dikkate alınarak seçilmiştir. Dokümanlara FIFA'nın resmî internet sitesi, FIFA tarafından yayımlanan politika ve strateji belgeleri ile konuya ilişkin akademik veri tabanları aracılığıyla ulaşılmıştır.

3.4. Veri Analizi; Araştırmada elde edilen veriler tematik içerik analizi yaklaşımıyla değerlendirilmiştir. Analiz sürecinde öncelikle dokümanlar ayrıntılı biçimde okunmuş, ardından araştırmanın amacı doğrultusunda anlamlı veri birimleri belirlenmiştir. Elde edilen veriler benzer özelliklerine göre kodlanmış ve belirli temalar altında sınıflandırılmıştır. Tematik analiz sürecinde sürdürülebilirlik ve insan hakları literatürü temel alınarak beş ana tema oluşturulmuştur. Bu temalar; çevresel sürdürülebilirlik, sosyal sürdürülebilirlik, ekonomik sürdürülebilirlik, insan hakları ve yönetim olarak belirlenmiştir. Her tema altında yer alan hedefler, uygulama alanları ve stratejik öncelikler incelenerek yorumlanmıştır.

Tablo 1. Veri Analizinde Kullanılan Temalar

Ana Tema	Alt Temalar
Çevresel Sürdürülebilirlik	Karbon emisyonları, enerji verimliliği, atık yönetimi, su kullanımı
Sosyal Sürdürülebilirlik	Kapsayıcılık, erişilebilirlik, gönüllülük, sosyal miras
Ekonomik Sürdürülebilirlik	Yerel kalkınma, istihdam, tedarik zinciri yönetimi
İnsan Hakları	Çalışan hakları, ayrımcılıkla mücadele, erişilebilirlik, çocuk koruma
Yönetişim	Şeffaflık, hesap verebilirlik, paydaş katılımı, risk yönetimi

Tablo1 de, Tematik analiz sonucunda elde edilen bulgular sürdürülebilirlik ve insan hakları literatürü çerçevesinde yorumlanmış; FIFA Dünya Kupası 2026 Stratejisi'nin güçlü yönleri, gelişime açık alanları ve potansiyel etkileri değerlendirilmiştir.

3.5. Geçerlik ve Güvenirlik; Nitel araştırmalarda geçerlik ve güvenilirliği artırmak amacıyla çeşitli önlemler alınmıştır. Öncelikle araştırmada kullanılan veriler doğrudan FIFA tarafından yayımlanan resmi belgelerden elde edilmiş, böylece veri kaynağının güvenilirliği sağlanmıştır. Ayrıca veri çeşitlemesi sağlamak amacıyla kurumsal raporlar, uluslararası politika belgeleri ve hakemli akademik çalışmalar birlikte değerlendirilmiştir. Araştırma sürecinde dokümanların birden fazla kez incelenmesi, kodlama ve tema oluşturma işlemlerinin sistematik biçimde yürütülmesi ve elde edilen bulguların ilgili literatürle karşılaştırılarak yorumlanması araştırmanın iç geçerliğini destekleyen uygulamalar olarak değerlendirilmiştir. Böylece araştırmanın güvenilirliğinin ve bulguların tutarlılığının artırılması amaçlanmıştır.

4. Bulgular

Bu bölümde FIFA Dünya Kupası 2026 Sürdürülebilirlik ve İnsan Hakları Stratejisi doküman analizi yöntemiyle incelenmiş ve elde edilen bulgular çevresel sürdürülebilirlik, sosyal sürdürülebilirlik, ekonomik sürdürülebilirlik, insan hakları ve yönetim temaları altında değerlendirilmiştir. Analiz sonucunda FIFA'nın organizasyonu yalnızca sportif bir etkinlik olarak değil, aynı zamanda sürdürülebilir kalkınma, insan hakları ve iyi yönetim ilkeleri doğrultusunda şekillendirilen çok boyutlu bir organizasyon modeli olarak ele aldığı belirlenmiştir.

Veriler sonucunda, FIFA Dünya Kupası 2026 Stratejisi'nin sürdürülebilirlik ve insan hakları yaklaşımını beş temel tema etrafında yapılandığı belirlenmiştir. Çevresel sürdürülebilirlik, sosyal sürdürülebilirlik, ekonomik sürdürülebilirlik, insan hakları ve yönetim başlıkları altında toplanan bu temalar, organizasyonun sürdürülebilirlik ve insan hakları hedeflerinin bütüncül bir çerçevede ele alındığını göstermektedir.

Bu bölümde Tablo2 'de belirtilen her bir temaya ait elde edilen bulgular ayrıntılı olarak sunulmuştur.

Tablo 2. FIFA Dünya Kupası 2026 Sürdürülebilirlik ve İnsan Hakları Stratejisinde Belirlenen Temel Temalar

Ana Tema	Alt Temalar
Çevresel Sürdürülebilirlik	Karbon emisyonlarının azaltılması, enerji verimliliği, atık yönetimi ve su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımı
Sosyal Sürdürülebilirlik	Kapsayıcılık, erişilebilirlik, gönüllülük faaliyetleri ve sosyal miras
Ekonomik Sürdürülebilirlik	Yerel ekonomik kalkınma, istihdam ve sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimi
İnsan Hakları	Çalışan hakları, ayrımcılıkla mücadele, erişilebilirlik ve çocuk koruma
Yönetişim	Şeffaflık, hesap verebilirlik, paydaş katılımı ve risk yönetimi

4.1. Çevresel Sürdürülebilirlik

FIFA Dünya Kupası 2026 Sürdürülebilirlik ve İnsan Hakları Stratejisi özellikle iklim değişikliğiyle mücadele, sera gazı emisyonlarının azaltılması, kaynakların verimli kullanılması ve çevresel etkilerin uzun vadeli olarak yönetilmesi hedeflenmektedir (FIFA, 2026a). Özellikle ulaşım faaliyetleri, taraftar hareketliliği, organizasyon operasyonları ve enerji kullanımı Dünya Kupası'nın en önemli karbon emisyonu kaynakları arasında gösterilmektedir. Bu kapsamda organizasyonun çevresel etkilerinin düzenli olarak izlenmesi ve raporlanması planlanmaktadır (FIFA, 2026a Chadwick vd., 2022). “Çevresel sürdürülebilirlik” kapsamında kaynak kullanımının verimliliği de stratejide önemli bir yer tutmaktadır. Özellikle organizasyon sırasında ortaya çıkabilecek tek kullanımlık ürün tüketiminin azaltılması ve atık yönetim sistemlerinin güçlendirilmesi planlanmaktadır (FIFA, 2026a). Su kaynaklarının korunması ve enerji verimliliğinin artırılması da çevresel sürdürülebilirlik stratejisinin önemli bileşenleri arasında bulunmaktadır. (FIFA, 2026a).

4.2. Sosyal Sürdürülebilirlik

FIFA Dünya Kupası 2026 Sürdürülebilirlik ve İnsan Hakları Stratejisinde öne çıkan temel unsurlardan biri **kapsayıcılık** ilkesidir. FIFA, Dünya Kupası'nın farklı yaş grupları, cinsiyetler, etnik kökenler, kültürel topluluklar ve dezavantajlı gruplar için erişilebilir bir organizasyon olması gerektiğini vurgulamaktadır. Bu doğrultuda ayrımcılığın önlenmesi, fırsat eşitliğinin desteklenmesi ve farklı toplumsal kesimlerin organizasyon süreçlerine katılımının artırılması amaçlanmaktadır (FIFA, 2026a). Bu yaklaşım, sürdürülebilir kalkınmanın temel ilkelerinden biri olan "kimseyi geride bırakmama" anlayışıyla da uyumludur (United Nations, 2015). Sosyal sürdürülebilirlik kapsamında dikkat çeken bir diğer konu “**toplum katılımı**”dır. FIFA, organizasyonun yalnızca futbol paydaşları tarafından değil; yerel yönetimler, sivil toplum kuruluşları, eğitim kurumları ve yerel topluluklar tarafından da sahiplenilmesini hedeflemektedir. Bu yaklaşım, modern spor yönetişimi anlayışında giderek önem kazanan katılımcı yönetim ilkeleriyle örtüşmektedir (Geeraert, 2018). Stratejide “**gönüllülük faaliyetleri**” de önemli bir sosyal sürdürülebilirlik aracı olarak değerlendirilmektedir. FIFA, gönüllülük programları aracılığıyla farklı toplumsal kesimlerin organizasyon sürecine aktif katılımını teşvik etmeyi amaçlamaktadır (FIFA, 2026a). Sosyal sürdürülebilirliğin bir diğer boyutunu “**erişilebilirlik**” oluşturmaktadır. Strateji kapsamında stadyumların, ulaşım sistemlerinin ve organizasyon alanlarının engelli bireyler başta olmak üzere tüm katılımcılar için erişilebilir hâle getirilmesi hedeflenmektedir. (Yücesoy, 2025). FIFA Dünya Kupası 2026 Stratejisi'nde “**sosyal miras oluşturma**” hedefi organizasyon sonrasında toplumda kalıcı olarak ortaya çıkan sosyal, kültürel ve eğitsel etkileri ifade etmektedir (Preuss, 2019). Bu kapsamda gençlerin spora katılımının artırılması, eğitim programlarının desteklenmesi, toplumsal farkındalık projelerinin geliştirilmesi ve yerel toplulukların güçlendirilmesi gibi hedefler öne çıkmaktadır.

4.3. Ekonomik Sürdürülebilirlik

FIFA Dünya Kupası 2026 Sürdürülebilirlik ve İnsan Hakları Stratejisi'nde ekonomik sürdürülebilirlik, organizasyonun yalnızca kısa vadeli ekonomik kazançlar üretmesini değil, aynı zamanda ev sahibi ülkeler ve yerel topluluklar için uzun vadeli ekonomik değer oluşturmalarını hedefleyen bir yaklaşım olarak ele alınmaktadır (FIFA, 2026a). Bu doğrultuda ekonomik sürdürülebilirlik; yerel kalkınmanın desteklenmesi, istihdam olanaklarının artırılması, yerel işletmelerin ekonomik süreçlere dahil edilmesi ve organizasyon sonrasında kalıcı ekonomik faydaların oluşturulması boyutlarıyla değerlendirilmektedir. Ekonomik sürdürülebilirliğin önemli unsurlarından biri de istihdamdır. İnşaat, ulaşım, konaklama, güvenlik, teknoloji ve hizmet sektörlerinde oluşan istihdam fırsatları, organizasyonun ekonomik etkilerinin en görünür sonuçları arasında yer almaktadır (Chadwick vd., 2022). FIFA Dünya Kupası 2026 Stratejisi, bu süreçte oluşturulan ekonomik fırsatların adil ve kapsayıcı biçimde dağıtılmasını hedeflemektedir. Ekonomik sürdürülebilirlik açısından bir diğer unsur ise organizasyon sonrasında oluşturulması hedeflenen ekonomik mirastır. Literatürde mega spor organizasyonlarının başarısının yalnızca organizasyon süresince elde edilen gelirlerle değil, etkinlik sonrasında oluşturduğu kalıcı ekonomik etkilerle değerlendirilmesi gerektiği vurgulanmaktadır (Preuss, 2019). Bazı araştırmalar bu organizasyonların

ekonomik büyüme ve yatırım çekme açısından önemli fırsatlar sunduğunu belirtirken, bazı çalışmalar ise beklenen ekonomik getirilerin her zaman gerçekleşmediğini ve maliyetlerin zaman zaman öngörülen faydaların üzerine çıkabildiğini ortaya koymaktadır (Müller, 2015; Müller & Gaffney, 2018). Bu nedenle ekonomik sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi için mali kaynakların etkin kullanılması, şeffaf yönetim anlayışının benimsenmesi ve uzun vadeli planlamanın gerçekleştirilmesi büyük önem taşıdığı düşünülmektedir.

4.4. İnsan Hakları Yaklaşımı

İnsan haklarının organizasyonun temel yönetim unsurlarından biri olarak ele alındığı görülmektedir. Strateji, insan haklarını yalnızca etik bir sorumluluk olarak değil, organizasyonun planlanması, uygulanması ve değerlendirilmesi süreçlerinin ayrılmaz bir bileşeni olarak tanımlamaktadır (FIFA, 2026a). Bu yaklaşım, Birleşmiş Milletler İş Dünyası ve İnsan Hakları Rehber İlkeleri ile uyumlu bir çerçeve ortaya koymakta ve insan haklarının tüm paydaşlar açısından korunmasını hedeflemektedir (United Nations, 2011). Bu durum, insan haklarının FIFA Dünya Kupası 2026 organizasyonunda sürdürülebilirlik anlayışının ayrılmaz bir parçası olarak değerlendirildiğini göstermektedir. Özellikle önceki Dünya Kupaları sürecinde ortaya çıkan işçi hakları tartışmaları dikkate alındığında, FIFA'nın bu alandaki yaklaşımının kurumsal öğrenme sürecinin bir sonucu olduğu söylenebilir (McGillivray, 2022). Bu yaklaşım, sporun evrensellik ve eşitlik ilkeleriyle de uyum göstermektedir. Stratejide erişilebilirlik konusu da önemli bir insan hakları alanı olarak ele alınmaktadır. Dünya Kupası organizasyonunun engelli bireyler başta olmak üzere tüm katılımcılar için erişilebilir hâle getirilmesi amaçlanmaktadır. Erişilebilirlik yaklaşımı, insan hakları temelli spor yönetiminin temel göstergelerinden biri olarak değerlendirilmektedir (Yücesoy, 2025). İnsan hakları alanında etkili başvuru yollarının oluşturulması, uluslararası insan hakları standartlarının temel unsurlarından biri olarak kabul edilmektedir (United Nations, 2011).

Genel olarak değerlendirildiğinde FIFA Dünya Kupası 2026 İnsan Hakları Stratejisi, çalışan hakları, ayrımcılıkla mücadele, erişilebilirlik, çocuk koruma, savunmasız grupların desteklenmesi ve şikâyet mekanizmaları gibi konuların strateji içerisinde kapsamlı biçimde ele alınmıştır. Son yıllarda spor organizasyonlarında insan haklarının korunmasına yönelik uluslararası standartların geliştirilmesi amacıyla çeşitli girişimler ortaya çıkmıştır. Bu girişimler arasında Centre for Sport and Human Rights tarafından geliştirilen ilkeler önemli bir referans noktası olarak kabul edilmektedir (Centre for Sport and Human Rights, 2018).

4.5. Yönetişim ve Hesap Verebilirlik

FIFA Dünya Kupası 2026 Sürdürülebilirlik ve İnsan Hakları Stratejisi incelendiğinde yönetim ve hesap verebilirlik ilkelerinin organizasyonun sürdürülebilirlik yaklaşımının temel bileşenleri arasında yer aldığı görülmektedir. Günümüzde mega spor organizasyonlarının başarısı yalnızca sportif performans veya ekonomik çıktılar üzerinden değerlendirilmemekte; aynı zamanda karar alma süreçlerinin şeffaflığı, paydaş katılımı, hesap verebilirlik mekanizmaları ve kurumsal sorumluluk anlayışı üzerinden de değerlendirilmektedir (Geeraert, 2018). Bu doğrultuda FIFA, Dünya Kupası 2026 organizasyonunda çok paydaşlı ve katılımcı bir yönetim modeli geliştirmeyi hedeflemektedir. Şeffaflık ilkesi de stratejide önemli bir yer tutmaktadır. FIFA, sürdürülebilirlik ve insan hakları alanındaki uygulamaların düzenli olarak izlenmesini ve kamuoyu ile paylaşılmasını öngörmektedir. Yönetişim boyutunda dikkat çeken bir diğer unsur izleme ve değerlendirme mekanizmalarıdır. Strateji kapsamında sürdürülebilirlik ve insan hakları hedeflerinin düzenli olarak takip edilmesi ve gerekli durumlarda düzeltici önlemlerin alınması öngörülmektedir (FIFA, 2026a).

Tablo 3. “FIFA Dünya Kupası 2026” Stratejisinin Tematik Analizi

Stratejik Alan	Temel Hedef	Beklenen Etki
Çevresel Sürdürülebilirlik	Karbon emisyonlarının azaltılması, kaynak verimliliği	Çevresel ayak izinin azaltılması
Sosyal Sürdürülebilirlik	Kapsayıcılık, erişilebilirlik ve sosyal miras	Toplumsal katılımın güçlenmesi
Ekonomik Sürdürülebilirlik	Yerel kalkınma ve istihdam	Uzun vadeli ekonomik değer oluşturulması
İnsan Hakları	Ayrımcılığın önlenmesi, çalışan haklarının korunması	Hak temelli organizasyon yönetimi
Yönetişim	Şeffaflık, hesap verebilirlik ve paydaş katılımı	Kurumsal güvenin artırılması

Tablo 3 incelendiğinde, FIFA Dünya Kupası 2026 Stratejisi'nin sürdürülebilirlik ve insan haklarını birbirini tamamlayan bir yönetim yaklaşımı içerisinde ele aldığı görülmektedir. Çevresel, sosyal ve ekonomik sürdürülebilirlik boyutlarının insan hakları ve yönetim ilkeleriyle birlikte değerlendirilmesi, organizasyonun yalnızca sportif başarıya değil, uzun vadeli ve çok boyutlu bir miras oluşturmaya odaklandığını göstermektedir.

**FIFA Dünya Kupası 2026
Sürdürülebilirlik ve İnsan Hakları Stratejisinin Yapısı**

Şekil 1; FIFA Dünya Kupası 2026 Sürdürülebilirlik ve İnsan Hakları Stratejisi

Şekil1 incelendiğinde; araştırma bulgularının yer aldığı temaların ortak örüntüsü ve ilişkisine yer verilmiştir. Böylece araştırma bulgularının temel bileşenlerinin ilişki biçimleri de sunulmuştur.

5. Sonuç-Tartışma ve Öneriler

Bu çalışma, FIFA Dünya Kupası 2026 Sürdürülebilirlik ve İnsan Hakları Stratejisi'ni çevresel, sosyal, ekonomik, yönetsel ve insan hakları boyutlarıyla bütüncül olarak değerlendirmesi bakımından literatüre özgün katkı sunmaktadır. Araştırma sonuçları, FIFA Dünya Kupası 2026 Stratejisi'nin sürdürülebilirlik ve insan hakları alanlarında kapsamlı ve sistematik bir yaklaşım ortaya koyduğunu göstermektedir. Özellikle çevresel etkilerin azaltılması, sosyal kapsayıcılığın desteklenmesi, insan hakları risklerinin yönetilmesi ve paydaş katılımının

artırılması yönündeki hedefler, FIFA'nın kurumsal dönüşüm sürecinin önemli göstergeleri olarak değerlendirilebilir. Bu nedenle gelecekteki Dünya Kupaları yalnızca sportif organizasyonlar olarak değil, sürdürülebilir kalkınma ve insan hakları eğitimine katkı sağlayan küresel öğrenme platformları olarak da değerlendirilebilir (UNESCO, 2020; Kidd, 2008). Araştırma bulguları, FIFA Dünya Kupası 2026 Stratejisi'nin sürdürülebilirliği yalnızca çevresel bir konu olarak ele almadığını; sosyal, ekonomik ve yönetsel boyutları da kapsayan bütüncül bir çerçeve ortaya koyduğunu göstermektedir. Bu durum sürdürülebilirliğin çevresel korumanın ötesinde insan merkezli kalkınma anlayışıyla ilişkilendirilmesi gerektiğini savunan çalışmalarla uyumludur (WCED, 1987; Gözkaman, 2024). Özellikle sosyal kapsayıcılık, erişilebilirlik ve toplumsal katılım gibi unsurların strateji içerisinde güçlü biçimde yer alması, sürdürülebilir kalkınma yaklaşımının spor organizasyonlarına yansımaları olarak değerlendirilebilir. Bu durum sporun sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmada önemli bir araç olduğunu savunan çalışmalarla da uyumludur (United Nations, 2017; Levermore, 2010). Bu bağlamda FIFA Dünya Kupası 2026, sporun yalnızca rekabet ve eğlence işleviyle değil, sürdürülebilir kalkınma ve toplumsal dönüşüm kapasitesiyle de değerlendirilmesi gerektiğini düşündürmektedir.

“Çevresel sürdürülebilirlik” açısından değerlendirildiğinde, FIFA'nın karbon emisyonlarının azaltılması, kaynak verimliliğinin artırılması ve mevcut altyapının kullanılması yönündeki hedefleri literatürde önerilen sürdürülebilir etkinlik yönetimi ilkeleriyle büyük ölçüde örtüşmektedir. Özellikle mevcut stadyum ve ulaşım altyapılarının kullanılması, önceki Dünya Kupalarında eleştirilen yüksek maliyetli ve düşük kullanım oranına sahip tesis yatırımlarının azaltılması açısından önemli bir avantaj sağlamaktadır. Ancak literatürde mega spor organizasyonlarının çevresel etkilerinin çoğu zaman öngörülenden daha yüksek gerçekleşebildiği belirtilmektedir (Müller & Gaffney, 2018). Bu nedenle FIFA'nın çevresel hedeflerinin başarısı, yalnızca politika düzeyinde değil, somut ve ölçülebilir uygulamalarla desteklenmesine bağlı olduğu söylenebilir. FIFA'nın karbon emisyonlarının azaltılması, mevcut altyapının kullanılması, kaynak verimliliğinin artırılması ve çevresel etkilerin izlenmesine yönelik hedefleri önemli bir ilerleme olarak değerlendirilebilir. Özellikle üç ülkenin ortak ev sahipliği modeli sayesinde mevcut tesislerin kullanılması, yeni altyapı yatırımlarından kaynaklanabilecek çevresel yükün azaltılmasına katkı sağlayabilecek bir uygulama olarak öne çıkmaktadır.

“Sosyal sürdürülebilirlik”, FIFA'nın Dünya Kupası'nı toplumsal katılım, kapsayıcılık ve sosyal miras üretimi açısından değerlendirdiğini göstermektedir. Toplum temelli projeler, gönüllülük faaliyetleri, erişilebilirlik uygulamaları ve farklı toplumsal grupların organizasyon süreçlerine katılımını teşvik eden politikalar, sosyal sürdürülebilirlik açısından stratejinin güçlü yönleri arasında yer almaktadır. Bununla birlikte sosyal mirasın nasıl ölçüleceği ve organizasyon sonrasında nasıl sürdürüleceği konusunda daha ayrıntılı değerlendirme mekanizmalarına ihtiyaç duyulmaktadır.

“İnsan haklarının stratejisi” FIFA tarafından geliştirilen insan hakları yaklaşımı; çalışan hakları, ayrımcılıkla mücadele, erişilebilirlik ve çocuk koruma gibi alanları kapsayan geniş bir çerçeve sunmaktadır. Bu durum, özellikle son yıllarda Dünya Kupası organizasyonları kapsamında ortaya çıkan insan hakları tartışmalarının FIFA üzerinde dönüştürücü bir etki yarattığını göstermektedir (McGillivray, 2022). Bununla birlikte insan hakları politikalarının başarısının yalnızca strateji belgelerinde yer almasına değil, uygulama süreçlerinde etkili denetim ve yaptırım mekanizmalarının oluşturulmasına bağlı olduğu unutulmamalıdır. Araştırma bulguları, “sürdürülebilirlik ve insan hakları” kavramlarının birbirinden bağımsız değil, birbirini tamamlayan iki temel yönetim alanı olduğunu da ortaya koymaktadır. FIFA Dünya Kupası 2026 Stratejisi incelendiğinde çevresel sürdürülebilirlik, insan hakları, kapsayıcılık, ekonomik kalkınma ve yönetim alanlarında ortaya konulan hedeflerin Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları ile önemli ölçüde örtüştüğü görülmektedir. Özellikle iklim eylemi, eşitsizliklerin azaltılması, insana yakışır iş, sürdürülebilir şehirler ve güçlü kurumlar hedefleriyle kurulan ilişki, spor organizasyonlarının küresel kalkınma gündemindeki rolünü güçlendirmektedir (United Nations, 2015). Sosyal sürdürülebilirlik hedeflerinin önemli bir bölümü insan hakları ilkeleriyle doğrudan ilişkilidir. Kapsayıcılık, eşitlik, erişilebilirlik ve katılım gibi kavramlar hem sürdürülebilirlik hem de insan hakları literatürünün ortak kesişim alanlarını oluşturmaktadır. Bu durum FIFA'nın stratejisinde sürdürülebilirlik ve insan

haklarının birlikte ele alınmasının tesadüfi değil, çağdaş spor yönetişimi anlayışının bir gereği olduğunu göstermektedir. Bu bulgu, sürdürülebilirlik ve insan haklarının mega spor organizasyonlarında ayrı politika alanları olarak değil, birbirini tamamlayan bütünleşik yönetişim unsurları olarak değerlendirilmesi gerektiği söylenebilir.

“Yönetişim”, FIFA'nın sürdürülebilirlik ve insan hakları politikalarının geleneksel spor organizasyonu anlayışından daha kapsamlı bir yönetişim modeline doğru evrildiğini göstermektedir. Geçmişte mega spor organizasyonları çoğunlukla ekonomik etkiler ve sportif başarı üzerinden değerlendirilirken, günümüzde insan hakları, çevresel sorumluluk, toplumsal kapsayıcılık ve hesap verebilirlik gibi unsurlar da organizasyonların başarısında belirleyici hâle gelmiştir (Geeraert, 2018; Giulianotti, 2015). FIFA Dünya Kupası 2026 Stratejisi bu dönüşümün önemli örneklerinden biri olarak değerlendirilebilir. Ancak stratejinin uzun vadeli başarısı, belirlenen hedeflerin uygulama düzeyinde ne ölçüde gerçekleştirileceğine ve bağımsız değerlendirme süreçleriyle ne ölçüde destekleneceğine bağlıdır.

“Ekonomik sürdürülebilirlik”, FIFA Dünya Kupası 2026'nın üç ülkenin ortak ev sahipliğinde düzenlenecek olması ekonomi ve maaliyet yönünde hem fırsatlar hem de zorluklar yaratmaktadır. Ortak ev sahipliği modeli mevcut altyapının daha etkin kullanılmasına, maliyetlerin paylaşılmasına ve organizasyonun daha geniş bir coğrafi etki alanına ulaşmasına katkı sağlayabilir. Ancak farklı ülkelerin hukuki yapıları, yönetim sistemleri ve uygulama süreçleri arasında uyum sağlanması yönetişim açısından önemli bir zorluk olarak değerlendirilebilir. Bu nedenle organizasyonun başarısı büyük ölçüde koordinasyon kapasitesine, yerel kaynakların etkin kullanımına ve istihdam edilecek yetkin kişilerin seçimine bağlı olacağı düşünülmektedir.

Ölçülebilir performans göstergeleri geliştirilerek çevresel, sosyal ve insan hakları hedeflerinin başarısını değerlendirebilmek için somut ve ölçülebilir göstergeler öneri olarak belirlenip kullanılabilir. Bağımsız izleme ve denetim mekanizmaları güçlendirilerek, sürdürülebilirlik ve insan hakları performansının yalnızca FIFA tarafından değil, bağımsız kuruluşlar tarafından da değerlendirilmesi sağlanabilir. İnsan hakları etki değerlendirmeleri düzenli olarak yapılarak, organizasyon öncesi, sırası ve sonrasında insan hakları riskleri sistematik biçimde izlenmeli ve sonuçlar kamuoyu ile paylaşılmalıdır. Gelecek mega spor organizasyonları için ortak standartlar geliştirilmesi önerilebilir. FIFA, UEFA, IOC ve Birleşmiş Milletler gibi kuruluşlar arasında sürdürülebilirlik ve insan hakları alanında ortak uygulama alanları oluşturulması ve bunların standartlaştırılması teşvik edilebilir.

Kaynakça

- Bowen, G. A. (2009). Document analysis as a qualitative research method. *Qualitative Research Journal*, 9(2), 27–40. <https://doi.org/10.3316/QRJ0902027>
- Centre for Sport and Human Rights. (2018). *Sporting Chance Forum and Mega-Sporting Events Platform for Human Rights*.
- Chadwick, S., Burton, N., Widdop, P., & Anagnostopoulos, C. (2022). *The business of the FIFA World Cup*. Routledge.
- Fédération Internationale de Football Association [FIFA]. (2017). *FIFA human rights policy*.
- Fédération Internationale de Football Association [FIFA]. (2024). *FIFA annual report 2024*.
- Fédération Internationale de Football Association [FIFA]. (2026a). *FIFA World Cup 26 sustainability & human rights strategy*.
- Fédération Internationale de Football Association [FIFA]. (2026b). *FIFA World Cup 2026 sustainability strategy*.
- Fédération Internationale de Football Association [FIFA]. (2026c). *FIFA World Cup 2026 tournament information and official documents*.
- Geeraert, A. (2015). *Sports Governance Observer 2015: The legitimacy crisis in international sports governance*. Play the Game & Danish Institute for Sports Studies.
- Geeraert, A. (2018). *Sports Governance Observer 2018: The legitimacy crisis in international sports governance*. Play the Game/Danish Institute for Sports Studies.
- Giulianotti, R. (2015). Human rights, globalization and football. *Sport in Society*, 18(3), 271–287.
- Gözkaman, A. (2024). Avrupa Birliği, sürdürülebilir insani kalkınma ve insan hakları. *Türk-Alman Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi*.
- International Olympic Committee [IOC]. (2017). *IOC sustainability strategy*.
- Kidd, B. (2008). A new social movement: Sport for development and peace. *Sport in Society*, 11(4), 370–380.
- Levermore, R. (2010). Sport for development and peace: A review of the field. *International Journal of Sport Policy and Politics*, 2(2), 223–241.
- McGillivray, D. (2022). Human rights and mega sporting events: Developments and challenges. *International Sports Law Journal*, 22(1), 1–15.
- Müller, M. (2015). What makes an event a mega-event? Definitions and sizes. *Leisure Studies*, 34(6), 627–642. <https://doi.org/10.1080/02614367.2014.993333>
- Müller, M., & Gaffney, C. (2018). Comparing the urban impacts of the FIFA World Cup and Olympic Games from 2010 to 2016. *Journal of Sport and Social Issues*, 42(4), 247–269.
- Preuss, H. (2007). The conceptualisation and measurement of mega sport event legacies. *Journal of Sport & Tourism*, 12(3–4), 207–228.
- Preuss, H. (2019). Event legacy framework and measurement. In H. Preuss (Ed.), *Event legacy and sustainability*. Springer.
- United Nations. (1948). *Universal declaration of human rights*.
- United Nations. (2011). *Guiding principles on business and human rights: Implementing the United Nations “Protect, Respect and Remedy” framework*.

United Nations. (2015). *Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development*.

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization [UNESCO]. (2020). *Education for sustainable development: A roadmap*.

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization [UNESCO]. (2017). *Kazan Action Plan*.

Union of European Football Associations [UEFA]. (2023). *UEFA football sustainability strategy 2030*.

World Commission on Environment and Development [WCED]. (1987). *Our common future*. Oxford University Press.

Yücesoy, U. İ. (2025). Avrupa İnsan Hakları Standardı açısından Türkiye'de spor hukuku uygulamasından kaynaklanan sorunlar ve çözüm önerileri. *Türk-Alman Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi*, 7(1), 203–258.

OKULLARDA FUTBOL EĞİTİM PROGRAMLARI: FIFA VE UEFA**Prof. Dr., Selhan ÖZBEY 1/ Doç. Dr., Gülenaz SELÇUK 2 /Yüksel TAŞ 3****1Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Spor Bilimleri, selhan.ozbey@cbu.edu.tr, 0000-0003-4844-6338****2Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Eğitim Bilimleri, gulenaz.selcuk@cbu.edu.tr, 0000-0002-3578-6010****3Manisa Celal Bayar Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Spor Bilimleri, yuksel.tas16@gmail.com, 0009-0002-8996-8714****Özet**

Futbol, okul ortamında yalnızca sportif performansa dönük bir etkinlik olarak değil; fiziksel aktivite, sosyal-duygusal öğrenme, değerler eğitimi, kapsayıcılık ve yaşam becerileri gelişimi için kullanılabilecek güçlü bir eğitim aracıdır. Bu doğrultuda, Uluslararası Futbol Federasyonları Birliği-FIFA ve Avrupa Futbol Federasyonları Birliği-UEFA, okul çağındaki çocukların futbola erişimini artırmak ve futbolun eğitsel etkisini güçlendirmek amacıyla kurumsal programlar yürütmektedir. Bu çalışmada, nitel araştırma yöntemlerinden sistematik döküman analizi tekniği kullanılmıştır. Çalışmanın veri kaynağını FIFA ve UEFA tarafından yayımlanan federasyonlara ait resmî web sitesinde yayımlanan ve/veya basılmış raporlar, ve belgeler oluşturmaktadır. Bu belgelerde farklı yaş gruplarına göre hazırlanan futbol eğitim programları; hedef, içerik, eğitim durumları ve ölçme değerlendirme kapsamında incelenmiştir. Bu yöntemin, çocuk ve gençler üzerinden uygulama potansiyelinin eleştirel biçimde tartışılmasına imkân sağlayacağı düşünülmektedir. FIFA'nın okul temelli ana programı "FIFA Football for Schools - F4S" programıdır. FIFA bu programı, "futbolun eğitimle buluştuğu" ve çocukların eğlenceli futbol oturumları aracılığıyla yaşam becerileri öğrenmesini amaçlayan bir program olarak tanımlanmaktadır. Program, FIFA tarafından UNESCO iş birliğiyle başlatılmıştır ve yaklaşık 700 milyon çocuğun eğitimine, gelişimine ve güçlenmesine katkı sunmayı hedeflemektedir. UEFA'nın okul temelli ana programı ise, "UEFA Football in Schools" programıdır. UEFA programı 2020 yılında başlatmıştır. Programın temel amacı, gençlerin yüksek nitelikli fiziksel aktiviteye katılım fırsatlarını artırmak, futbolu olumlu bir deneyim olarak sunmak ve çocuklarda spora yaşam boyu katılım alışkanlığı geliştirmektir. UEFA'ya göre program; çocukların yetenek, cinsiyet, etnik köken veya din farkı gözetilmeksizin güvenli bir ortamda futbol deneyimi yaşamasını hedeflemektedir. Ayrıca ulusal ve bölgesel futbol federasyonları, eğitim otoriteleri ve okullar arasında güçlü ortaklıklar geliştirmeyi amaçlamaktadır. Programın değer boyutunda fair play, saygı, takım çalışması ve liderlik öne çıkarmaktadır. Bu uygulamalar, okul temelli futbol eğitimi tasarlanırken en etkili modelin yalnızca futbol öğretilmesine odaklanmaması gerektiğini göstermektedir. Etkili bir okul futbol programı; oyun temelli öğrenme, yaşam becerileri, güvenli spor ortamı, öğretmen eğitimi, kapsayıcılık, kız öğrencilerin katılımı ve yerel paydaş iş birliğini kapsamaları önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Okul, Öğrenci, Eğitim Programları, Futbol, UEFA, FIFA, Futbol Eğitimi

FOOTBALL EDUCATION PROGRAMS IN SCHOOLS: FIFA AND UEFA**Prof. Dr., Selhan Özbey 1/ Assoc. Prof. Dr., Gülenaz Selçuk 2 /Yüksel Taş 3****1manisa celal bayar university, sports sciences, selhan.ozbey@cbu.edu.tr, 0000-0003-4844-6338****2manisa celal bayar university, educational sciences, gulenaz.selcuk@cbu.edu.tr, 0000-0002-3578-6010****3manisa celal bayar university institute of graduate studies, sports sciences, yukseltas16@gmail.com, 0009-0002-8996-8714****abstract**

Football, in a school setting, is not only an activity focused on sporting performance but also a powerful educational tool that can be used for physical activity, social-emotional learning, values education, inclusivity, and life skills development. In this regard, the international football federation (fifa) and the european football federation (uefa) conduct institutional programs to increase access to football for school-aged children and strengthen its educational impact. This research utilizes the systematic document analysis technique, a qualitative research method. The data source for this study consists of reports and documents published on the official websites and/or printed by fifa and uefa. These documents examine football training programs prepared for different age groups in terms of objectives, content, training situations, and measurement and evaluation. It is believed that this method will allow for a critical discussion of the application potential through children and young people. Fifa's main school-based program is the "fifa football for schools - f4s" program. Fifa defines this program as one where "football meets education" and aims for children to learn life skills through fun football sessions. The program was launched by fifa in collaboration with unesco and aims to contribute to the education, development, and empowerment of approximately 700 million children. Uefa's main school-based program is the "uefa football in schools" program, launched in 2020. Its primary goal is to increase opportunities for young people to participate in high-quality physical activity, present football as a positive experience, and foster lifelong participation in sport among children. According to uefa, the program aims to provide children with a safe environment to experience football regardless of their talent, gender, ethnicity, or religion. It also aims to develop strong partnerships between national and regional football federations, education authorities, and schools. The program emphasizes values such as fair play, respect, teamwork, and leadership. These practices demonstrate that when designing school-based football education, the most effective model should not focus solely on football instruction. An effective school football program is recommended to include game-based learning, life skills, a safe sporting environment, teacher training, inclusion, girls' participation, and local stakeholder collaboration.

Keywords: school, student, educational programs, football, uefa, fifa, football training

GİRİŞ

Okul, çocukların yalnızca akademik bilgi edindiği bir alan değil; aynı zamanda sosyal ilişki kurma, duygu düzenleme, sorumluluk alma, kurallara uyma, bedensel farkındalık geliştirme ve aidiyet hissetme becerilerini kazandığı temel yaşam ortamlarından biridir. Bu nedenle okulda yürütülen beden eğitimi ve spor etkinlikleri, eğitim programlarının bütüncül gelişim amacına doğrudan hizmet eder. Alan yazında beden eğitimi ve okul sporunun fiziksel, sosyal, duyuşsal ve bilişsel gelişim alanlarına katkı sunabileceği vurgulanmaktadır (Bailey, 2006; Bailey vd., 2009). Bu bağlamda futbol, dünya genelindeki yaygınlığı, düşük maliyetle uygulanabilirliği, çocuklar için yüksek motivasyon üretmesi ve grup etkileşimini doğal biçimde içermesi nedeniyle okul temelli spor eğitiminde güçlü bir araç olarak değerlendirilebilir.

Ancak okulda futbolun eğitsel değeri, yalnızca maç yaptırmak ya da teknik beceri öğretmekle sınırlı değildir. Futbol; paslaşma, alan paylaşımı, karar verme, iletişim kurma, liderlik etme, kurallara uyma, kaybetmeyi ve kazanmayı yönetme, farklılıklara saygı gösterme gibi çok sayıda yaşam becerisini aynı anda harekete geçiren doğal bir öğrenme ortamı oluşturur. Yaşam becerilerinin spor yoluyla geliştirilmesi, programlı ve amaçlı biçimde yapılandırıldığında daha etkili sonuç vermektedir (Gould & Carson, 2008; Hellison, 2011). Bu nedenle futbolun okul ortamındaki eğitsel etkisi, spontane katılımdan ziyade hedefleri, içeriği, uygulama ilkeleri ve değerlendirme göstergeleri belirlenmiş bir program modeliyle güçlenebilir.

Uluslararası ölçekte FIFA ve UEFA, futbolun okullarda eğitimsel amaçlarla kullanılmasına yönelik iki kurumsal program geliştirmiştir. FIFA'nın okullar için futbol (F4S) programı, FIFA ve UNESCO iş birliğinde futbolu eğitimle buluşturan, çocukların eğlenceli futbol oturumları yoluyla yaşam becerileri kazanmalarını hedefleyen küresel bir program olarak tanımlanmaktadır (FIFA, 2026a). UEFA'nın okullarda futbol programı ise gençlerin nitelikli fiziksel aktiviteye erişimini artırmayı, çocuklara güvenli ve olumlu futbol deneyimi sunmayı ve spora yaşam boyu katılım alışkanlığı geliştirmeyi amaçlayan Avrupa ölçekli bir taban futbolu girişimidir (UEFA, 2025a).

Bu programlar, okul futbolunu yalnızca sportif üretim ya da lisanslı oyuncu sayısını artırma hedefiyle açıklamaz. Aksine her iki yaklaşımda da eğitsel kazanımlar, kapsayıcılık, güvenli ortam, paydaş iş birliği ve öğretmen/antrenör yeterliği öne çıkar. Bu yönüyle FIFA ve UEFA programları, Türkiye'de okullarda futbol eğitiminin yeniden düşünülmesi için önemli karşılaştırmalı veriler sunmaktadır. Özellikle okul-kulüp bağlantılarının güçlendirilmesi, kız öğrencilerin futbola erişiminin artırılması, öğretmenlerin uygulama yeterliklerinin desteklenmesi ve futbolun değerler eğitimiyle ilişkilendirilmesi gibi başlıklar, okul futbolunun niteliğini artırmaya dönük somut politika ve uygulama alanlarıdır.

Bu çalışmanın temel amacı, FIFA okullar için futbol ve UEFA okullarda futbol programlarını karşılaştırmalı olarak inceleyerek okul temelli futbol eğitim programlarının nasıl yapılandırılması gerektiğine ilişkin bütüncül bir çerçeve ortaya koymaktır. Çalışma, futbolu okul ortamında performans merkezli bir branş öğretimi olarak değil; fiziksel aktivite, yaşam becerileri, değerler eğitimi, kapsayıcı katılım, güvenli spor ortamı ve okul-toplum iş birliği ekseninde ele almaktadır. Çalışmanın kapsamı, FIFA ve UEFA'nın okul çağındaki çocuklara yönelik programlarıyla sınırlandırılmıştır. FIFA bakımından temel odak okullar için futbol programıdır. Programın yaşam becerileri, dijital uygulama, yaşa uygun oturumlar, öğretmen/antrenör desteği ve paydaş kapasitesi boyutları incelenmiştir. UEFA bakımından temel odak okullarda futbol programıdır. Programın güvenli ve kapsayıcı ortam, okul-kulüp ilişkisi, öğretmen eğitimi, festival ve etkinlik yapısı, yatırım ve yaygınlaştırma verileri değerlendirilmiştir. Çalışma, doğrudan saha uygulamasına dayalı deneysel bir etki araştırması değildir; resmî dokümanların içerik ve program mantığı üzerinden yürütülmüş bir doküman analizi çalışmasıdır. Çalışmanın önemi üç noktada yoğunlaşmaktadır. Birincisi, okul futbolunu yalnızca yetenek seçimi ya da rekabetçi maç organizasyonu olarak gören dar yaklaşıma alternatif olarak eğitsel bir bakış açısında incelemektir. İkincisi, FIFA ve UEFA gibi iki güçlü uluslararası futbol kurumunun programlarını birlikte değerlendirerek ortak ilkelerini görünür kılmaktadır. Böylece, Türkiye'de okullar, yerel kulüpler, belediyeler, spor bilimleri birimleri ve ilgili

federasyon yapıları arasında kurulabilecek iş birlikleri için program geliştirme temelli bir yol haritası sunabilmektir.

Bu çalışmada ulaşılmak istenilen araştırma soruları aşağıdaki gibidir;

1. FIFA' nın ve UEFA' nın düzenlediği okullarda Futbol Programlarının amaç, içerik, hedef kitle, yaşam becerileri ve değerler eğitimi, değerlendirme ve kapsayıcılık boyutlarında kapsamı nedir?
2. FIFA ve UEFA okul futbol programlarının karşılaştırılması sonucunda kapsam ve uygulamada yaşanan benzerlikleri ve farklılıkları nelerdir?

1. KURAMSAL ÇERÇEVE

Okul futbolunun eğitsel değeri üç temel eksenle açıklanabilir. Fiziksel gelişim; Çocukların düzenli fiziksel aktiviteye katılımı, motor beceri gelişimi, temel hareket becerileri, çeviklik, denge, koordinasyon ve genel fiziksel uygunluk açısından önemlidir. Futbol, alan paylaşımı, yön değiştirme, pas, top kontrolü, koşu ve oyun içi karar verme gibi çok yönlü hareketleri içerdiği için okul beden eğitimi programlarında işlevsel bir araçtır. Bailey (2006), okul sporunun fiziksel, yaşam tarzı, duyuşsal, sosyal ve bilişsel gelişim alanlarında katkı sağlayabileceğini belirtmektedir. Bu nedenle futbolun okuldaki yeri, yalnızca sportif beceri değil, bütüncül çocuk gelişimi açısından değerlendirilmelidir. Sosyal-duygusal öğrenme ve yaşam becerileridir; Futbol oyunu çocuklara yalnızca topa nasıl vurulacağını öğretmez; aynı zamanda beklemeyi, paylaşmayı, takım arkadaşıyla iletişim kurmayı, kararının sonucunu üstlenmeyi, haksız avantajdan kaçınmayı, başarısızlığı yönetmeyi ve grup içinde sorumluluk almayı öğretir. Hellison'un (2011) kişisel ve sosyal sorumluluk modeli, fiziksel aktivite ortamlarının öğrencilerde saygı, çaba, öz yönetim, liderlik ve topluma aktarım gibi sorumluluk düzeylerini geliştirmek için kullanılabileceğini göstermektedir. Bu yaklaşım, FIFA ve UEFA programlarının yaşam becerileri ve değerler odaklı yapısıyla uyumludur.

Kapsayıcılık ve okul kültürü; Futbol geleneksel olarak bazı bağlamlarda erkek öğrencilerle, rekabetle veya performansla ilişkilendirilebilmektedir. Buna karşılık çağdaş okul futbolu yaklaşımı, kız öğrencilerin katılımını, farklı yetenek düzeylerinin aynı oyun ortamında bulunmasını, engelli öğrencilerin etkinliklere dâhil edilmesini ve kültürel farklılıklara duyarlı güvenli ortamların oluşturulmasını gerektirir. UNESCO, fiziksel eğitim, fiziksel aktivite ve sporun gençlik gelişimi için önemli olduğunu; takım çalışması, dayanışma ve saygı gibi değerleri desteklediğini vurgulamaktadır (UNESCO, vd.,).

Bu açıdan okul futbolu, okulun kapsayıcı iklimini güçlendiren sosyal bir araç olarak ele alınmaktadır. FIFA ve UEFA programları da futbolu bu geniş eğitim perspektifiyle konumlandırmaktadır. FIFA, F4S programını futbolun eğitimle buluştuğu ve çocukların eğlenceli oturumlar aracılığıyla yaşam becerileri öğrendiği bir program olarak tanımlamakta; UEFA ise okullarda futbolun güvenli, olumlu ve kapsayıcı bir ilk futbol deneyimi sunması gerektiğini vurgulamaktadır (FIFA, 2026a; UEFA, v.d.). Bu ortak yaklaşım, okul futbolunun nihai hedefinin yalnızca futbolcu yetiştirmek değil, daha aktif, özgüvenli, sorumlu ve sosyal açıdan güçlü çocuklar yetiştirmek olduğunu göstermektedir.

3. Yöntem

3.1. Araştırma Deseni

Bu çalışmada nitel araştırma yöntemlerinden biri olan sistematik doküman analizi yöntemi kullanılmıştır. Doküman analizi; yazılı, görsel veya dijital belgelerin sistematik biçimde incelenmesi, yorumlanması ve anlamlandırılmasını amaçlayan bir araştırma yöntemi olarak tanımlanmaktadır ((Bowen, 2009; Sak vd., 2021). Özellikle politika belgeleri, strateji raporları, kurumsal dokümanlar ve resmî yayınların değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılan bu yöntem, araştırılan olgunun derinlemesine anlaşılmasına olanak sağlamaktadır. Araştırma, betimsel ve yorumlayıcı nitel araştırma yaklaşımı çerçevesinde yürütülmüştür. Bu kapsamda belgeler yalnızca içerik bakımından özetlenmemiş, aynı zamanda sürdürülebilirlik, insan hakları ve spor yönetişimi literatürü doğrultusunda eleştirel bir bakış açısıyla değerlendirilmiştir.

3.2. Veri Kaynakları

Bu çalışmada veri kaynakları, FIFA ve UEFA tarafından yayımlanan resmî program kaynakları, uygulama açıklamaları, program raporlarından oluşmaktadır. Resmî kaynaklara öncelik verilmiş; akademik kaynaklar ise kuramsal çerçeveyi desteklemek amacıyla sınırlı ve seçici biçimde kullanılmıştır. Veri analizinde amaç, hedef kitle, içerik, uygulama modeli, kapsayıcılık, izleme-değerlendirme kategorileri kullanılmıştır. Her program bu kategorilere göre incelenmiş, ardından benzerlik ve farklılıkları içeren karşılaştırmalı bulgular tabloya dönüştürülmüştür. Veri kaynakları Tablo1 de verilmiştir.

Tablo 1. Veri Kaynakları ve Analiz Boyutları

Kaynak Grubu	Örnek Kaynaklar	Analizde Kullanım Amacı
FIFA resmî kaynakları	Okullarda Futbol sayfası; F4S sık sorulan sorular; Futbol yoluyla öğrenme; Eğitici ve antrenörler için kaynaklar	FIFA programının amacı, hedefleri, içerik yapısı, dijital uygulama, yaşam becerileri, yaş grupları ve kapsayıcılık ilkelerini belirlemek
UEFA resmî kaynakları	Okullarda Futbol raporu; UEFA okullarda Futbol haberleri; UEFA Grassroots Araçları and Programları sayfası	UEFA programının amacı, uygulama ilkeleri, yaygınlaştırma verileri, yatırım yapısı, okul-kulüp bağlantısı ve değerler boyutunu incelemek
UNESCO kaynakları	Gençlik ve Spor; Her düzeydeki sınıflar için Sporda Değerler	Sporun gençlik gelişimi, değerler eğitimi, kapsayıcılık ve SDG bağlantısını kuramsal olarak desteklemek
Akademik kaynaklar	Bailey, Hellison, Gould ve Carson vb., okul sporu ve yaşam becerileri literatürü	Okul sporu, kişisel-sosyal sorumluluk ve yaşam becerileri gelişimini kuramsal temele oturtmak

3.3. Veri Analizi; Araştırmada elde edilen veriler tematik içerik analizi yaklaşımıyla değerlendirilmiştir. Analiz sürecinde öncelikle dokümanlar ayrıntılı biçimde okunmuş, ardından araştırmanın amacı doğrultusunda anlamlı veri birimleri belirlenmiştir. Elde edilen veriler benzer özelliklerine göre kodlanmış ve belirli temalar altında sınıflandırılmıştır. Dökümanlar sistematik biçimde analiz sürecine tabi tutulmuştur. Burada okullarda futbol eğitim programına yönelik literatürü temel alınarak, programların amacı oluşturulmuştur. Bu temalar; amaç, içerik, kapsam, hedef kitle, program etki alanı, değerler eğitimi, yaşam becerileri kapsamında incelenmiş ve yorumlanmıştır.

3.4. Geçerlik ve Güvenirlik; Nitel araştırmalarda geçerlik ve güvenilirliği artırmak amacıyla çeşitli önlemler alınmıştır. Öncelikle araştırmada kullanılan veriler doğrudan FIFA ve UEFA gibi resmi kurumlar tarafından yayımlanan resmî belgelerden elde edilmiş, böylece veri kaynağının güvenilirliği sağlanmıştır. Ayrıca veri çeşitlenmesi sağlamak amacıyla kurumsal raporlar, uluslararası politika belgeleri ve hakemli akademik çalışmalar birlikte değerlendirilmiştir. Araştırma sürecinde dokümanların birden fazla kez incelenmesi, kodlama ve tema oluşturma işlemlerinin sistematik biçimde yürütülmesi ve elde edilen bulguların ilgili literatürle karşılaştırılarak yorumlanması araştırmanın iç geçerliğini destekleyen uygulamalar olarak değerlendirilmiştir. Böylece araştırmanın güvenilirliğinin ve bulguların tutarlılığının artırılması amaçlanmıştır.

3. BULGULAR

Bulgular başlıkta sunulmuştur. Bunlar; FIFA ve UEFA ‘da yapılandırılan Okullarda Futbol programları, FIFA ve UEFA ‘nın Okullar için Futbol programlarının “amaç”, “içerik”, “hedef kitle”, “yaşam becerileri ve değerler eğitimi”, “kapsayıcılık ve değerlendirme” ve “uygulama biçimleri” başlıkları temel alınarak incelenmiştir.

3.1. FIFA Okullar İçin Futbol Programı

FIFA Okullar İçin Futbol (F4S), FIFA tarafından UNESCO iş birliğiyle yürütülen ve futbolu eğitim sistemiyle bütünleştirmeyi amaçlayan küresel bir programdır. FIFA, programın yaklaşık 700 milyon çocuğun eğitimi, gelişimi ve güçlenmesine katkı sunmayı hedeflediğini; futbol etkinliklerini eğitim sistemine dâhil ederek kız ve erkek çocuklar için erişimi artırmayı amaçladığını belirtilmektedir (FIFA, 2026). Program, Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları ve küresel spor, eğitim ve sağlık politikalarıyla ilişkilendirilmekte; bu yönüyle yalnızca sportif değil, sosyal kalkınma odaklı bir çerçeveye yerleştirildiği görülmektedir. Bu program 5 ana başlıkta incelenmiştir. Bunlar, “Amaç”, “içerik”, “yaşam becerileri ve değerler” ve “kapsayıcılık” olarak tespit edilmiştir.

Amaç; Elde edilen veriler doğrultusunda, FIFA programının amaçları dört temel sonuç alanında toplanmaktadır. Bunlar;

- 1.Kız ve erkek öğrencilerin değerli yaşam becerileri ve yeterliklerle güçlendirilmesi,
- 2.Öğretmenlerin ve antrenör-eğiticilerin futbol ve yaşam becerisi etkinliklerini sunabilecek kapasiteye ulaştırılması,
- 3.Okullar, üye federasyonlar ve kamu otoriteleri gibi paydaşların futbol yoluyla yaşam becerileri geliştirme kapasitesinin artırılması,
- 4.Hükümetlerin desteği ile, futbol federasyonları ve okullar arasındaki iş birliğinin güçlendirilmesidir (FIFA, 2026). Bu hedef yapısı, programın birey, öğretici, kurum ve sistem düzeyinde çok katmanlı bir etki mantığına sahip olduğunu göstermektedir.

İçerik ve hedef kitle; Programların içerik boyutunda dijital uygulama ve çevrim içi öğrenme platformu öne çıkmaktadır. FIFA, F4S mobil uygulamasının 4-7, 8-11 ve 12-14 yaş gruplarına yönelik futbol ve yaşam becerisi etkinlikleri içerdiğini; uygulamanın öğretmen ve antrenör-eğiticilere uygulama sürecinde rehberlik ettiğini belirtmektedir (FIFA, 2026a). “Futbol Yoluyla Öğrenme” yaklaşımında oyunların öğretici rolüne vurgu yapılmakta; çocuklara yönelik deneyimin antrenman/drill merkezli değil, oyun temelli olması gerektiği ifade edilmektedir. FIFA, uygulamada 360 tane kısa video, 40 tane beden eğitimi öğretmenleri için oturum, yaşa uygun oyunlar, beceri gelişimi oyunları ve final oyunları bulunduğunu açıklamaktadır (FIFA, 2025a).

Yaşam becerileri ve değerler eğitimi; FIFA programında yaşam becerilerini dört tema üzerinden yapılandırılmaktadır: Bunlar; Kişisel farkındalık, ilişkiler ve iletişim, daha geniş bir perspektifte dünyada yaşam ve sağlıklı olma oluşturmaktadır. Bu temaların içerdiği değerler, özgüven, öz saygı, öz denetim, karar verme, eleştirel düşünme, empati, iletişim, arkadaşlık, akran desteği, sağlıklı yaşam ve sosyal sorumluluk gibi alanlarla ilişkilendirilmektedir (FIFA, 2025a). Bu yapı, futbolun yalnızca teknik bir etkinlik değil, sosyal-duygusal öğrenme ve karakter gelişimi için kullanılabilecek planlı bir araç olduğunu göstermektedir.

Değerlendirme ve Kapsayıcılık boyutlarında ise FIFA, hiçbir çocuğun yetenek, ırk, etnik köken, cinsiyet, cinsel yönelim, dil, kültür veya din nedeniyle geride bırakılmaması gerektiğini belirtmektedir. Program, kız ve erkek çocukların eşit katılımını hedeflemekte; mümkün olduğunda 50/50 katılım dengesini önermektedir. Ayrıca engelli öğrencilerin dâhil edilmesi için açık, değiştirilmiş, paralel ve alternatif etkinlik yaklaşımlarından yararlanılabileceği ifade edilmektedir (FIFA, 2025b). Bu yaklaşım, okul futbolunda kapsayıcı tasarımın yalnızca iyi niyet değil, somut yöntem ve öğretim farklılaştırması gerektirdiğini göstermektedir. Programın uygulama

bakımından F4S, ulusal paydaşlarla danışma, ulusal yönlendirme grubu oluşturma, odak kişiler belirleme, bölgesel çalıştaylar düzenleme, kademeli eğitim modeliyle eğitici yetiştirme, okullarda uygulama ve sürekli izleme-değerlendirme süreçleriyle açıklanmaktadır (FIFA, 2026a). Dolayısıyla programın başarısı, yalnızca materyal dağıtımına değil; yönetim, öğretmen/antrenör eğitimi, uygulama takibi ve yerel adaptasyona bağlı olduğu tespit edilmiştir.

3.2. UEFA Okullarda Futbol Programı

Amaç; UEFA Okullarda Futbol programı, UEFA'nın taban futbolu vizyonu içinde konumlandırılmıştır. UEFA, programın gençlerin yüksek nitelikli fiziksel aktiviteye katılım fırsatlarını artırmayı, futbol sevgisini olumlu deneyim yoluyla geliştirmeyi, yetenek, cinsiyet, etnik köken veya din farkı gözetmeden güvenli ortamlar oluşturmaya ve çocuklarda spora ya da fiziksel aktiviteye yaşam boyu katılım alışkanlığı geliştirmeyi amaçladığını belirtmektedir (UEFA, n.d.). Bu hedefler, programın performans merkezli değil, katılım ve gelişim merkezli bir okul spor modeli sunduğunu göstermektedir.

İçerik ve hedef kitle; UEFA'nın program yaklaşımında okul, birçok çocuğun futbolla ilk kez karşılaştığı yer olarak değerlendirilir. Bu nedenle program, çocuklara yalnızca futbol öğretmeyi değil; takım çalışması, saygı, özgüven, fair play, liderlik ve olumlu sosyal ilişki becerileri kazandırmayı da amaçlar (UEFA, 2025a). Programın temel mantığı, futbola erişimi artırırken aynı zamanda okul içinde güvenli, eğlenceli, kaygısız ve kapsayıcı bir oyun alanı oluşturduğu görülmektedir.

Yaşam becerileri ve değerler eğitimi; Programın 2020-2024 dönemi sonuçları yaygınlaştırma kapasitesi bakımından dikkate değer olduğu düşünülmektedir. UEFA, bu dönemde 41.500'den fazla okulun programa dâhil olduğunu, 110.800 öğretmenin katılım sağladığını, yedi milyondan fazla çocuğa antrenman oturumu sunulduğunu, üç milyondan fazla kız çocuğunun programa katıldığını, 4.400 etkinlik düzenlendiğini ve 14.750 ekipman paketinin teslim edildiğini açıklamaktadır (UEFA, 2025a). Ayrıca 2020-2024 arasında UEFA, ulusal federasyon yatırımları, hükümet ve diğer kurum katkılarıyla birlikte toplam harcamanın 24 milyon avroyu aştığını; 2028'e kadar programa 11 milyon avro daha yatırım yapılacağını duyurmuştur (UEFA, 2025a).

Değerlendirme ve Kapsayıcılık; UEFA programının uygulama ilkeleri altı başlıkta özetlenebilir: eğitim otoriteleriyle iş birliği içinde tüm gençlere yönelik projeler oluşturmak; futbolu sosyal ve eğitsel araç olarak kullanmak; hâlihazırda futbol oynamayan çocukları sürece dâhil etmek; rekabetten çok katılım ve gelişime odaklanan okul etkinlikleri ve festivaller geliştirmek; okuldan kulübe ya da toplum temelli futbola geçiş yolları oluşturmak; öğretmen, antrenör ve gönüllülerin becerilerini geliştirerek güvenli, kapsayıcı ve eğlenceli futbol ortamları sunmalarını sağlamak (UEFA, 2025b). Bu ilkeler, okul futbolunun sistemli bir ortaklık modeliyle yürütülmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Tablo 2. FIFA ve UEFA Okul Futbol Programlarının Karşılaştırılması

Karşılaştırma Boyutu	FIFA Okullar İçin Futbol	UEFA Okullarda Futbol
Temel amaç	Futbolu eğitimle buluşturarak çocukların yaşam becerileri, kişisel gelişim ve eğitimsel güçlenmesine katkı sağlamak.	Gençlerin nitelikli fiziksel aktiviteye katılımını artırmak; futbolu güvenli, olumlu ve kapsayıcı ilk deneyim olarak sunmak.
Hedef kitle	Küresel ölçekte FIFA' nın 211 ulusal federasyon üyesi mevcuttur. Kız ve erkek çocuklar; özellikle 4-7, 8-11 ve 12-14 yaş grupları; öğretmenler ve antrenör-eğiticilerdir.	Avrupa ölçeğinde UEFA üyesi 55 ulusal federasyon mevcuttur. Okul çağındaki gençler; öğretmenler, antrenörler, gönüllüler; okullar ve yerel kulüplerle çalışır.
İçerik yapısı	Dijital uygulama, kısa videolar, yaşa uygun futbol oyunları, beden eğitimi oturumları ve yaşam becerisi temaları.	Okul etkinlikleri, festivaller, öğretmen/antrenör eğitimi, ekipman desteği, okul-kulüp bağlantısı ve katılım odaklı oyun formatları.
Yaşam becerileri ve değerler eğitimi	Yaşam becerileri, öz farkındalık, ilişkiler, karar verme, iletişim, sağlıklı yaşam ve bütüncül gelişim.	Fair play, saygı, takım çalışması, liderlik, özgüven, yaşam boyu spor alışkanlığı ve okul topluluğu.
Uygulama modeli	Ulusal yönlendirme grubu, kademeli eğitim modeli, mobil uygulama, çevrim içi platform ve sürekli izleme.	Ulusal federasyon planları, HatTrick finansmanı, eğitim otoriteleriyle iş birliği, okul-kulüp geçiş yolları ve yerel uygulamalar.
Kapsayıcılık	50/50 kız-erkek katılım hedefi, farklı yetenekler ve engelli öğrenciler için uyarlama yaklaşımları.	Yetenek, cinsiyet, etnik köken ve din fark etmeksizin güvenli ve olumlu futbol ortamı.
Değerlendirme yaklaşımı	Sonuç temelli yönetim, teori değişimi, uygulama ve izleme-değerlendirme raporlaması.	Katılımcı sayısı, okul sayısı, öğretmen eğitimi, ekipman, etkinlik, okul-kulüp bağlantısı ve yatırım göstergeleri.
GENEL GÖRÜNÜM	Dijital, yaşa uygun, öğretmen dostu ve yaşam becerisi merkezli küresel uygulama modeli.	Yaygınlaştırma, finansman, okul-kulüp iş birliği, öğretmen kapasitesi ve sürdürülebilir taban futbol ekosistemi.

Programın uygulama bakımından; UEFA programının güçlü yönlerinden biri okul-kulüp bağlantısı olduğu tespit edilmiştir. Program, okulların yerel kulüplerle ve taban futbol yapılarıyla ilişkilendirilmesini, çocukların futbola devam edebilecekleri sürdürülebilir yolların kurulmasını ve gönüllülerin/öğretmenlerin kapasitesinin artırılmasını önemser. UEFA Grassroots Charter ve ilgili çerçeve de herkesin güvenli, eğlenceli ve kapsayıcı bir ortamda

katılma, oynama, öğrenme ve oyundan keyif alma hakkına sahip olduğunu vurgulamaktadır (UEFA, n.d.). Bu durum, okul futbolunun yalnızca ders saatleri içinde kalmaması; okul, aile, kulüp, yerel yönetim ve federasyon ilişkisiyle sürdürülebilir bir ekosisteme dönüşmesi gerektiğini göstermektedir.

3.3. FIFA ve UEFA Programlarının Karşılaştırılması

FIFA ve UEFA programlarının ortak noktası, futbolu çocukların yalnızca sportif performansını artıran bir araç olarak değil, eğitimsel ve sosyal gelişimi destekleyen bir ortam olarak görmeleridir. Her iki programda da oyun temelli öğrenme, kapsayıcı katılım, güvenli ortam, öğretmen/antrenör kapasitesi, paydaş iş birliği ve yaşam becerileri vurgusu bulunmaktadır. Bu ortaklık, okul futbol programlarının başarı ölçütünün yalnızca maç sonucu, turnuva derecesi veya lisanslı oyuncu sayısı olmaması gerektiğini göstermektedir (Tablo 3)

Tablo 3. Ortak Noktalar ve Farklılaşan Yönler

Alan	Ortak Nokta	Farklılaşan Yön
Eğitsel bakış	Futbolun yaşam becerileri, değerler, sosyal-duygusal öğrenme ve iyi oluş için kullanılması.	FIFA yaşam becerisi temalarını dijital içerikle sistemleştirir; UEFA değerler, katılım ve okul-kulüp ekosistemini daha görünür kılar.
Katılım anlayışı	Tüm çocukların güvenli ve eğlenceli ortamda futbola erişmesi.	FIFA küresel ölçekte eğitim sistemine entegrasyonu; UEFA Avrupa ölçeğinde ulusal federasyon planlarını ve yatırım mekanizmasını öne çıkarır.
Öğretici rolü	Öğretmen/antrenör kapasitesinin güçlendirilmesi.	FIFA uygulama ve çevrim içi platformla öğretmen dostu içerik sağlar; UEFA federasyon, okul ve kulüp bağlantısıyla saha uygulamasını genişletir.
Kapsayıcılık	Cinsiyet, yetenek ve arka plan fark etmeksizin katılım.	FIFA kız-erkek denge ve engelli öğrenciler için uyarlama çerçevelerini açıkça vurgular; UEFA güvenli ve olumlu ortamı temel ilke yapar.
Sürdürülebilirlik	Paydaş iş birliği ve yerel uyarlama gereklidir.	FIFA ulusal yönlendirme grubu ve kademeli eğitim modelini; UEFA HatTrick finansmanı ve okul-kulüp geçiş yollarını öne çıkarır.

Tablo3’ göre; Programlar, okul futbolunu çocukların futbolla ilk olumlu karşılaşma alanı olarak tasarlamaktadır. Bu nedenle özellikle erken yaşlarda uygulamaların eğlence, güven, hareket, oyun ve sosyal etkileşim merkezli olması önemlidir. FIFA “oyunların öğretmen olması” yaklaşımıyla drill merkezli antrenman yerine oyun temelli ve çocuk merkezli etkinlikleri vurgularken; UEFA rekabetten çok katılım ve gelişime odaklanan okul formatları ve festivalleri önermektedir (FIFA, 2025a; UEFA, 2025b).

Her iki programın diğer ortak noktası, kız öğrencilerin katılımı ve kapsayıcılık konusundaki hassasiyettir. FIFA programı kız ve erkek çocuklar arasında mümkün olduğunda dengeli katılımı hedeflerken; UEFA programı çocuğun yeteneği, cinsiyeti, etnik kökeni veya dini ne olursa olsun güvenli bir ortamda futbol deneyimi yaşamasını hedeflemektedir (FIFA, 2025b; UEFA, n.d.). Bu yaklaşım, okul futbolunda cinsiyet kalıplarını kırmaya ve futbolun tüm öğrenciler için erişilebilir olmasına katkı sağlayabilir.

Ayrıca iki programda da öğretmen ve antrenör rolleri kritik görülmektedir. Okullarda futbolun etkili biçimde uygulanması için yalnızca materyal ya da saha bulunması yeterli değildir. Öğretmenlerin yaşa uygun oyunlar düzenleyebilmesi, öğrenci güvenliğini sağlayabilmesi, farklı beceri düzeylerini aynı derste yönetebilmesi, kız öğrencileri cesaretlendirebilmesi ve futbolu yaşam becerileriyle ilişkilendirebilmesi gerekmektedir. Bu nedenle öğretmen eğitimi, okul futbolunun sürdürülebilirliği için temel koşuldur.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bulgular, okul temelli futbol programlarının başarısının üç ana koşula bağlı olduğunu göstermektedir: eğitsel amaç açıklığı, kapsayıcı uygulama tasarımı ve sürdürülebilir paydaş iş birliği. FIFA ve UEFA programlarında futbol, çocukların gelişimini destekleyen bir eğitim ortamı olarak ele alınmaktadır. Bu yaklaşım, okul futbolunun yalnızca “takım seçme”, “turnuva hazırlama” veya “futbol bilen öğrencileri oynatma” biçimindeki dar uygulamalarla sınırlandırılmaması gerektiğini ortaya koymaktadır.

FIFA’nın F4S modeli, okul içinde uygulanabilir içerik üretimi açısından güçlüdür. Dijital uygulama, öğretmenlerin hazır oturumlara erişmesini kolaylaştırmakta; yaşa uygun oyunlar, kısa videolar ve yaşam becerisi temaları öğretmenin planlama yükünü azaltmaktadır. Özellikle futbol antrenörlüğü geçmişi olmayan beden eğitimi öğretmenleri veya sınıf öğretmenleri için “taklit et-uyarla-üret” mantığı, uygulamanın yaygınlaşmasını destekleyebilir. Bununla birlikte dijital materyalin etkili olabilmesi için öğretmenlerin pedagojik rehberlik alması, güvenli oyun ortamı oluşturmayı bilmesi ve yaşam becerilerini derste görünür kılacak değerlendirme araçlarını kullanması gerekir.

UEFA’nın modeli ise sistem ve ekosistem kurma bakımından güçlüdür. Program, okulları yalnız başına bırakmak yerine ulusal federasyonlar, eğitim otoriteleri, yerel kulüpler, gönüllüler ve öğretmenleri birlikte düşünmektedir. Bu yaklaşım, çocukların okulda başlayan futbol deneyimini okul dışındaki düzenli spor ortamlarına taşımasına imkân verebilir. Ancak okul-kulüp bağlantısı, yalnızca yetenekli öğrencilerin kulübe yönlendirilmesi olarak anlaşılmamalıdır. Asıl amaç, farklı düzeydeki çocukların güvenli, erişilebilir ve sürdürülebilir futbol ortamlarına ulaşmasını sağlamaktır.

Türkiye bağlamında bu bulgular, okul futbolu uygulamalarının yeniden yapılandırılması gerektiğine işaret etmektedir. Okullar genellikle turnuva dönemlerinde futbol takımı kurmakta, hazırlık süreci belirli öğrenci gruplarıyla sınırlı kalmakta ve futbol çoğu zaman erkek öğrencilerin daha baskın olduğu bir etkinlik olarak algılanabilmektedir. Oysa FIFA ve UEFA örnekleri, futbolun bütün öğrenciler için düzenli, yaşa uygun, güvenli, eğlenceli ve değer temelli bir program hâline getirilebileceğini göstermektedir. Bu nedenle okul futbolu; sınıf düzeyi hedefleri, haftalık etkinlik planları, kapsayıcılık ilkeleri, kız öğrenci katılım stratejileri, güvenlik protokolleri, öğretmen eğitimi ve değerlendirme göstergeleriyle bütüncül bir programa dönüştürülmelidir.

Okul futbolu programlarının değerlendirilmesi de yalnızca fiziksel performans veya teknik beceriyle sınırlı olmamalıdır. Öğrencinin derse katılım sıklığı, öz güveni, takım çalışmasına katkısı, saygılı iletişimi, sorumluluk alma davranışı, fair play tutumu, kız öğrencilerin katılım oranı, engelli ya da düşük beceri düzeyindeki öğrencilerin derse dâhil oluşu ve okul-kulüp devamlılığı gibi göstergeler izlenmelidir. Böylece futbolun eğitsel katkısı somut verilerle takip edilebilir.

Bu çalışma, FIFA Okullar İçin Futbol ve UEFA Okullarda Futbol programlarının okul futbolu açısından önemli ortak ilkeler sunduğunu göstermektedir. Her iki program da futbolu yalnızca teknik beceri öğretimi ya da yetenek seçimi olarak değil; çocukların fiziksel, sosyal, duyuşsal ve bilişsel gelişimini destekleyen bir eğitim aracı olarak ele almaktadır. FIFA modeli, yaşam becerisi ve dijital içerik destekli küresel uygulama kapasitesiyle; UEFA modeli ise güvenli, kapsayıcı, okul-kulüp bağlantılı ve yatırım destekli yaygınlaştırma yapısıyla öne çıkmaktadır. Çalışmanın temel sonucu, okul futbol programlarının başarı ölçütlerinin yeniden tanımlanması gerektiğidir. Başarı; yalnızca turnuva derecesi, maç kazanma ya da seçilmiş öğrencilerin performansı ile değil; daha fazla öğrencinin düzenli katılımı, kız öğrencilerin futbola erişimi, güvenli ve kapsayıcı ortamın sağlanması,

öğretmenlerin uygulama yeterliği, yaşam becerilerinin görünür gelişimi ve okul-kulüp iş birliğinin sürdürülebilirliğiyle değerlendirilmesi önemli görülmüştür. Bu yaklaşım, okul sporunun eğitim programı içindeki gerçek değerini daha doğru biçimde ortaya koyacağı düşünülmektedir. Türkiye’de okullarda futbol eğitiminin geliştirilmesi için FIFA ve UEFA programlarından yararlanılarak yaşa uygun, oyun temelli, kapsayıcı, değerler odaklı ve ölçülebilir bir model kurulabilir. Böyle bir model, futbolun çocuklar üzerindeki eğitsel potansiyelini güçlendirecek; okul kültüründe hareket, dayanışma, saygı ve sağlıklı yaşam alışkanlıklarının yerleşmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Türkiye’de okullarda yapılacak futbol etkinliklerinde tüm öğrencilerin katılabileceği oyun temelli programların hazırlanması önemli görülmektedir.

Bununla birlikte; Beden eğitimi öğretmenleri ve okul antrenörleri için FIFA ve UEFA programlarındaki yaşam becerisi, kapsayıcılık, güvenli ortam ve oyun temelli öğretim yaklaşımını içeren hizmet içi eğitimler düzenlenmesi, kız öğrencilerin futbola katılımı özel hedef olarak belirlenmeli; karma oyunlar, kız öğrenci liderliği, uygun kıyafet ve güvenli alan düzenlemeleriyle katılım desteklenmesi önerilmektedir. Okul futbolu programlarında güvenli spor ortamı, çocuk koruma, ilk yardım, saha güvenliği, ekipman kontrolü ve veli bilgilendirmesi standart hâle getirilmesinin yararlı olabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

Bailey, R. (2006). Physical education and sport in schools: A review of benefits and outcomes. *Journal of School Health*, 76(8), 397-401. <https://doi.org/10.1111/j.1746-1561.2006.00132.x>

Bailey, R., Armour, K., Kirk, D., Jess, M., Pickup, I., & Sandford, R. (2009). The educational benefits claimed for physical education and school sport: An academic review. *Research Papers in Education*, 24(1), 1-27. <https://doi.org/10.1080/02671520701809817>

FIFA. (2025a). Learning through football. Inside FIFA. Retrieved May 18, 2026, from <https://inside.fifa.com/advancing-football/football-for-schools/learning-through-football>

FIFA. (2025b). Coach-educators. Inside FIFA. Retrieved May 18, 2026, from <https://inside.fifa.com/advancing-football/football-for-schools/coach-educators>

FIFA. (2026a). Frequently asked questions: FIFA Football for Schools. Inside FIFA. Retrieved May 18, 2026, from <https://inside.fifa.com/advancing-football/football-for-schools/faqs>

FIFA. (n.d.). FIFA Football for Schools. Inside FIFA. Retrieved May 18, 2026, from <https://inside.fifa.com/advancing-football/football-for-schools>

Gould, D., & Carson, S. (2008). Life skills development through sport: Current status and future directions. *International Review of Sport and Exercise Psychology*, 1(1), 58-78. <https://doi.org/10.1080/17509840701834573>

Hellison, D. (2011). Teaching personal and social responsibility through physical activity (3rd ed.). Human Kinetics.

UNESCO. (2021). “Sport Values in Every Classroom” toolkit released in French and Spanish. Retrieved May 18, 2026, from <https://www.unesco.org/en/articles/sport-values-every-classroom-toolkit-released-french-and-spanish>

UNESCO. (n.d.). Youth and sports. Retrieved May 18, 2026, from <https://www.unesco.org/en/sport-and-anti-doping/youth-and-sport>

UEFA. (2025a). How children across Europe are benefitting from UEFA Football in Schools. UEFA.com. Retrieved May 18, 2026, from <https://www.uefa.com/news-media/news/029d-1ece70871e19-6bc74eece645-1000--how-children-across-europe-are-benefitting-from-uefa-foot/>

UEFA. (2025b). UEFA Football in Schools: 2020-2024 report. UEFA. Retrieved May 18, 2026, from https://editorial.uefa.com/resources/029d-1eb05634acb6-82dc539e44ab-1000/uefa_football_in_schools_report.pdf

UEFA. (n.d.). Tools and programmes: Football in Schools. UEFA.com. Retrieved May 18, 2026, from <https://www.uefa.com/development/grassroots/grassroots-programmes/>

Bowen, G. A. (2009). Document analysis as a qualitative research method. *Qualitative Research Journal*, 9(2), 27–40.

Sak, R., Şahin Sak, İ. T., Öneren Şendil, Ç., & Nas, E. (2021). Bir araştırma yöntemi olarak doküman analizi. *Kocaeli Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 4(1), 227–250. <https://doi.org/10.33400/kuje.843306>

SAMPLE EFFICIENCY IN DEEP REINFORCEMENT LEARNING: CHALLENGES AND CURRENT APPROACHES

Yüksek Lisans Öğrencisi Muhammed Khalaf Al-Ubeidi

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği,

mhmdkhlfalbydy9@gmail.com, ORCID: 0009-0008-2949-8988

Abstract

Sample efficiency — defined as the agent's ability to learn effective policies from a limited number of environment interactions — remains one of the most critical open challenges in deep reinforcement learning (DRL). Although DRL has achieved remarkable performance in complex domains such as Atari games and robotic control, its deployment in real-world applications is still severely constrained by the enormous number of interactions required during training. This seminar presents a systematic review of the key challenges and recent approaches to improving sample efficiency.

We begin by formally defining the problem within the Markov Decision Process (MDP) framework and examining established evaluation metrics, including the Human-Normalized Score (HNS) and the Interquartile Mean (IQM). We then identify five fundamental challenges that limit sample efficiency: the exploration-exploitation dilemma, sparse and delayed rewards, the credit assignment problem, data non-stationarity, and high-dimensional observation spaces.

The study subsequently reviews five categories of recent approaches: model-based reinforcement learning, which reduces real interactions through learned world models; meta-learning, which enables rapid adaptation via bi-level optimization; intrinsic motivation, which drives exploration through internal reward signals; data augmentation, which improves generalization from limited visual data; and visual attention mechanisms, represented by the DOAD framework. Experimental evidence demonstrates that EfficientZero achieves 500× greater sample efficiency than DQN, that GILD surpasses expert-level performance in sparse-reward environments, and that data augmentation reduces the required training steps by 30–50%.

Keywords: Deep reinforcement learning, sample efficiency, model-based learning, meta-learning, data augmentation, visual attention, intrinsic motivation.

**MODELING AND DESIGN OF A DOUBLE-ROTOR AXIAL FLUX-FLUX REVERSAL
PERMANENT MAGNET MOTOR****MSc, Kometsi Raphael KHOTLE 1/ Doç. Dr. Mümtaz MUTLUER 2****1Konya Technical University, Electrical and Electronics Engineering, rapkhokom@gmail.com, ORCID:
0009-0000-6219-4697****2Konya Technical University, Electrical and Electronics Engineering, mmutluer@ktun.edu.tr, ORCID:
0000-0002-6781-8937****Abstract**

The growing demand for high-efficiency and compact electrical machines in electric vehicles, robotics, renewable energy systems, and direct-drive applications has increased interest in advanced motor topologies with high torque density and reliable performance. In this study, a Dual-Rotor Axial Flux–Flux Reversal Permanent Magnet Machine (DR AF-FRM) is investigated and optimized using multi-objective optimization methods. The proposed machine combines the advantages of axial flux topology and flux-reversal operating principles to achieve improved electromagnetic performance, compact structure, and balanced axial force distribution. A three-dimensional finite element model of the machine was developed in ANSYS Maxwell to analyze magnetic flux distribution, induced voltage, torque characteristics, and electromagnetic behavior. Critical design parameters such as air-gap length, magnet dimensions, rotor geometry, and stator dimensions were systematically evaluated. Multi-Objective Particle Swarm Optimization (MOPSO) and NSGA-II algorithms were applied to optimize key performance objectives including torque density, efficiency, torque ripple, total losses, and magnet volume. The optimization results demonstrated that the proposed topology could provide high torque density with reduced torque ripples and improved efficiency compared to conventional designs. The findings of this study show that the proposed DR AF-FRM topology has strong potential for next-generation direct-drive and high-performance electrical machine applications.

Keywords: Axial Flux Motor, Flux Reversal Machine, Multi-Objective Optimization, MOPSO, NSGA-II

1. Introduction

The rapid evolution of modern electrical energy conversion systems has significantly increased the demand for electric machines that can simultaneously satisfy stringent requirements in terms of torque density, efficiency, compactness, and operational reliability (Ahmad et al., 2021; Akıncı & Polat, 2022). In applications such as electric vehicles, robotic actuation systems, and renewable energy conversion, conventional radial flux permanent magnet machines often encounter inherent geometric and electromagnetic limitations that restrict their achievable performance. In this context, axial flux permanent magnet (AFPM) machines have attracted considerable attention due to their inherently short magnetic flux paths, high torque-to-volume ratios, and disc-type compact structures (Aydin et al., 2004; Hao et al., 2023; Nishanth et al., 2023).

At the same time, flux-reversal permanent magnet (FRPM) machines offer additional advantages by relocating permanent magnets to the stator, thereby improving thermal management and reducing the risk of rotor demagnetization (Zhou et al., 2021). Moreover, FRPM machines exploit flux modulation effects to enhance torque production through space harmonics, rather than relying solely on fundamental field interaction (Wang et al., 2021; Zou et al., 2018).

The integration of axial flux architecture with the flux-reversal operating principle gives rise to axial flux-flux reversal permanent magnet (AF-FRPM) machines, which exhibit highly three-dimensional magnetic field distributions and complex electromagnetic behavior (Gerçekcioğlu, 2025). Among the possible configurations, the double-rotor structure, in which a single stator is sandwiched between two rotors, provides a symmetrical magnetic circuit that contributes to improved torque capability and mechanical balance (Akıncı & Polat, 2022; Gorginpour et al., 2019). Despite these advantages, the accurate analysis of such machines remains challenging due to the combined effects of axial flux paths, nonlinear material properties, and flux modulation phenomena. Therefore, high-fidelity numerical techniques, particularly three-dimensional finite element analysis, are essential for reliable performance evaluation (Gao & Liu, 2019; Gulec & Aydin, 2018).

This paper focuses on the detailed modeling and finite element validation of a double-rotor AF-FRPM machine, with the objective of demonstrating its electromagnetic characteristics and assessing its suitability for practical applications. To the best of the authors' knowledge, this study presents the first comprehensive investigation and 3D FEA validation of a double-rotor axial flux topology specifically integrating the flux-reversal permanent magnet principle.

2. Machine Topology and Operating Principle

2.1 Structural Configuration

The proposed machine adopts a double-rotor axial flux configuration in which a double-sided stator is positioned between two rotor discs. The stator accommodates both the excitation windings and the permanent magnets. A fractional-slot concentrated winding (FSCW) arrangement is utilized to achieve a compact end-of-winding structure and improved copper utilization. The permanent magnets are mounted on the stator surface and arranged in a specific polarity sequence that enables flux reversal within the stator teeth.

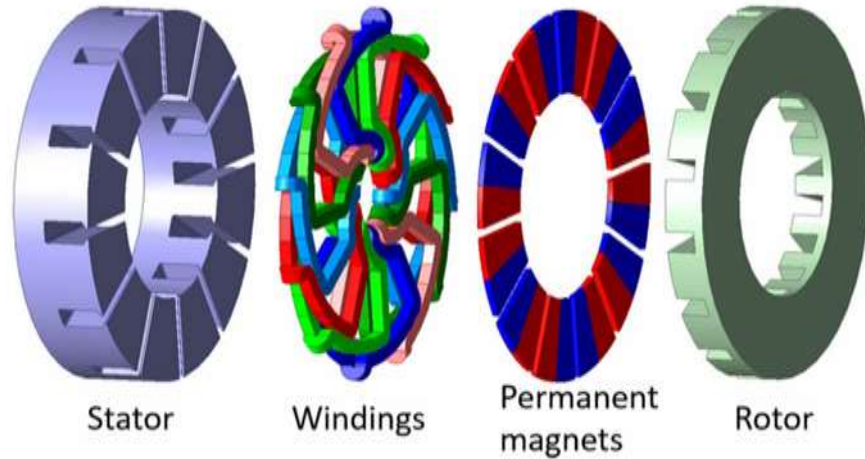


Fig.1. Axial flux-flux reversal machine AF-FRPM(Gerçekcioğlu, 2025)

In contrast to conventional permanent magnet machines, the rotor structure is entirely passive and consists solely of ferromagnetic material shaped into salient poles. The absence of rotor-mounted magnets or windings not only simplifies the mechanical construction but also enhances robustness and reduces rotor losses.

ANSYS
2024 R1

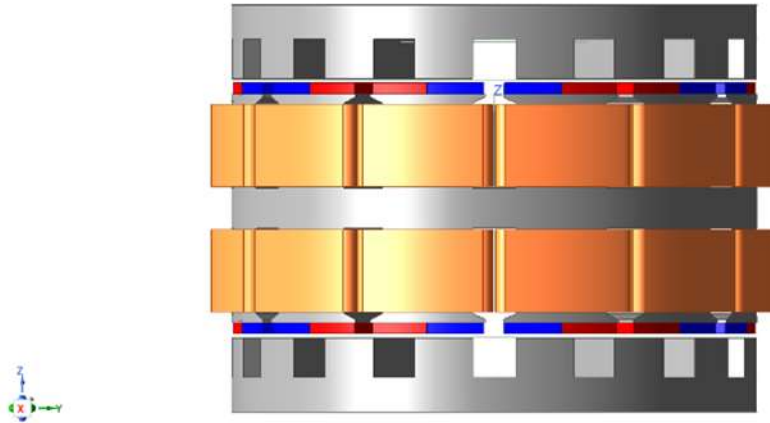


Fig.2. ANSYS Maxwell 3D model of the double-rotor axial flux-flux reversal machine (DR-AF-FRM)

2.2 Operating Principle

The operating principle of the proposed machine is fundamentally based on the interaction between stator-generated magnetic fields and rotor-induced variations in magnetic reluctance. The permanent magnets located on the stator establish a magnetic field that penetrates the air gap and links the stator teeth and rotor poles.

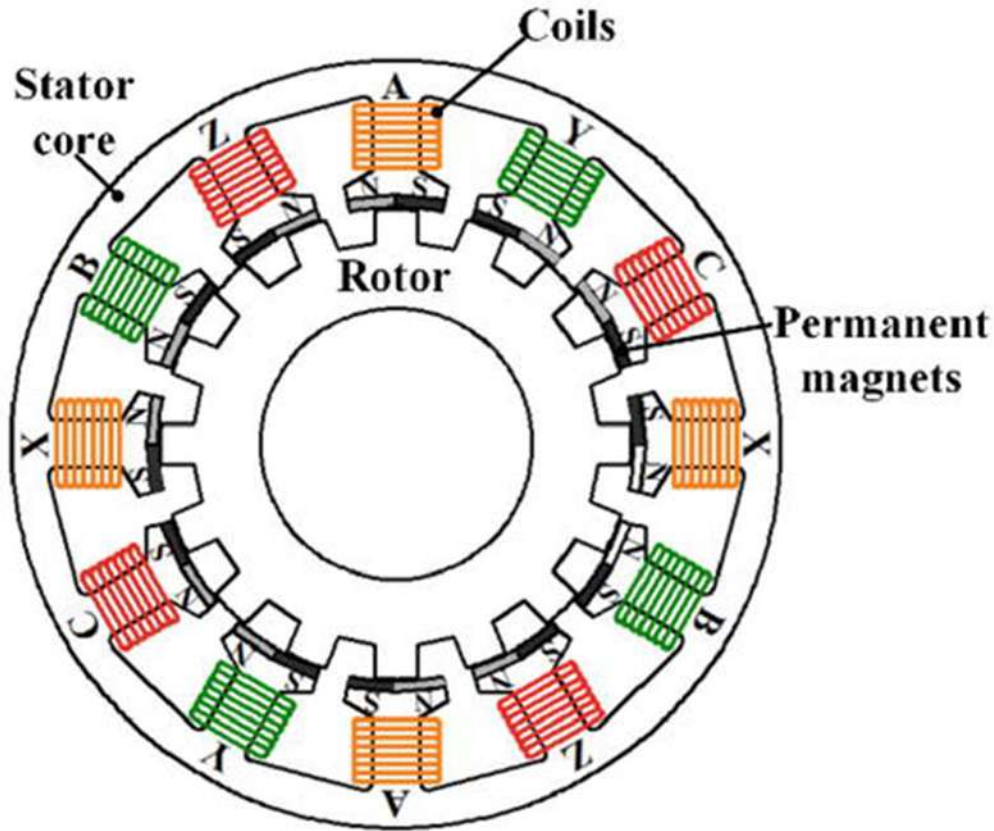


Fig.3. Cross-sectional view of a flux-reversal permanent magnet machine FRPMM (Gao &Liu, 2019)

As the rotor rotates, the alignment between the rotor salient poles and stator teeth continuously changes, resulting in a periodic variation of the airgap permeance. This variation modulates the magnetic flux distribution and causes the direction of magnetic flux within the stator teeth to reverse periodically. Consequently, the flux linkage of the stator windings becomes time-varying, leading to the induction of phase voltages.

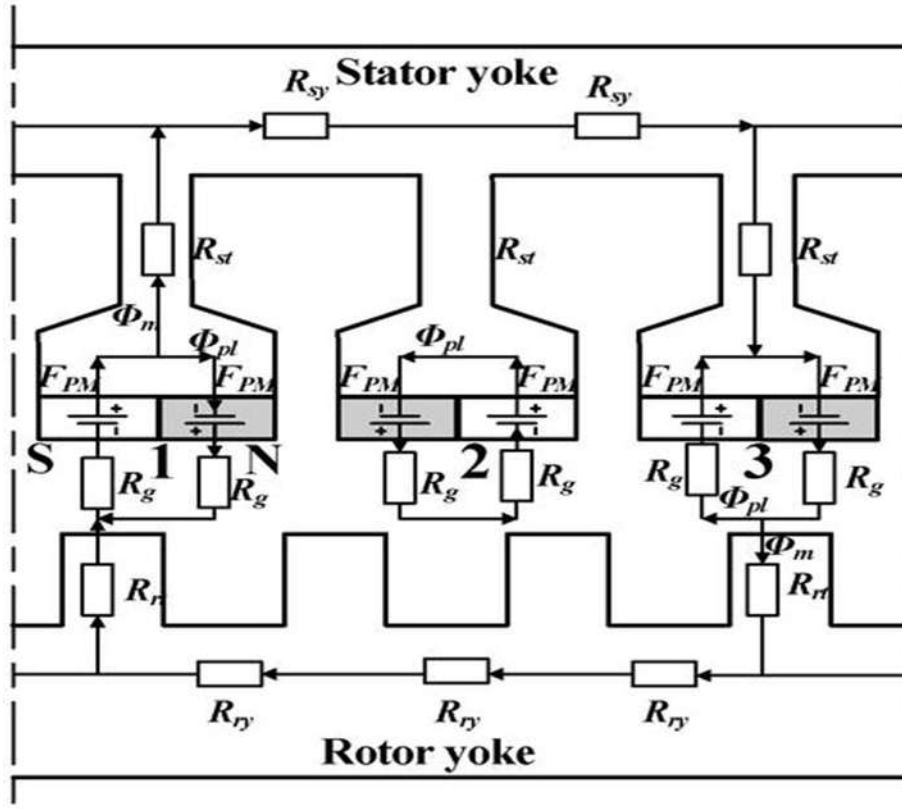


Fig.4. Magnetic equivalent circuit (MEC) model of an FRPMM (Gao &Liu, 2019)

Electromagnetic torque is generated through the combined effect of flux modulation and reluctance variation, as the rotor continuously tends to align with positions corresponding to minimum magnetic reluctance. This mechanism is analogous to a magnetic gearing effect, in which torque is produced through the interaction of space harmonics rather than direct rotor excitation.

3. Analytical Design Methodology

The initial design of the proposed machine is carried out using a set of analytical expressions that establish relationships between the desired performance specifications and the principal geometric dimensions. These expressions serve as a preliminary design tool prior to detailed numerical analysis.

The electromagnetic torque is related to the output power and mechanical angular velocity through the fundamental relationship as shown in Eq. (1) below:

$$T_{out} = \frac{P_{out}}{\omega_m} \quad (1)$$

To estimate the main dimensions of the machine, the output power equation is employed, which relates the power to the machine geometry and electromagnetic loading as shown in Eq. (2):

$$P_{out} = G \times D^2 L \times rps \quad (2)$$

Here G is the output coefficient, D average diameter, L active packet length and rpms per second.

The output coefficient is expressed in Eq. (3)

$$G = \frac{1.11 \times \pi^2 \times k_w \times B_{av} \times a_c \times \eta_d \times \cos(\phi)}{\gamma_{emf}} \quad (3)$$

Here k_w is winding factor, B_{av} is average airgap flux density, a_c is electrical loading, η_d is efficiency, $\cos \phi$ is power factor, γ_{emf} is back EMF rate

In this expression, the output coefficient encapsulates the combined effects of magnetic loading, electric loading, and winding configuration. The average diameter and active length define the effective volume of the machine, while the rotational speed determines the rate of energy conversion.

The total air-gap flux is approximated based on the average flux density and the effective area of the air-gap region. This flux is subsequently distributed among the stator teeth and magnetic circuit components, providing a basis for determining the dimensions of the stator and rotor.

Although these analytical expressions rely on simplifying assumptions, they provide a physically meaningful starting point for the design process and enable the selection of feasible initial parameters for subsequent finite element analysis.

3.1. Three-Dimensional Parametric Model

The machine was modelled in ANSYS Electronics Desktop / Maxwell 3D using a fully parameterized design environment. This approach allows the main geometrical dimensions to be modified consistently during design refinement and optimization. The principal geometrical dimensions extracted from the implemented model and initial values selected for design are listed on Table.1. and Table.2. respectively.

Table 1. The principal geometrical dimensions extracted from the DR-AF-FRPMM model

Parameters	Values
Stator Outer Diameter, D_{so}	192 mm
Stator Inner Diameter, D_{si}	90 mm
Rotor Outer Diameter, D_{ro}	192 mm
Rotor Inner Diameter, D_{ri}	90mm
Stator Slot Size, N_s	12
Rotor Slot Size, N_r	16
Air-gap length on each side, g	1 mm
Stator back-yoke thickness, d_{sy}	7 mm
Rotor yoke thickness, d_{ry}	7 mm
Number of conductors, N_{tc}	58
Magnets width, b_m	7 mm
Rotor height, h_r	7 mm
Permanent magnet thickness, h_m	7mm

Table 2. Initial values selected for design

Initial Parameters	Values
Output Power, P_{out}	1000 W
Voltage, V_0	320 V
Speed, ω_m	750 rpm
Efficiency, η_d	90%

The mean active diameter of the machine is given in Eq. (4)

$$D_m = \frac{D_{so} + D_{si}}{2} \quad (4)$$

which yields

$$D_m = \frac{192 + 90}{2} = 141 \text{ mm} \quad (5)$$

The effective radial active length is given by Eq. (6) below

$$L_r = \frac{D_{so} - D_{si}}{2} \quad (6)$$

thus

$$L_r = \frac{192 - 90}{2} = 51 \text{ mm} \quad (7)$$

The geometric dimensions of the stator core: (a) isometric view, (b) top view, (c) side view [10] as illustrated in Fig.5.

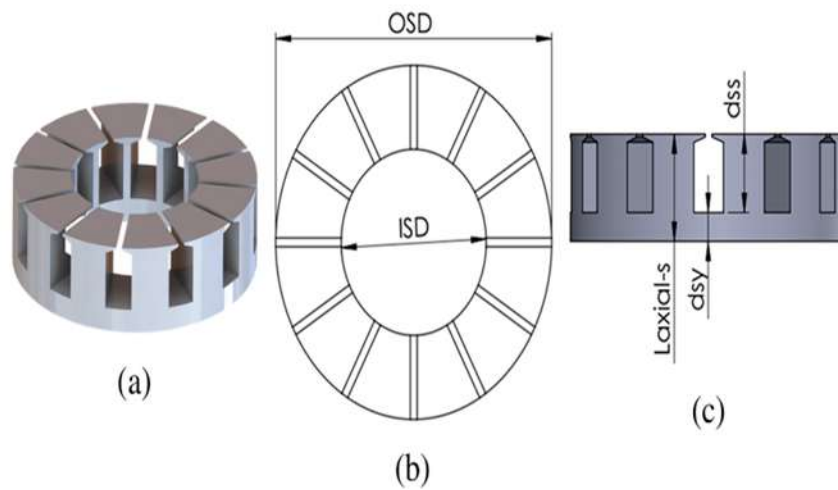


Fig.5. The geometric dimensions of the stator core: (a) isometric view, (b) top view, (c) side view (Fard & Mirsalim,2024)

These values confirm that the machine possesses a relatively wide annular active region, which is one of the main reasons axial-flux topologies can achieve high torque density despite short axial length.

The selected stator rotor combination is 12/16, corresponding to a stator slot pitch of

$$\alpha_s = \frac{360^\circ}{N_s} = \frac{360^\circ}{12} = 30^\circ \quad (8)$$

and a rotor pole pitch of

$$\alpha_r = \frac{360^\circ}{N_r} = \frac{360^\circ}{16} = 22.5^\circ \quad (9)$$

This combination was chosen to enable a suitable flux-reversal interaction while preserving three-phase symmetry and achieving a meaningful modulation between the stator magnet field and the rotor salient poles.

3.2. Electromagnetic Design

3.2.1. Stator Structure

The stator hosts both permanent magnets and armature windings, which is a defining feature of flux reversal machines. A 12-slot stator with fractional-slot concentrated windings (FSCW) is employed to achieve compactness, reduced end-winding length, and improved copper utilization.

The stator tooth geometry is designed to balance two competing requirements: avoiding magnetic saturation while maintaining sufficient slot area for windings. This balance is particularly critical in flux reversal machines, where the flux direction in stator teeth periodically reverse with rotor motion.

3.2.2. Permanent Magnet Configuration

Permanent magnets (Arnold N38) are mounted on the stator with an N–S–S–N arrangement as shown in Fig.6. Unlike conventional PM machines, the objective is not to generate a rotating magnetic field directly, but to establish a spatially modulated field that interacts with the salient rotor.

This configuration enables periodic flux reversal in the stator windings through rotor-induced reluctance variation, forming the basis of electromagnetic energy conversion in the proposed topology.

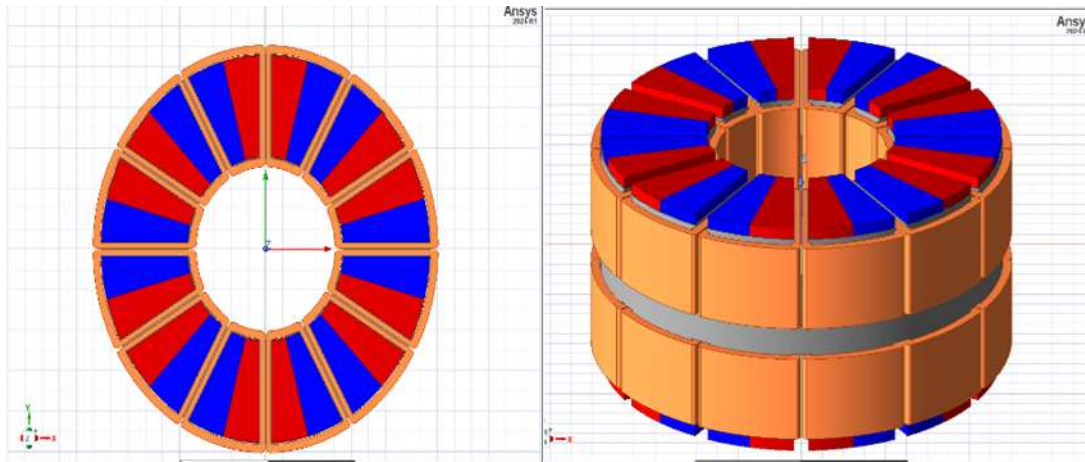


Fig.6. ANSYS model of the DR-AF-FRPMM showing the N-S-S-N polarity sequence of the permanent magnets

3.2.3. Rotor Structure

The rotor consists of a simple ferromagnetic salient pole structure without magnets or windings. This provides several advantages, including mechanical robustness, reduced losses, and elimination of demagnetization risk.

The dual-rotor configuration ensures symmetric flux paths across the two air gaps, improving flux utilization and minimizing axial forces. The rotor acts as a flux modulator, periodically altering the reluctance seen by the stator field and enabling flux reversal.

3.2.4. Winding Configuration

Fractional-slot concentrated windings (FSCW) configuration, shown in Fig.7, are adopted due to their suitability for high pole-number machines and compact geometries. Although FSCW structures introduce higher spatial harmonics, their impact is mitigated through appropriate stator and rotor design. In the no-load condition, the windings are used only to measure flux linkage and induced EMF.

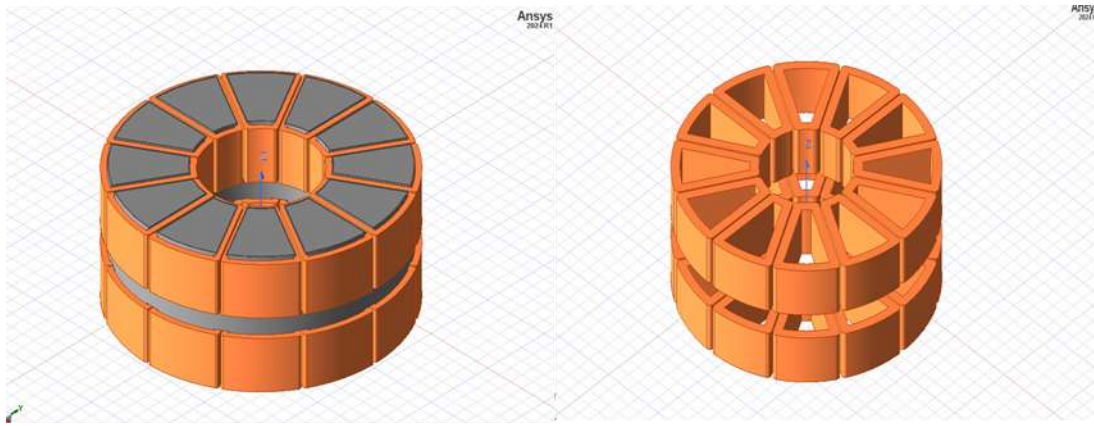


Fig.7. The model of the DR-AF-FRPM illustrating the fractional-slot concentrated winding (FSCW) configuration

The geometric dimensions of the stator winding: (a) isometric view, (b) slot dimensions, (c) coil dimensions (Fard & Mirsalim, 2024) as illustrated in Fig.8.

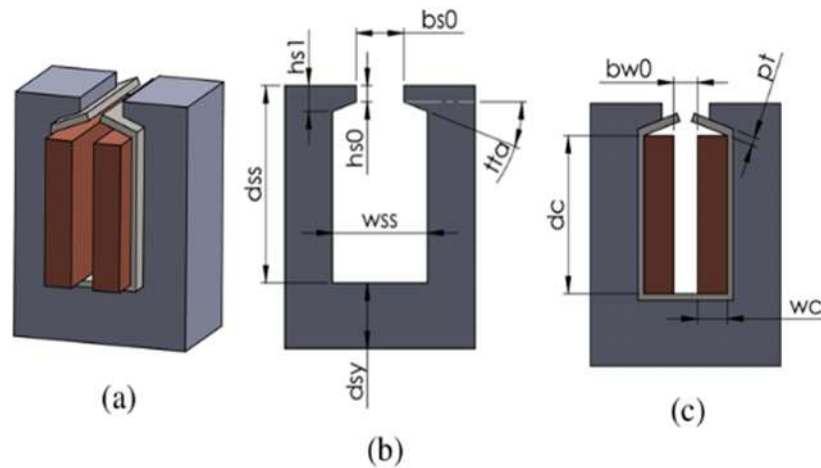


Fig.8. The geometric dimensions of the stator winding: (a) isometric view, (b) slot dimensions, (c) coil dimensions (Fard & Mirsalim,2024)

3.2.5. Material Assignment and Mesh Strategy

Nonlinear ferromagnetic materials: M330-35A, B-H at 50Hz is used for stator core and steel_1010 rotor cores to capture saturation effects accurately. Permanent magnets are modeled using N38 properties, while copper is assigned to winding regions and vacuum to surrounding space.

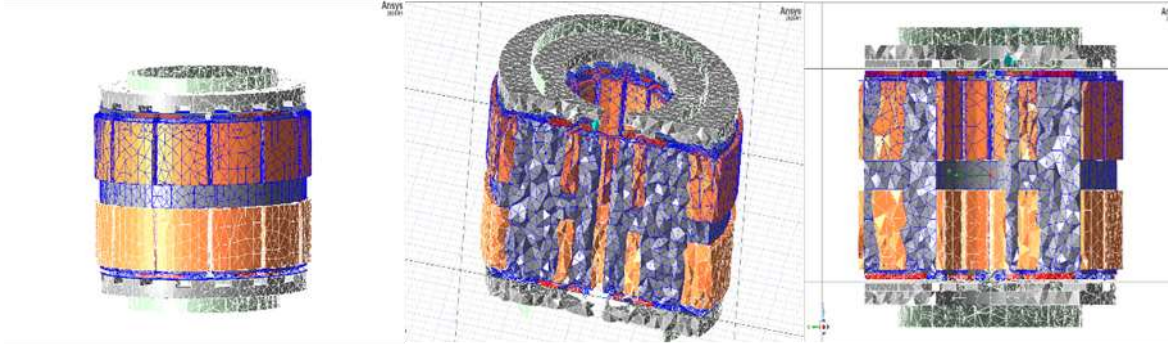


Fig.9. ANSYS model of the DR-AF-FRPM illustrating the mesh structure and discretization strategy

A non-uniform tetrahedral mesh is employed. Finer mesh density is applied in regions with high magnetic field gradients, such as air gaps, magnet edges, and tooth tips, while coarser mesh is used in low-gradient regions as illustrated in Fig.9. The mesh size is adapted according to the Eq. (10).

$$h(x) \propto \frac{1}{1+\alpha|\nabla B(x)|} \quad (10)$$

ensuring high accuracy in critical regions while maintaining reasonable computational cost.

3.3. Interpretation of the Magnetic Flux Path

When the magnetic field vectors obtained from the magnetostatic solution, the average magnetic loading results, and the air-gap flux density distribution are evaluated together, it is evident that the magnetic flux path in the machine is established in accordance with the intended axial flux-flux reversal operating principle. The magnetic field generated by the permanent magnets placed on the stator is directed axially toward the rotor teeth through both the upper and lower air gaps. The salient structure of the rotor modulates this field by guiding it through regions of low reluctance and subsequently returning it to adjacent stator teeth.

Since this flux path continuously varies with the angular position of the rotor, the flux linked to a given phase winding periodically changes its direction. As a result, the polarity of the flux linkage reverses over time, thereby realizing the fundamental operating mechanism of flux-reversal machines.

The obtained magnetic loading results quantitatively support this interpretation. According to the updated magnetostatic data, shown on Fig.10, the total magnetic flux is calculated as:

$$\phi_{tot} = 0.013011 \text{ Wb}$$

while the average magnetic loading is

$$B_{av} = 0.575947 \text{ T}$$

Magnetic_Loading				MagneticLoading	Ansys 2024 R1
	\$OSD [mm]	phi_tot MagneticLoading : LastAdaptive	Bav MagneticLoading : LastAdaptive		
1	192.000000	0.013011	0.575947		

Fig.10. Average magnetic loading results and air-gap flux density obtained from magnetostatic solution of the DR-AF-FRPMM ANSYS model

Compared to earlier preliminary estimates, these values indicate that the actual magnetic flux carried within the active region is higher than initially anticipated. An average flux density level of approximately 0.576 T demonstrates that sufficient magnetic loading is achieved in the air gap and that the interaction between the permanent magnets and the rotor is not weak. Considering that torque production in axial flux machines is directly related to the air-gap flux density and effective radius, this result confirms the electromagnetic viability of the design.

The air-gap flux density waveform (B_z) further strengthens this interpretation as illustrated in Fig.11. The average absolute value of the air-gap flux density is approximately

$$B_{z,avgabs} = 0.5897 \text{ T}$$

while the maximum and minimum values are approximately

$$B_{z,max} = 1.2067 \text{ T}$$

and

$$B_{z,min} = -1.0690 \text{ T}$$

respectively.

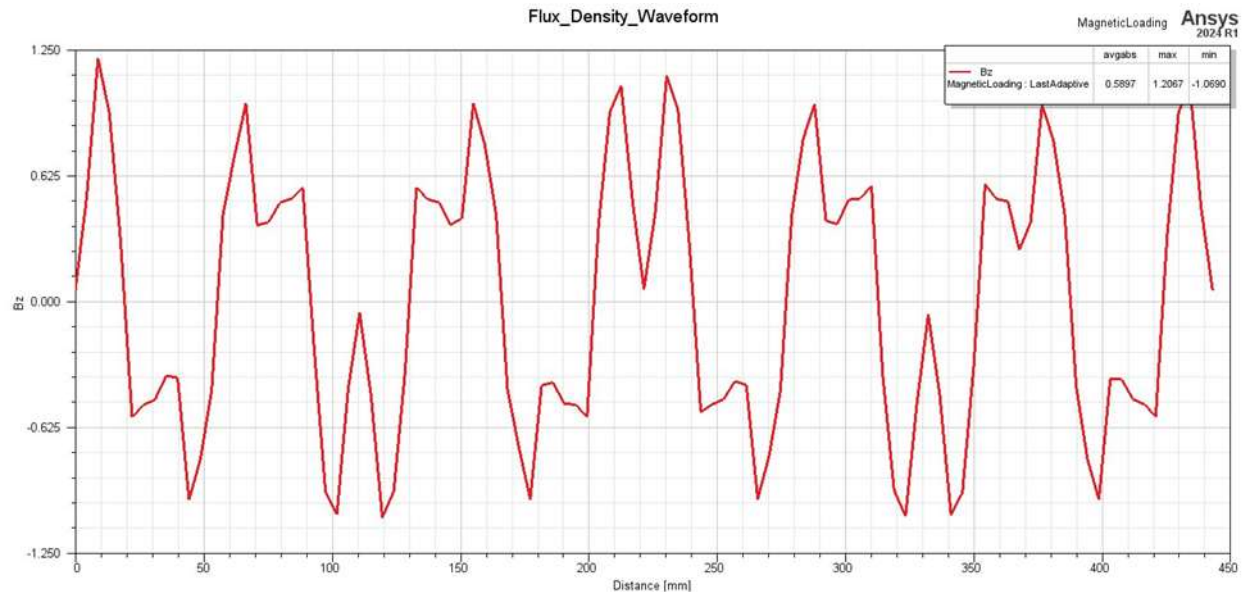


Fig.11. Magnetic flux density (B_z) distribution along the axial air gap in the DR-AF-FRPMM design

These results indicate that the air-gap field is not unidirectional but instead consists of alternating components with significant modulation. In other words, the change in the sign of the air-gap flux density demonstrates that the rotor salient structure does not merely strengthen or weaken the stator magnetic field but actively reverses the effective flux direction linked to the phase windings. This finding provides strong evidence that the flux-reversal operating principle is realized at the field distribution level.

It should be noted that the B_z waveform is not perfectly sinusoidal, which is an expected characteristic. Unlike conventional surface-mounted permanent magnet machines that produce relatively smooth air-gap fields, the present machine generates a modulation-based field distribution determined by the combined effects of fractional-slot concentrated winding (FSCW), stator tooth geometry, slot openings, rotor pole structure, and magnet arrangement. Therefore, the presence of stepped profiles, localized peaks, and sharp transitions in the air-gap flux density is physically consistent with the operating principle. The critical point, however, is that this harmonic-rich field still produces a dominant fundamental component in the phase flux linkage. As demonstrated in the previous sections, the resulting phase flux linkage and induced voltage waveforms exhibit near-sinusoidal characteristics, confirming that the fundamental component remains dominant.

In conclusion, the field results evaluated in this subsection clearly demonstrate that the magnetic flux path within the machine is physically consistent, that the rotor effectively modulates the stator-generated magnetic field, and that the flux-reversal mechanism is not only theoretically valid but also verified at the finite element solution level.

3.4. Evaluation of Magnetic Saturation and Magnetic Stress

To reliably assess the electromagnetic design of the machine, it is necessary to evaluate not only the average magnetic loading but also the local flux density distribution and the flux levels within the stator and rotor yoke regions. The updated simulation results reveal that the magnetic field levels in different regions of the machine are significantly non-uniform.

Based on the flux density distributions along the yoke regions, shown in Fig.12, the maximum flux density in the stator yoke is approximately

$$B_{sy,max} = 0.1260 \text{ T}$$

while the maximum flux density in the rotor yoke is approximately

$$B_{ry,max} = 0.9828 \text{ T}$$

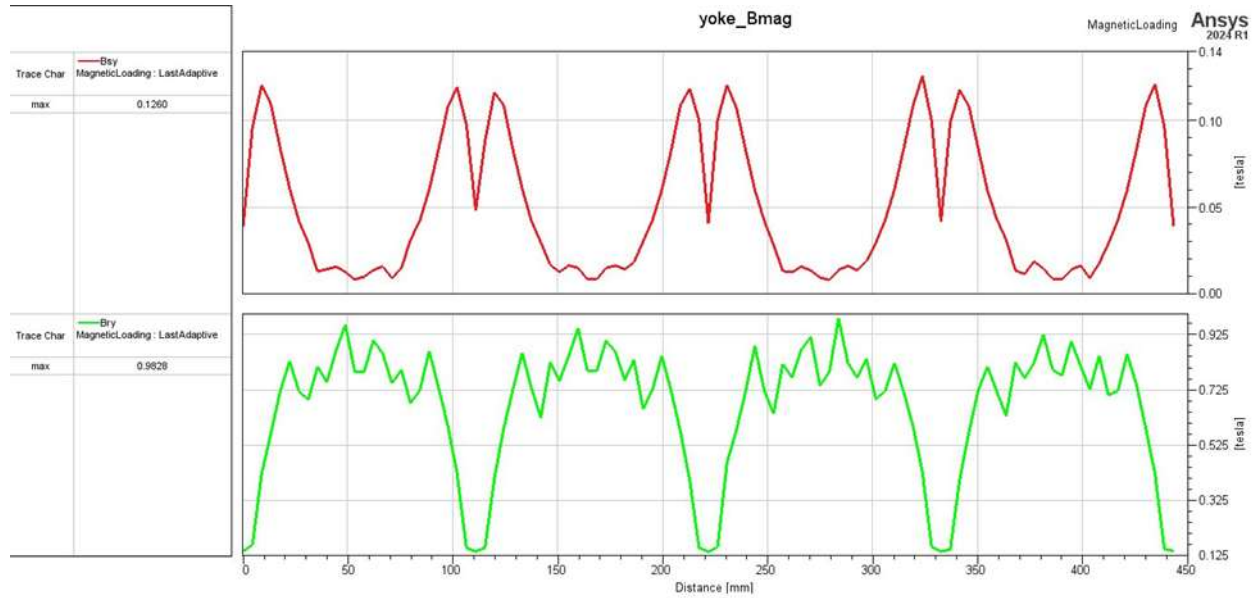


Fig.12. Magnetic flux density distribution on the stator and rotor cores in the DR-AF-FRPMM model

The substantial difference between these values indicates that the stator yoke operates at a relatively low magnetic loading level, suggesting that the stator back iron thickness is sufficient and remains well within the safe operating range in terms of magnetic saturation. In contrast, the rotor yoke exhibits significantly higher flux density levels, approaching 1 T, which indicates that magnetic flux concentration is more pronounced on the rotor side.

This observation is physically consistent with the operating principle of the machine. Since the magnetic field generated by the stator-mounted permanent magnets is collected and guided through both rotors, the rotor structure inherently carries a higher magnetic flux density compared to the stator back iron. However, the fact that the rotor yoke flux density remains below approximately 1 T indicates that the rotor has not yet entered a severe saturation region. In electrical machine core materials, strong saturation effects typically occur at higher flux density levels. Therefore, while there is noticeable flux concentration in the rotor, the machine does not exhibit critical saturation under no-load conditions.

As in Fig.13. It is also observed that the local maximum flux density in certain regions reaches significantly higher values, approximately

$$B_{\text{local,max}} \approx 2.825 \text{ T}$$

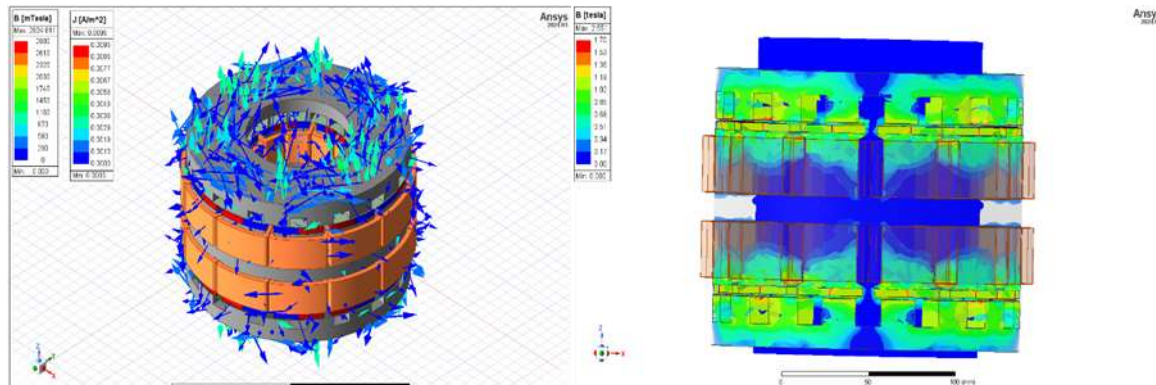


Fig.13. Magnetic flux density (B) distribution of the DR-AF-FRPMM model under full-load conditions

However, such values do not represent the overall operating condition of the machine. These localized peaks are typically associated with geometric discontinuities such as sharp edges, magnet corners, or small regions with concentrated flux. Therefore, these local maxima should not be interpreted as an indication of global magnetic saturation. A more reliable assessment must consider average magnetic loading, air-gap flux density levels, and flux distributions along the yoke regions collectively.

The combined evaluation of these parameters shows that the average air-gap flux density is approximately 0.5897 T, while the rotor yoke peak flux density is around 0.98 T. This indicates that the magnetic field produced by the permanent magnets is effectively utilized without forcing the core material into critical saturation under no-load conditions. This is a favorable design characteristic, as excessive saturation under no-load conditions could lead to significant performance degradation under load due to armature reaction effects. In contrast, the present design maintains a safe magnetic operating margin, particularly in the stator yoke region.

From the perspective of magnetic stress, the concentration of high flux density regions around rotor pole transitions and magnet edges suggests that these areas should be carefully monitored in future load analyses. While these regions are not critical under no-load conditions, the addition of stator current may further increase flux density levels, potentially leading to localized saturation. Therefore, although the current results confirm the electromagnetic feasibility of the design, they also indicate the necessity of evaluating saturation behavior under load conditions in subsequent analyses.

In summary, the updated field results demonstrate that the machine does not suffer from severe magnetic saturation under no-load operation. The stator yoke operates well within safe limits, while the rotor yoke experiences higher but still acceptable flux density levels. The observed local peak values are primarily associated with geometric effects and do not represent the average magnetic state of the machine.

In this chapter, the three-dimensional modeling, electromagnetic design, and no-load transient analysis of the proposed double-rotor axial flux-flux reversal permanent magnet machine have been presented in detail. The machine was parametrically constructed in ANSYS Maxwell 3D, incorporating nonlinear core materials, stator-mounted Arnold N38 permanent magnets, an N-S-S-N magnet arrangement, fractional-slot concentrated windings (FSCW), dual air-gap configuration, and a refined tetrahedral mesh structure.

The magnetostatic analysis yielded a total magnetic flux of $\phi_{total} = 0.013011$ Wb and an average magnetic loading of $B_{av} = 0.575947$ T. The air-gap flux density waveform exhibited an average absolute value of approximately 0.5897 T, with peak values ranging between +1.2067 T and -1.0690 T, confirming the presence of a strong but modulated axial magnetic field and validating the flux-reversal mechanism at the field level.

The flux density distribution within the yoke regions showed that the stator yoke operates at a relatively low level of approximately 0.1260 T, while the rotor yoke reaches higher values around 0.9828 T, remaining within acceptable limits. The local maximum flux density of approximately 2.825 T was attributed to geometric flux concentration effects rather than overall saturation.

Overall, the results presented in this chapter demonstrate that the proposed machine operates in accordance with the intended axial flux-flux reversal principle, that the air-gap magnetic field is effectively modulated, and that the developed model provides a reliable foundation for subsequent load analysis and multi-objective optimization studies.

4. Full-Load Results and Discussion

The electromagnetic performance of the proposed double-rotor axial flux-flux reversal permanent magnet (DR-AF-FRPM) motor was investigated through transient three-dimensional finite element analysis under full-load operating conditions. The simulations were carried out using a time step of 0.0001 s over a total duration of 0.025 s, which is sufficient to accurately capture both transient and steady-state electromagnetic behavior. Since the

excitation frequency is 200 Hz, this duration corresponds exactly to five full electrical cycles, which is sufficient to overcome initial numerical transients and achieve a stable steady-state electromagnetic response. This resolution ensures that the time-varying interaction between the stator magnetic field and rotor modulation is properly represented. The preliminary design is evaluated under full-load conditions at a rated speed of 750 rpm, targeting high-torque direct-drive applications.

The simulated three-phase stator currents exhibit balanced sinusoidal waveforms with a phase displacement of 120° , confirming the correctness of the excitation scheme and winding configuration. The absence of waveform distortion or phase imbalance indicates that the electromagnetic loading is uniformly distributed and that the numerical model is well-conditioned. This is particularly important in axial flux topologies, where three-dimensional flux paths can introduce asymmetries if not properly designed.

4.1. Excitation Current Definition and Operating Conditions

The proposed DR-AF-FRPMM motor is excited using a balanced three-phase current system defined in the synchronous reference frame (α - β reference frame). The excitation strategy is designed to maximize torque production by appropriately controlling the current angle.

In the simulations, the stator current magnitude is defined in the per-unit system as $I_{s,pu} = 1$, corresponding to a phase RMS current of 11.21 A. The peak phase current is therefore calculated as:

Simülasyonlarda kullanılan temel akım parametreleri:

- $I_{s,pu} = 1$ (per unit current)
- $I_{ph,rms} = 11.21$ A(RMS phase current)
- Peak Current:

$$I_s = \sqrt{2} \cdot I_{ph,rms} = 15.85 \text{ A}$$

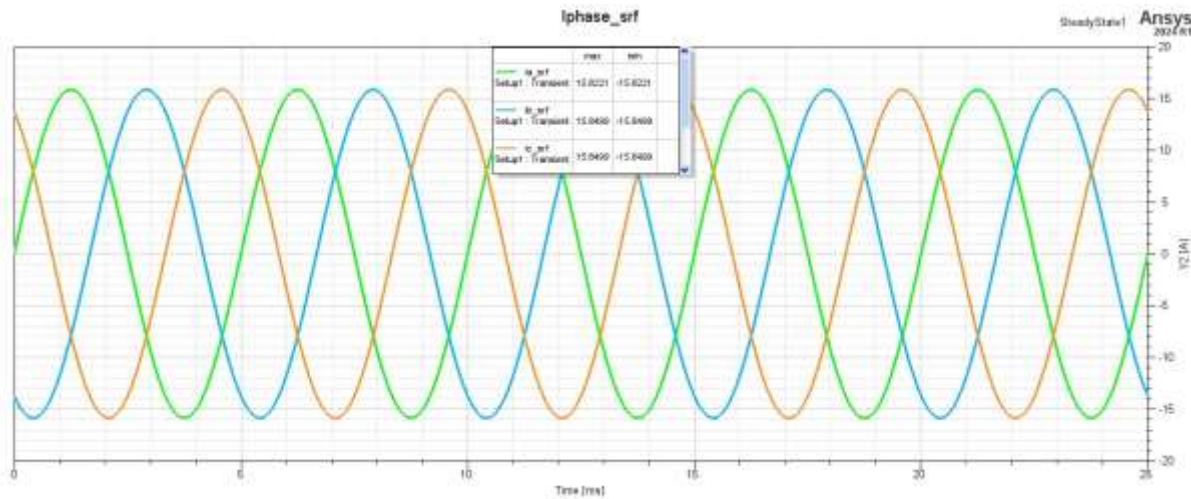


Fig.14. Stator reference frame three-phase excitation current for proposed DR-AF-FRPMM

This peak current represents the maximum instantaneous current supplied to each phase and is used in the time-domain excitation of the machine.

The motor is analyzed at a mechanical speed of 750 rpm, which corresponds to the intended operating condition for low-speed, high-torque applications. In flux-reversal machines, the electrical excitation frequency is not

directly tied to the number of poles as in conventional machines, but rather to the interaction between rotor teeth and the stator magnetic field. Accordingly, the excitation frequency is determined as shown in Eq. (10).

$$f_e = \frac{N_r \cdot n}{60} \quad (10)$$

where N_r is the number of rotor teeth and n is the mechanical speed in rpm. For the machine studied, with $N_r = 16$ and $n = 750$ rpm, the excitation frequency is obtained as:

$$f_e = \frac{16 \times 750}{60}$$

$$f_e = 16 \times 12.5 = 200 \text{ Hz}$$

This frequency represents the rate at which flux reversal events occur within the stator teeth due to rotor motion, and it governs the temporal variation of electromagnetic quantities such as flux linkage and induced voltage.

The current excitation is defined through a time-dependent current angle given by Eq. (11).

$$\alpha_{Is}(t) = \theta_{adv} + 2\pi f t \quad (11)$$

In this study, the phase advance angle is selected as $\theta_{adv} = 90^\circ$ ($\pi/2$ radians), which corresponds to a condition where the direct-axis current component is minimized, and the quadrature-axis current component is maximized. Substituting the excitation frequency, the current angle becomes:

$$f = 200 \text{ Hz}$$

$$\theta_{adv} = 90^\circ = \frac{\pi}{2}$$

$$\alpha_{Is}(t) = \frac{\pi}{2} + 2\pi \cdot 200 \cdot t$$

This choice of current angle ensures that the machine operates under maximum torque production conditions, consistent with the principle of torque generation being proportional to the β -axis current component. The $\alpha - \beta$ stationary reference frame current components are illustrated in Fig.15.

The $\alpha - \beta$ stationary reference frame current components are defined as in Eq. (12) and (13):

$$i_\alpha(t) = I_s \cos(\alpha_{Is}(t)) \quad (12)$$

$$i_\beta(t) = I_s \sin(\alpha_{Is}(t)) \quad (13)$$

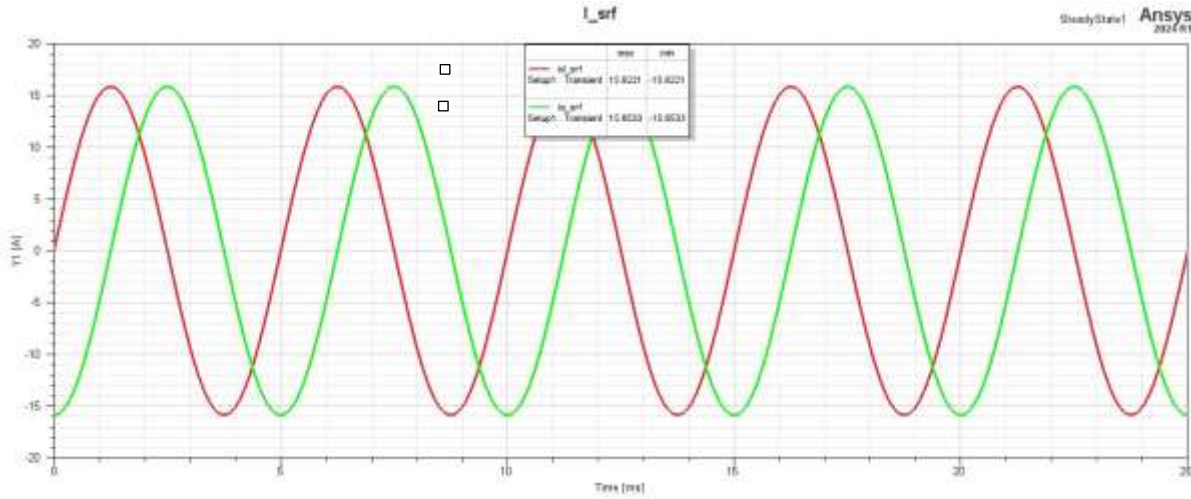


Fig.15. The $\alpha - \beta$ stationary reference frame current components

These components are then transformed into three-phase currents using the standard inverse Clarke transformation:

$$i_a(t) = i_\alpha(t)$$

$$i_b(t) = -\frac{1}{2}i_\alpha(t) + \frac{\sqrt{3}}{2}i_\beta(t) \quad (14)$$

$$i_c(t) = -\frac{1}{2}i_\alpha(t) - \frac{\sqrt{3}}{2}i_\beta(t) \quad (15)$$

As a result, the excitation currents supplied to the stator are balanced, sinusoidal, and phase-shifted by 120° , as confirmed by the simulation results. The use of a 90° current advance angle ensures that the torque-producing component of the current is maximized, while the flux-producing component is minimized, thereby improving electromagnetic efficiency.

This excitation strategy directly explains the high-quality electromagnetic results observed in the previous sections. The near-sinusoidal flux linkage and induced voltage waveforms, as well as the stable torque production, are a direct consequence of the properly defined current vector orientation in the α - β reference frame. In particular, the dominance of the β -axis current component enhances the interaction between the stator magnetic field and the rotor-induced flux modulation, leading to effective torque generation despite the absence of rotor windings or magnets.

4.2. The Flux Linkage

The flux linkage waveforms obtained from the simulation demonstrate highly symmetrical and near-sinusoidal behavior for all three phases as illustrated in Fig.16. The peak values are approximately within the range of 0.19-0.20 Wb, with minimal deviation between phases. The preservation of the 120° phase shift further confirms that the spatial distribution of the stator windings is consistent with the rotating magnetic field.

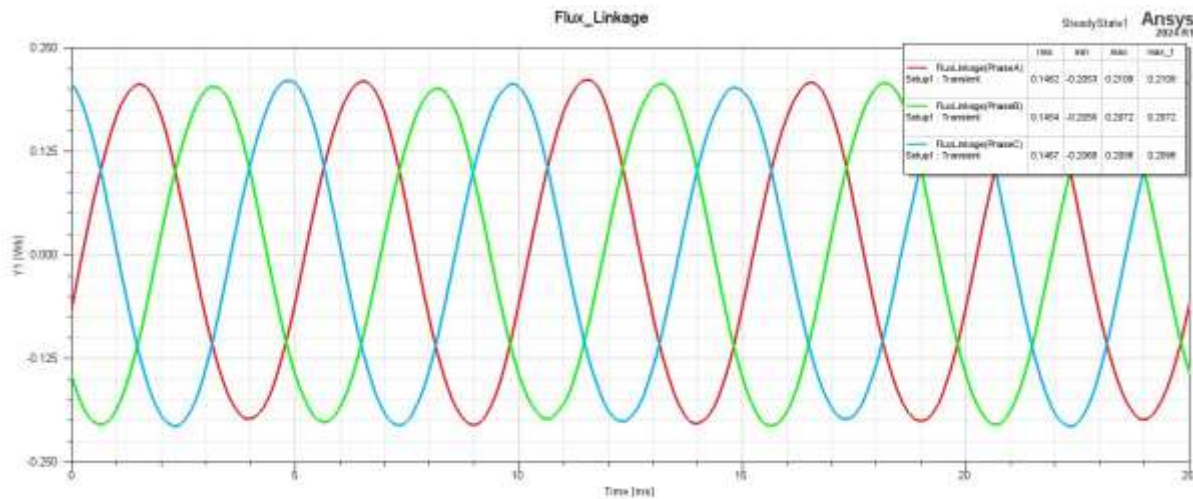


Fig.16. The DR-AF-FRPMM flux linkage waveforms obtained from the simulation

From a physical perspective, this result indicates that the magnetic circuit is effectively balanced despite the presence of dual air gaps and complex flux modulation effects. In flux-reversal machines, the magnetic flux within the stator teeth periodically changes direction due to rotor motion; therefore, achieving a smooth sinusoidal flux linkage waveform implies that the flux reversal process is well controlled and does not introduce excessive harmonic distortion. This behavior is critical because it directly influences the quality of the induced voltage.

4.3. The Induced Back-EMF

The induced phase voltages (back-EMF) shown on Fig.17 also exhibit near-sinusoidal waveforms, with RMS values approximately equal to 184.5 V for phases A and C, and slightly lower at around 182.8 V for phase B. The small discrepancy between phases can be attributed to minor geometric asymmetries and numerical discretization effects inherent in three-dimensional finite element models. Nevertheless, the overall waveform quality remains high, with smooth transitions and low harmonic content.

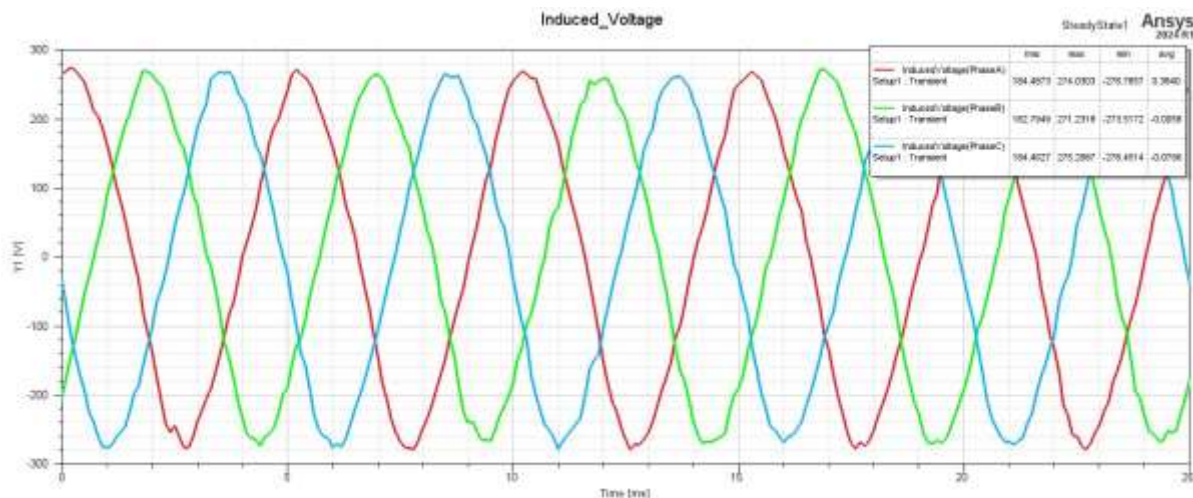


Fig.17. The DR-AF-FRPMM induced phase voltages (back-EMF) waveforms

This is a noteworthy outcome, as flux-reversal machines are inherently prone to harmonic-rich behavior due to slotting effects, reluctance variation, and flux modulation phenomena. The results indicate that the proposed

electromagnetic design successfully mitigates these effects, producing an EMF waveform suitable for stable operation and efficient power conversion.

4.4. The Electromagnetic Torque Characteristics

The electromagnetic torque characteristics shown in Fig.18 reveal a periodic waveform with noticeable oscillations around the mean value. The average torque is approximately 22.1 Nm, while the maximum and minimum values are about 26.5 Nm and 18.7 Nm, respectively. Based on these values, the torque ripple is estimated to be in the range of 35–36%.

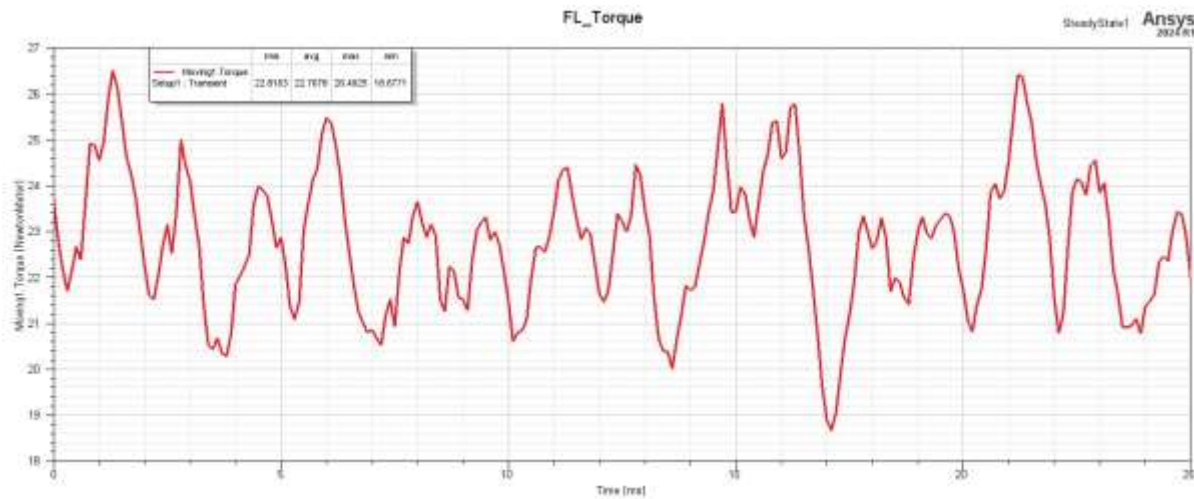


Fig.18. The DR-AF-FRPMM electromagnetic torque characteristics

This level of ripple is relatively higher than that observed in conventional permanent magnet synchronous machines; however, it is consistent with the operating principle of flux-reversal machines. The primary source of torque pulsation lies in the periodic modulation of magnetic reluctance caused by the rotor teeth, combined with the inherent harmonic content of the air-gap flux density. Additionally, the interaction between stator slots and rotor poles introduces further periodic variations, like cogging effects.

Despite the relatively high ripple magnitude, the torque waveform remains stable and periodic, without irregular or chaotic fluctuations. This indicates that the torque pulsations are deterministic and directly linked to the machine geometry and electromagnetic interactions. From an engineering standpoint, this behavior is significant because predictable torque ripple can be effectively reduced through design optimization techniques such as pole shaping, skewing, or advanced control strategies. It is therefore more appropriate to interpret the observed ripple not as a design flaw, but as a fundamental consequence of the flux-reversal mechanism, where increased electromagnetic interaction leads to enhanced torque production at the expense of waveform smoothness.

4.5. The Output Power Profile

The output power profile illustrated in Fig.19 follows the trend of the torque waveform, as expected from the relationship between torque and mechanical speed. The average output power is approximately 1.78 kW, with peak values reaching around 2.1 kW and minimum values near 1.45 kW. The fluctuations in power are directly correlated with torque oscillations and do not indicate instability in the system. Instead, they reflect the dynamic electromagnetic behavior inherent to the machine topology.

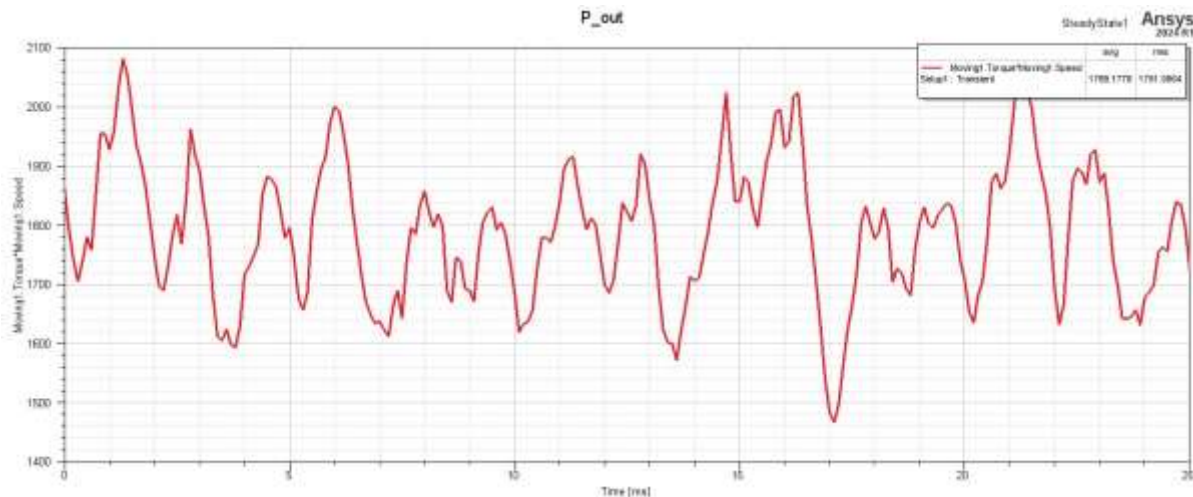


Fig.19. The DR-AF-FRPMM output power profile

The absence of long-term drift or irregular variations confirms that the machine operates in a stable steady-state regime under the given loading conditions.

5. Conclusion

An important aspect of the proposed topology is the role of the rotor in torque production. Unlike conventional permanent magnet machines, the rotor in the DR-AF-FRPMM configuration does not contain windings or permanent magnets. Instead, it functions as a passive magnetic modulator that alters the reluctance of the magnetic circuit as it rotates. This modulation causes periodic changes in the direction and magnitude of the magnetic flux within the stator teeth, resulting in electromagnetic torque production. The simulation results clearly demonstrate that effective torque generation is achieved through this mechanism, thereby validating the fundamental operating principle of flux-reversal machines. This also addresses a common misconception that the absence of rotor excitation would prevent rotation; on the contrary, torque is produced through the interaction between the stator-generated magnetic field and the rotor-induced flux modulation.

Overall, the results confirm that the proposed double-rotor axial flux-flux reversal permanent magnet motor exhibits a well-balanced electromagnetic performance. The machine achieves near-sinusoidal flux linkage and EMF waveforms, indicating effective control of harmonic components, while maintaining stable torque and power output under full-load conditions. Although the torque ripple remains relatively high, this characteristic is inherently linked to the flux-reversal operating principle and represents a trade-off between torque density and waveform smoothness. Consequently, the presented topology can be considered a promising candidate for low-speed, high-torque direct-drive applications, provided that appropriate ripple mitigation strategies are implemented in future work.

References

- Ahmad, I., Yousuf, M., Badar, R., Bukhari, S. S. H., & Ro, J.-S. (2021). Performance improvement of multi-rotor axial-flux Vernier permanent-magnet machine by permanent-magnet shaping. *IEEE Access*, 9, 143188–143196.
- Akıncı, R., & Polat, M. (2022). *Elektrikli araçlar için eksenel akılı çift rotorlu sabit mıknatıslı senkron motor tasarımı ve analizi* [Master's thesis, Gazi Üniversitesi].
- Aydin, M. (2004). *Axial flux surface mounted permanent magnet disc motors for smooth torque traction drive applications* [Doctoral dissertation, University of Newcastle upon Tyne].
- Aydin, M., Huang, S., & Lipo, T. A. (2004). Axial flux permanent magnet disc machines: A review. *Power Engineering Society General Meeting* (pp. 1–12).
- Gao, Y., & Liu, C. (2019). Analysis and design considerations of a flux-reversal permanent magnet machine. *IEEE Transactions on Magnetics*, 55(7), 1–6.
- Gerçekcioğlu, H. S. (2025). A novel axial flux-flux reversal motor design with optimized rotor geometry and comparative magnet analysis. *Journal of Electrical Engineering & Technology*, 20(7), 4785–4800.
- Gorginpour, H., et al. (2019). Analysis and design considerations of an axial-flux dual-rotor permanent magnet generator for direct drive wind turbines. *IET Renewable Power Generation*, 13(15), 2786–2795.
- Gulec, M., & Aydin, M. (2018). Implementation of different 2D finite element modelling approaches in axial flux permanent magnet disc machines. *IET Electric Power Applications*, 12(2), 195–202.
- Halwani, S., Tawfik, H., & Dahrouj, H. (2024). Comparative analysis of genetic algorithm and particle swarm optimization for optimal power flow on IEEE 30-bus system. *2024 Advances in Science and Engineering Technology International Conferences (ASET)* (pp. 1–6).
- Hao, Z., Ma, Y., Wang, P., Luo, G., & Chen, Y. (2023). A review of axial-flux permanent-magnet motors: Topological structures, design, optimization and control techniques. *Energies*, 16(3), 1264.
- Jamali-Fard, A., & Mirsalim, M. (2024). Methodology for the design of a single-sided axial-flux permanent magnet (AFPM) motor for lathe machines. *2024 32nd International Conference on Electrical Engineering (ICEE)* (pp. 1–12).
- Koyuncu, H. (2022). GM-CPSO: A new viewpoint to chaotic particle swarm optimization via Gauss map. *Expert Systems with Applications*, 199, 117098.
- Letelier, A. B., et al. (2007). Cogging torque reduction in an axial flux PM machine via stator slot displacement and skewing. *IEEE Transactions on Industry Applications*, 43(3), 685–693.
- Mei, J., Lee, C., & Kirtley, J. L. (2020). Design of axial flux induction motor with reduced back iron for electric vehicles. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, 69(1), 293–301.
- Mohammadi, A., Chulaee, Y., Cramer, A. M., Boldea, I. G., & Ionel, D. M. (2025). Large-scale design optimization of an axial-flux Vernier machine with dual stator and spoke PM rotor for EV in-wheel traction. *IEEE Transactions on Transportation Electrification*, 11(1), 2477–2488.
- Nishanth, F., Van Verdegheem, J., & Severson, E. L. (2023). A review of axial flux permanent magnet machine technology. *IEEE Transactions on Industry Applications*, 61(4), 1–10.
- Ogidi, O. O., Barendse, P. S., & Khan, M. A. (2017). Influence of rotor topologies and cogging torque minimization techniques in the detection of static eccentricities in axial-flux permanent-magnet machine. *IEEE Transactions on Industry Applications*, 53(1), 161–170.

- Ouldhamrane, H. (2022). Modeling and prototyping of a fully ironless axial flux permanent magnet machine. *2022 2nd International Conference on Advanced Electrical Engineering (ICAEE)* (pp. 1–5).
- Polat, M., & Akıncı, R. (2020). Elektrikli araçlar için eksenel akıllı çift rotorlu sabit mıknatıslı senkron motor tasarımı ve analizi. *Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 32(2), 345–358.
- Song, S. W., & Kim, W.-H. (2025). Design and analysis of torque ripple reduction in low-pole axial flux motor. *Processes*, 13(12), 2913.
- Sun, S., Jiang, F., Li, T., Xu, B., & Yang, K. (2020). Comparison of a multi-stage axial flux permanent magnet machine with different stator core materials. *IEEE Transactions on Applied Superconductivity*, 30(4), 1–6.
- Taran, N., Ionel, D. M., & Dorrell, D. G. (2018). Two-level surrogate-assisted differential evolution multi-objective optimization of electric machines using 3-D SEA. *IEEE Transactions on Magnetics*, 54(11), 1–5.
- Taran, N., Klink, D., Heins, G., Rallabandi, V., Patterson, D., & Ionel, D. M. (2020). Evaluating the effects of electric and magnetic loading on the performance of single- and double-rotor axial-flux PM machines. *IEEE Transactions on Industry Applications*, 56(4), 3488–3497.
- Taran, N., Klink, D., Heins, G., Rallabandi, V., Patterson, D., & Ionel, D. M. (2022). A comparative study of yokeless and segmented armature versus single sided axial flux PM machine topologies for electric traction. *IEEE Transactions on Industry Applications*, 58(1), 325–335.
- Wang, Q., Zhao, F., & Yang, K. (2021). Analysis and optimization of the axial electromagnetic force for an axial-flux PM Vernier machine. *IEEE Transactions on Magnetics*, 57(2), 1–5.
- Wang, Y., Lu, J., Liu, C., Lei, G., Guo, Y., & Zhu, J. (2019). Development of a high-performance axial flux PM machine with SMC cores for electric vehicle application. *IEEE Transactions on Magnetics*, 55(7), 1–4.
- Wanjiku, J., Khan, M. A., Barendse, P. S., & Pillay, P. (2023). Axial flux permanent magnet motor topologies: Magnetic performance comparison. *Machines*, 12(9), 401.
- Zhao, J., Liu, X., & Wang, S. (2022). Review of design and control optimization of axial flux PMSM in renewable-energy applications. *Energies*, 15(9), 3108.
- Zhou, L., Guo, F., Wang, H., & Wang, B. (2021). High-torque direct-drive machine with combined axial and radial-flux out-runner Vernier permanent magnet motor. *IEEE International Electric Machine Design Conference (IEMDC)* (pp. 1–8).
- Zou, S., Cheng, M., Lin, C., Chen, S., & Huang, J. (2017). Analysis and design of a dual-rotor axial-flux Vernier permanent magnet machine. *International Conference on Electrical Machines and Systems (ICEMS)* (pp. 1–6).
- Zou, S., Cheng, M., Lin, C., Chen, S., & Huang, J. (2018). Analysis and design of a dual-rotor axial-flux Vernier permanent magnet machine. *IEEE Transactions on Magnetics*, 54(11), 1–4.

TÜRK DENİZ KUVVETLERİ'NDE HİBRİT VE TAM ELEKTRİKLİ TAHRİK SİSTEMLERİNİN OPERASYONEL VERİMLİLİK, BAKIM LOJİSTİĞİ VE ENERJİ GÜVENLİĞİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Yüksek Lisans Öğrencisi, Soner GÜNDOĞDU¹/ Prof. Dr., Bayram KILIÇ²

¹Yalova Üniversitesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği, 248107005@ogrenci.yalova.edu.tr, 0009-0007-9347-801X

²Yalova Üniversitesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği, bkilic@yalova.edu.tr, 0000-0001-6565-8098

Özet

Bu çalışma, Türk Deniz Kuvvetleri platformlarında kullanılan konvansiyonel, hibrit ve tam elektrikli tahrik sistemlerini operasyonel verimlilik, bakım lojistiği ve enerji güvenliği eksenlerinde bütüncül bir yaklaşımla değerlendirmektedir. Çalışmada dizel ve gaz türbini tabanlı konvansiyonel sistemler; hibrit tahrik mimarileri (CODLAG, CODLOG, CODELAG) ve tam elektrikli entegre güç sistemleri (IFEP/IPS) ile karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Araştırma yöntemi olarak literatür analizi, teknik karşılaştırma, senaryo tabanlı modelleme ve yaşam döngüsü maliyet analizi yaklaşımları kullanılmıştır. Bu kapsamda barış dönemi devriye görevleri, yüksek yoğunluklu harp operasyonları ve ikmal kesintisi senaryoları modellenerek sistemlerin performansları analiz edilmiştir. Elde edilen bulgular, hibrit tahrik sistemlerinin özellikle düşük hızlarda yakıt tüketimini azaltarak operasyonel verimliliği artırdığını ve akustik iz seviyesini düşürdüğünü göstermektedir.

Tam elektrikli tahrik sistemlerinin ise güç yönetimindeki entegre yapısı sayesinde en yüksek operasyonel esnekliği sunduğu ve modern silah sistemlerine kararlı güç sağladığı tespit edilmiştir. Enerji güvenliği analizi kapsamında geliştirilen ağırlıklı risk modeli, konvansiyonel sistemlerin yakıt bağımlılığı riskine karşın tam elektrikli sistemlerin ileri teknoloji bileşenlere yönelik farklı bir risk profili taşıdığını ortaya koymuştur. Yaşam döngüsü maliyet analizi ise hibrit ve tam elektrikli sistemlerin uzun vadede daha avantajlı bir maliyet yapısı sunduğunu kanıtlamaktadır. Sonuç olarak, hibrit sistemlerin orta vadede etkin bir geçiş çözümü, tam elektrikli sistemlerin ise uzun vadede stratejik bir mimari olduğu değerlendirilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Hibrit Tahrik Sistemleri, Tam Elektrikli Tahrik (IFEP), Operasyonel Verimlilik, Enerji Güvenliği, Türk Deniz Kuvvetleri.

EVALUATION OF HYBRID AND FULLY ELECTRIC PROPULSION SYSTEMS IN THE TURKISH NAVAL FORCES IN TERMS OF OPERATIONAL EFFICIENCY, MAINTENANCE LOGISTICS AND ENERGY SECURITY

M.Sc. Student, Soner GÜNDOĞDU¹/ Prof. Dr., Bayram KILIÇ²

¹Yalova University, Energy Systems Engineering, 248107005@ogrenci.yalova.edu.tr, 0009-0007-9347-801X

²Yalova University, Energy Systems Engineering, bkilic@yalova.edu.tr, 0000-0001-6565-8098

Abstract

This study provides a comprehensive evaluation of conventional, hybrid, and fully electric propulsion systems used in the platforms of the Turkish Naval Forces in terms of operational efficiency, maintenance logistics, and energy security. Conventional diesel and gas turbine-based propulsion systems are comparatively analyzed alongside hybrid configurations (CODLAG, CODLOG, CODELAG) and fully electric integrated power systems (IFEP/IPS). The research methodology is based on a multi-dimensional engineering framework that integrates literature review, technical comparison, scenario-based modeling, and life-cycle cost (LCC) analysis. Three main operational scenarios—peacetime patrol missions, high-intensity combat operations, and prolonged supply disruption conditions—are modeled to evaluate the effects on mission sustainability. The findings indicate that hybrid propulsion systems significantly improve operational efficiency and lower acoustic signatures during low-speed missions.

Fully electric propulsion systems provide the highest level of operational flexibility and ensure stable power supply to onboard weapon systems. The energy security analysis reveals that while fully electric systems reduce fuel dependency, they introduce new risks related to advanced technological component supply chains. Life-cycle cost analysis shows that hybrid and fully electric systems offer significant long-term economic advantages over conventional systems. The study concludes that hybrid systems present an effective transitional solution, while fully electric systems emerge as a strategic long-term architecture for modern naval forces.

Keywords: Hybrid Propulsion Systems, Integrated Full Electric Propulsion (IFEP), Operational Efficiency, Energy Security, Turkish Naval Forces.

FARKLI HACİMSEL ORANLARDA SiC TAKVİYELİ AA5754 KOMPOZİTLERİN DİRENÇ NOKTA KAYNAĞI DAVRANIŞININ PARAMETRİK İNCELENMESİ

Abdurrahim USLU¹ / Doç.Dr. Nilhan ÜRKMEZ TAŞKIN² / Doç.Dr. Vedat TAŞKIN³

¹Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, abdurrahimuslu97@gmail.com , 0009-0000-9924-3958

²Trakya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, nilhanu@trakya.edu.tr , 0000-0003-2251-3889

³Trakya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, vedattaskin@trakya.edu.tr , 0000-0002-3013-2317

Özet

Alüminyum matrisli kompozitlerin (MMC) sahip olduğu üstün spesifik dayanım özelliklerine rağmen, seramik takviye elemanlarının yarattığı ısı ve elektriksel dengesizlikler direnç nokta kaynağı (RSW) uygulamalarını zorlaştırmaktadır. Bu çalışma ve inceleme de, farklı hacimsel oranlarda (%0, %5, %10, %15, %20) SiC partikül takviyeli AA5754 alüminyum kompozitlerin RSW prosesi tam çiftlenmiş 1-boyutlu elektro-termal sayısal bir model ile teorik olarak incelenmiştir. Geliştirilen Sonlu Farklar (FDM) algoritmasına; uygulanan mekanik baskı kuvvetini temel alan Cooper Mikic-Yovanovich (CMY) ısı temas teorisi, faz değişimi dinamikleri ve endüstriyel kaynak çevrimi (kademeli akım artışı ve baskı kuvveti) entegre edilmiştir. Sayısal model, öncelikle SiC içermeyen referans AA5754 matris için literatürdeki makroskobik çekirdek (nugget) büyüme verileriyle doğrulanmıştır. Parametrik simülasyon sonuçları, SiC hacimsel oranının artmasının kompozitin efektif elektriksel direncini yükselterek ısınmayı şiddetlendirdiğini ve ergime fazına geçiş sürecini hızlandırdığını göstermiştir. 25 kA kaynak akımı altında, AA5754 alaşımına kıyasla %20 SiC takviyeli numunenin ergime reaksiyonuna daha erken başladığı ve aşırı ısınma (overheating) eğiliminde olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, katılma evresinde uygulanan baskı kuvvetinin yarattığı yüksek temas iletkenliği sayesinde ergiyik havuzunun hızlı katılma rejimine girdiği sayısal olarak kanıtlanmıştır. Bulgular, SiC takviyeli alüminyum kompozitlerin kaynağında malzeme bozunmasını önlemek adına alaşımlara kıyasla daha düşük enerji girdilerine (düşük akım veya daha kısa süre) ihtiyaç duyulduğunu teorik olarak ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Direnç Nokta Kaynağı, Al/SiC Kompozit, AA5754, Elektro-Termal Modelleme, CMY Isıl Temas Teorisi.

PARAMETRIC INVESTIGATION OF RESISTANCE SPOT WELDING BEHAVIOR OF AA5754 COMPOSITES REINFORCED WITH SIC AT VARIOUS VOLUME FRACTIONS

Abdurrahim USLU¹ / Assoc. Prof. Nilhan ÜRKMEZ TAŞKIN² / Assoc. Prof. Vedat TAŞKIN³

¹Trakya University, Institute of Science, abdurrahimuslu97@gmail.com , 0009-0000-9924-3958

²Trakya University, Faculty of Engineering, nilhanu@trakya.edu.tr , 0000-0003-2251-3889

³Trakya University, Faculty of Engineering, vedattaskin@trakya.edu.tr , 0000-0002-3013-2317

Abstract

Despite the superior specific strength of aluminum-based metal matrix composites (MMCs), the thermal and electrical imbalances caused by ceramic reinforcements pose significant challenges for resistance spot welding (RSW) applications. In this study, the RSW process of SiC particle-reinforced AA5754 aluminum composites at various volume fractions (0%, 5%, 10%, 15%, 20%) is theoretically investigated using a fully coupled 1-dimensional electro thermal numerical model. The developed Finite Difference Method (FDM) algorithm integrates the pressure-dependent Cooper-Mikic-Yovanovich (CMY) thermal contact theory, phase change dynamics, and industrial welding cycles (current upslope and force). The numerical model was initially validated against macroscopic nugget growth data from the literature for the unreinforced reference AA5754 matrix. Parametric simulation results demonstrated that increasing the SiC volume fraction elevates the effective electrical resistance of the composite, thereby intensifying heating and accelerating the transition to the melting phase. Under a 25 kA welding current, the 20% SiC-reinforced sample initiated the melting reaction earlier and exhibited a higher tendency for overheating compared to the pure AA5754 alloy. Furthermore, it was numerically proven that the high contact conductance induced by the force during the cooling phase forces the molten pool into a rapid solidification regime. The findings theoretically indicate that lower energy inputs (reduced current or shorter duration) are required for welding SiC-reinforced aluminum composites compared to monolithic alloys to prevent material degradation.

Keywords: Resistance Spot Welding, Al/SiC Composite, AA5754, Electro-Thermal Modeling, CMY Thermal Contact Theory.

1. GİRİŞ

Otomotiv, havacılık ve savunma sanayilerinde yakıt tüketimini azaltmak, emisyon değerlerini düşürmek ve yapısal verimliliği artırmak amacıyla hafif ve yüksek dayanımlı malzemelerin kullanımı her geçen gün önem kazanmaktadır. Bu doğrultuda, alüminyum ve alaşımları, düşük yoğunlukları ve yüksek korozyon dirençleri nedeniyle özellikle taşıt gövde yapılarında yaygın bir kullanım alanına sahiptir. Ancak, modern mühendislik uygulamalarının gerektirdiği yüksek aşınma direnci, ısıl kararlılık ve spesifik mekanik özellikler, monolitik alüminyum alaşımlarının sınırlarını zorlamaktadır. Bu kısıtlamaları aşmak amacıyla geliştirilen silisyum karbür (SiC) parçacık takviyeli alüminyum metal matrisli kompozitler (MMC), hafiflik avantajını korurken seramik takviyenin getirdiği yüksek sertlik ve mukavemet artışını bir arada sunarak geleceğin yapısal malzemeleri arasında yer almaktadır [1, 2].

Bu nitelikli malzemelerin endüstriyel ölçekte kullanılabilmesi, montaj hatlarında uygulanabilir, hızlı ve güvenilir birleştirme yöntemlerinin varlığına doğrudan bağlıdır. Seri üretim hatlarının vazgeçilmez bir unsuru olan direnç nokta kaynağı (RSW), yüksek otomasyon yeteneği ve kısa operasyon süreleri nedeniyle özellikle sac metal birleştirmelerinde ilk tercih konumundadır. Ne var ki, alüminyum alaşımlarının ve bunlardan üretilen kompozitlerin direnç nokta kaynağı, çeliklere kıyasla termodinamik açıdan oldukça karmaşık ve zordur. Alüminyumun çok yüksek ısı ve elektriksel iletkenliği, kaynak bölgesi için gerekli olan Joule ısısının birikmesini engellemekte ve ısının su soğutmalı bakır elektrotlar tarafından hızla emilmesine yol açmaktadır. Ayrıca, malzeme yüzeyinde doğal olarak oluşan ve elektriksel yalıtkan karaktere sahip olan alüminyum oksit (Al_2O_3) film tabakası, sac arayüzeylerinde kontrolsüz ve dengesiz bir elektriksel direnç profili yaratarak kaynak kalitesini doğrudan tehdit etmektedir [3, 4]. Matrisle eklenen SiC gibi seramik partiküller ise, malzemenin makroskopik elektriksel ve termal iletkenliğini düşürerek bu hassas dengeyi tamamen değiştirmekte, ergime ve katılma kinetiğini doğrusal olmayan bir faza taşımaktadır [5].

Literatürde monolitik alüminyum alaşımlarının direnç nokta kaynağı süreçlerinin deneysel karakterizasyonu ve sonlu elemanlar yöntemi (FEM) ile modellenmesi üzerine çok sayıda çalışma mevcuttur. Han ve arkadaşları [3], AA5754 alaşımlarının nokta kaynağında kaynak parametrelerinin mekanik dayanım üzerindeki etkilerini deneysel olarak incelerken; Sun ve arkadaşları [6] değişken elektrot baskı kuvvetinin kaynak süreci üzerindeki mekanik etkilerini incelerken; De ve ark. [7], alüminyum alaşımlarının kaynağındaki elektro-termal sınır koşullarının kalibrasyonu üzerine odaklanmışlardır. Feulvarch ve meslektaşları [8], elektro-termal temas koşullarının sonlu elemanlar formülasyonunu genel bir çerçevede sunmuşlardır. Ancak, seramik takviyeli kompozitlerin direnç nokta kaynağındaki mikroskobik temas mekanizmalarını, uygulanan elektrot baskı kuvvetinin (kN) bir fonksiyonu olarak ele alan teorik ve analitik çalışmalar oldukça sınırlıdır. Özellikle, sac ve elektrot arayüzeylerindeki gerçek temas alanının değişimini mikroskobik tepeliklerin plastik deformasyonu üzerinden açıklayan Cooper-Mikic-Yovanovich (CMY) ısıl temas teorisinin, kompozit malzemelerin RSW süreçlerindeki faz değişimi ve endüstriyel akım çevrimleri ile birleştirildiği geçici rejim (transient) sayısal modellere literatürde rastlanmamıştır.

Bu çalışmanın amacı, farklı hacimsel oranlarda (%0, %5, %10, %15, %20) SiC partikül takviyeli AA5754 alüminyum matrisli kompozitlerin direnç nokta kaynağı süreçlerini tam çiftlenmiş bir boyutlu bir elektro-termal sayısal model ile teorik olarak incelemektir. Geliştirilen Sonlu Farklar Yöntemi (FDM) algoritmasında, ısıl temas iletkenliği katsayısı (h) dışarıdan sabit bir değer olarak atanmak yerine, uygulanan mekanik kaynak ve baskı kuvvetlerinin doğrudan bir çıktısı olarak CMY modeli yardımıyla dinamik olarak hesaplanmıştır. Model kapsamında, akım artış süresi (upslope), faz değişimi (ergime/katılma) kinetiği ve katılma anındaki baskı basıncı artışı gerçeğe en yakın endüstriyel döngü sınır koşullarıyla koda entegre edilmiştir. Hazırlanan simülatör vasıtasıyla, SiC takviye oranının kaynak esnasındaki sıcaklık dağılımına, merkez noktasının termal çevrim geçmişine ve kaynak çekirdeğinin (nugget) büyüme/küçülme dinamiğine olan etkileri parametrik olarak analiz edilmiş, kompozit yapılarda malzeme bozulmasını önleyecek teorik proses sınırları ortaya konmuştur.

2. MATEMATİKSEL MODEL VE METODOLOJİ

Direnç nokta kaynağı (RSW), doğası gereği elektriksel, termal ve mekanik fenomenlerin milisaniyeler içinde birbirini etkilediği tam çiftlenmiş (fully coupled) çoklu fizik (multiphysics) bir problemidir. Bu çalışmada, SiC takviyeli AA5754 kompozitlerin kaynak süreci, sac kalınlığı boyunca (1-Boyutlu) ısı ve elektrik akışını modelleyen geçici rejim (transient) bir Sonlu Farklar Yöntemi (FDM) algoritması ile incelenmiştir.

2.1. Kompozit Malzemenin Homojenleştirilmesi (Homogenization)

Alüminyum matris içerisine dağılmış yalıtkan SiC partikülleri, sistemin makroskopik özelliklerini değiştirir. Makroskopik modellemede her bir partikülün ayrı ayrı ağ yapısına (mesh) dahil etmek hesaplama maliyetini imkansız kılacağından, kompozitin özellikleri "Efektif Ortam Teorileri" ile homojenleştirilmiştir.

Elektriksel İletkenlik:

SiC partikülleri ($\sigma_p \approx 0$) alüminyum matrise göre mükemmel birer yalıtkandır. Düşük ve orta hacimsel oranlarda ($V_f \leq \%20$) küresel yalıtkan partiküllerin iletken bir matris içindeki dağılımını en iyi ifade eden model Maxwell-Garnett denklemidir:

$$\sigma_{eff} = \frac{\sigma_m(1 - V_f)}{1 + 0.5 V_f} \quad (1)$$

Burada σ_{eff} kompozitin efektif elektriksel iletkenliğini, σ_m ise matrisin (AA5754) iletkenliğini temsil eder. Paydadaki 0.5 katsayısı, küresel (spherical) inklüzyonların 3 boyutlu uzayda elektrik alan çizgilerini saptırma (distorsiyon) faktörünü ifade eder. V_f arttıkça σ_{eff} düşer, bu da direncin ve dolayısıyla Joule ısınmasının artmasına neden olur.

Isıl İletkenlik:

Isı transferinde hem matrisin hem de takviye elemanının iletkenliği hesaba katılmalıdır. Kompozitin efektif ısı iletkenliği (k_{eff}), fazların empedans uyumunu dikkate alan Maxwell-Eucken modeli ile hesaplanmıştır:

$$k_{eff} = k_m \cdot \frac{2k_m + k_p - 2V_f(k_m - k_p)}{2k_m + k_p + V_f(k_m - k_p)} \quad (2)$$

k_m ve k_p sırasıyla matrisin ve partikülün (SiC) ısı iletkenlikleridir. Denklem, ısının partikül etrafından dolanırken karşılaştığı termal direnci hesaba katar. SiC'in ısı iletkenliği (120 W/mK) alüminyuma (130 W/mK) çok yakın olsa da, arayüzdeki fonon (ısı dalgası) saçılmaları efektif iletkenliği bir miktar düşürmektedir.

Termodinamik Özellikler:

Efektif yoğunluk (ρ_{eff}) ve özgül ısı ($C_{p,eff}$), termodinamiğin enerjinin korunumu ilkesi gereği Karışımlar Kuralı (Rule of Mixtures) ile tanımlanmıştır:

$$\rho_{eff} = V_f \rho_p + (1 - V_f) \rho_m \quad (3)$$

$$C_{p,eff} = \frac{V_f \rho_p C_{p,p} + (1 - V_f) \rho_m C_{p,m}}{\rho_{eff}} \quad (4)$$

2.2. Elektro-Termal Yönetici Diferansiyel Denklemler

RSW işleminin temel fiziği, elektrik enerjisinin ısıya dönüşmesi ve bu ısının malzeme içinde iletilmesidir. Sistemde elektriksel potansiyel (φ) dağılımı, elektrik alanın sürekliliği (Poisson denklemi) ile ifade edilir:

$$\nabla \cdot (\sigma_{eff}(T) \nabla \varphi) = 0 \quad (5)$$

Geliştirilen Bir-Boyutlu aksenal modelde (sac kalınlığı x eksen boyuncası), akım yoğunluğu ($J = I / A_{\text{elek}}$) kesit alanında sabit kabul edildiğinden, sistemin iç ısı üretim terimi olan Joule Isınması (Q_{gen}) doğrudan Ohm kanunundan türetilerek şu şekilde tanımlanmıştır:

$$Q_{\text{gen}}(x, t) = \frac{J(t)^2}{\sigma_{\text{eff}}(T, x)} \quad (6)$$

Q_{gen} birim hacimde üretilen ısı gücü (W/m^3) ifade eder. Denklem açıkça göstermektedir ki; akım yoğunluğunun (J) karesi ile doğru, malzemenin elektriksel iletkenliği (σ_{eff}) ile ters orantılıdır. SiC ilavesi σ_{eff} değerini düşürdüğü için Q_{gen} terimi kompozit malzemede daha baskın hale gelir. Üretilen bu ısının zamana bağlı (transient) iletimi, iç ısı kaynaklı Bir-Boyutlu Fourier Isı İletim Denklemi ile çözülmüştür:

$$\rho_{\text{eff}} C_{p, \text{eff}} \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left[k_{\text{eff}}(T) \frac{\partial T}{\partial x} \right] + Q_{\text{gen}}(x, t) \quad (7)$$

2.3. Sınır Koşulları ve CMY Isıl Temas Teorisi

Direnç nokta kaynağında sınır koşulları klasik ısı transferinden farklıdır. Elektrotlar ($x = \pm L_{\text{sheet}}$) sürekli soğutma yaparken, aynı zamanda mekanik baskı uygular. Elektrot-sac arayüzündeki Isıl Temas İletkenliği (h_c), yüzey pürüzlülüklerinin uygulanan basınç altında ezilmesini modelleyen Cooper-Mikic-Yovanovich (CMY) teorisi ile dinamik olarak hesaplanmıştır:

$$h_c = 1.25 k_s \left(\frac{m}{\sigma_r} \right) \left(\frac{P(t)}{H_c} \right)^{0.95} \quad (8)$$

Burada k_s , bakır elektrot ve alüminyum sacın harmonik ortalama ısı iletkenliğidir. m/σ_r , yüzeyin istatistiksel pürüzlülük profilini temsil eder. $P(t)$ uygulanan anlık elektrot basıncıdır. H_c , arayüzdeki en yumuşak malzemenin (alüminyum) mikrosertliğini veya yüzey akma dayanımını ifade eder.

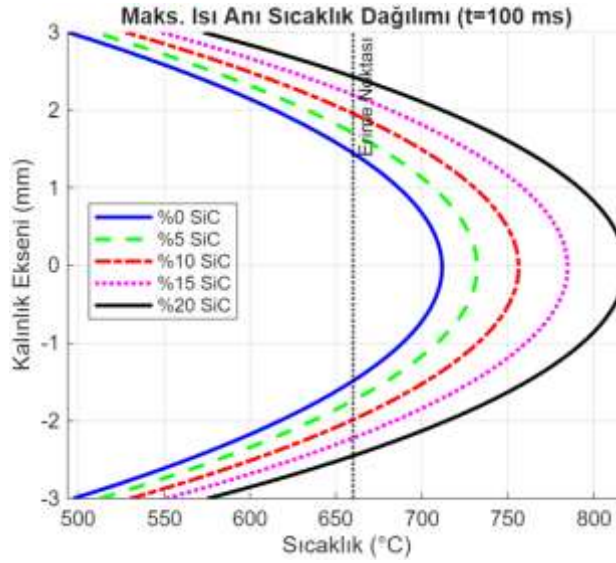
Teorik olarak, iki yüzey birbirine dokunduğunda sadece mikroskobik tepeciklerin (asperities) uçları temas eder. P basıncı arttıkça ve alüminyumun akma dayanımına (H_c) yaklaştıkça, bu tepecikler plastik deformasyona uğrar, ezilir ve gerçek temas alanı genişler. CMY formülündeki $(P/H_c)^{0.95}$ oranı, bu plastik ezme oranını termal iletkenliğe dönüştürür. Bu sayede, uygulanan 2.5 kN normal kaynak kuvveti ve 5.0 kN baskı kuvveti altında dinamik olarak güncellenerek elektro-termo-mekanik çiftleme sağlanmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Geliştirilen CMY tabanlı Bir-Boyutlu elektro-termal model, 13 kA hedef akım şiddeti, 20 ms akım artış (upslope) süresi, 80 ms sabit kaynak süresi ve 100 ms tutma/baskı (hold) süresi parametreleriyle çalıştırılmıştır. Kaynak esnasında 2.5 kN olarak uygulanan normal baskı kuvveti, katılaşma evresinde 5.0 kN baskı kuvvetine çıkarılarak arayüz ısı iletkenliği dinamik olarak güncellenmiştir. Farklı SiC hacimsel oranlarının (%0, %5, %10, %15, %20) kompozitin ısı ve elektriksel davranışına etkileri üç ana başlık altında incelenmiştir.

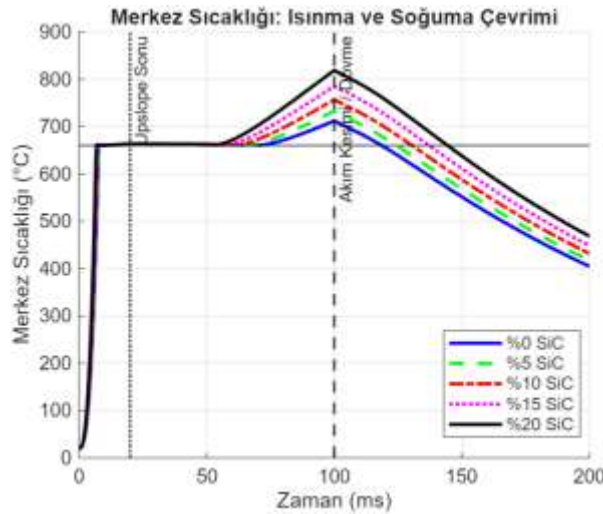
3.1. Maksimum Isı Anında Sıcaklık Dağılımı ve Isınma Dinamiği

Akım kesiminin gerçekleştiği ve sisteme giren ısı girdisinin maksimuma ulaştığı $t = 100$ ms anındaki kalınlık eksen boyuncası sıcaklık dağılımı Şekil 1'de sunulmuştur. Beklendiği üzere, elektrotların sürekli soğutma etkisi ve arayüzdeki yüksek CMY ısı iletkenliği ($h = 39858 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$) nedeniyle en yüksek sıcaklıklar sacların temas ettiği merkez noktasında (0 mm) ölçülmüştür.



Şekil 1: 13 kA kaynak akımı ve 2.5 kN normal elektrot baskı kuvveti altında, farklı hacimsel oranlarda SiC takviyesi içeren AA5754 kompozit sacların maksimum ısı girdisi anındaki ($t = 100$ ms) kalınlık eksenı boyunca sıcaklık dağılım profilleri.

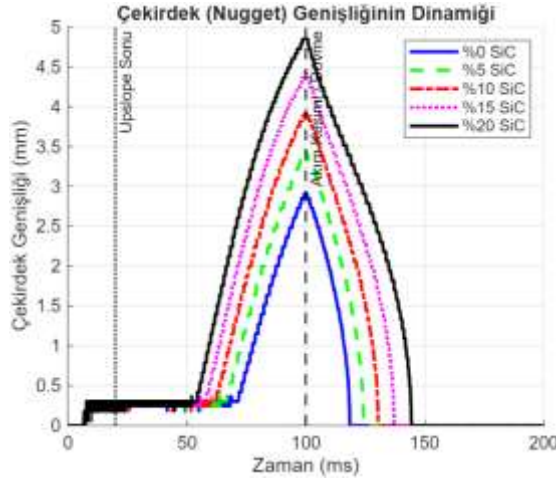
Grafik ve simülasyon çıktıları incelendiğinde, SiC takviye oranındaki artışın kompozit malzemenin tepe sıcaklığını parabolik olarak artırdığı görülmektedir. AA5754 alüminyum alaşımı maksimum 711.8 °C sıcaklığa ulaşırken, %20 SiC takviyeli kompozit numunede bu değer 818.5 °C'ye kadar tırmanmıştır. Şekil 2'deki merkez sıcaklığı zaman eğrisi incelendiğinde, SiC ilavesinin elektriksel direnci artırarak (Joule ısınmasını şiddetlendirerek) ergime (faz değişimi) reaksiyonunu öne çektiği kanıtlanmıştır. AA5754 matris 660 °C ergime sıcaklığına 7.6 milisaniyede ulaşırken, %20 SiC içeren kompozit numunede ergime reaksiyonu 6.7 milisaniyede çok daha erken başlamıştır.



Şekil 2: Endüstriyel kaynak çevrimi (20 ms kademeli akım artışı, 80 ms sabit akım ve 5.0 kN baskı kuvveti ile katılaşma) boyunca kompozit sac merkezinde ölçülen transient (geçici rejim) sıcaklık gelişim eğrileri ve faz değişimi (ergime/katılaşma) sınırları.

3.2. Çekirdek (Nugget) Büyüme Karakteristiği

Kaynak kalitesini belirleyen en temel metrik olan ergiyik çekirdek (nugget) genişliğinin zamanla değişimi Şekil 3'te verilmiştir. Grafik, akım artış (upslope) evresinin sonlarına doğru başlayan ergime reaksiyonunun, sabit akım evresinde (20-100 ms arası) hızla dışa doğru genişlediğini göstermektedir.



Şekil 3: Parametrik SiC hacimsel oranlarının ergiyik çekirdek (nugget) büyüme kinetiğine etkileri ve akım kesimi sonrasında devreye giren yüksek ısıl temas iletkenliği (CMY) altında ergiyik havuzunun büzülme/katılaşma davranışları.

SiC miktarının artması, artan elektriksel dirence bağlı olarak üretilen iç ısının yükselmesini sağlamış, bu da daha geniş bir ergiyik havuzunun oluşmasıyla sonuçlanmıştır. $t = 100$ ms anında AA5754'ün çekirdek genişliği yaklaşık 2.9 mm seviyelerinde kalırken, %20 SiC takviyeli kompozitte ergiyik havuzu hızla genişleyerek yaklaşık 4.8 mm'ye ulaşmıştır. Bu teorik bulgu, kompozit malzemelerde geleneksel alüminyum kaynağı parametreleri kullanıldığında hedeflenenden çok daha büyük bir kaynak çekirdeği oluşabileceğini ve aşırı ısınmaya (overheating) bağlı sac deformasyonları yaşanabileceğini göstermektedir.

3.3. Baskı Kuvveti ve Katılaşma Kinetiği

Endüstriyel kaynak çevriminin en kritik aşamalarından biri olan katılaşma evresi, $t = 100$ ms'de akımın kesilmesi ve elektrot baskı kuvvetinin 2.5 kN'dan 5.0 kN'a çıkarılmasıyla tetiklenmiştir. CMY temas teorisine göre artan basınç, arayüzeydeki mikroskobik pürüzlülükleri daha fazla ezerek gerçek temas alanını büyütmüş ve ısıl temas katsayısını $h = 77001 \text{ W/m}^2\text{K}$ gibi çok yüksek bir değere fırlatmıştır.

Şekil 2'de 100. milisaniyeden sonra görülen ani sıcaklık düşüşü (quenching), bu baskı kuvvetinin yarattığı şiddetli soğutma etkisinin bir sonucudur. Ancak, kompozit malzemedeki SiC partiküllerinin malzemenin makroskopik termal iletkenliğini düşürmesi (yalıtkan bariyer etkisi), ısının elektrotlara kaçışını yavaşlatmıştır. Bunun bir sonucu olarak, AA5754 matrisi akım kesildikten sadece 18.5 ms sonra (toplamda 118.5. milisaniyede) tamamen katılaşırken ($T < 660 \text{ }^\circ\text{C}$); %20 SiC içeren kompozit numunenin tamamen katılaşması 144.4. milisaniyeyi bulmuştur.

Bu bulgu, SiC takviyeli kompozitlerin direnç nokta kaynağında, sıvı metalin elektrotlar açılmadan önce tamamen katılaşmasını garanti altına almak adına, AA5754 alaşımlara kıyasla "daha uzun tutma sürelerine (hold time)" ihtiyaç duyulduğunu sayısal olarak ispatlamaktadır.

Tablo 1: 13 kA kaynak akımı ve dinamik CMY temas sınır koşulları ($F_{normal} = 2.5$ kN, $F_{baskı} = 5.0$ kN) altında parametrik kaynak simülasyonu çıktıları.

Takviye Oranı (V _f)	Ergime Başlangıcı (ms)	Maksimum Sıcaklık (°C)	Tam Katılma Anı (ms)
%0 SiC (AA5754)	7.6	711.8	118.5
%5 SiC	7.4	732.2	124.3
%10 SiC	7.2	756.4	130.5
%15 SiC	7.0	784.9	137.1
%20 SiC	6.7	818.5	144.4

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada, silisyum karbür (SiC) partikül takviyeli AA5754 alüminyum metal matrisli kompozitlerin (MMC) direnç nokta kaynağı (RSW) süreci; endüstriyel akım çevrimi, baskı kuvveti ve Cooper-Mikic-Yovanovich (CMY) ısı temas modeli kullanılarak Bir-Boyutlu elektro-termal bir sayısal model ile incelenmiştir. Farklı SiC hacimsel oranları (%0, %5, %10, %15, %20) üzerinden gerçekleştirilen parametrik analizler neticesinde aşağıdaki temel sonuçlara ulaşılmıştır:

Elektriksel Direnç ve Aşırı Isınma (Overheating): Yalıtkan SiC partiküllerinin matris içerisindeki hacimsel oranının artması, kompozitin efektif elektriksel iletkenliğini düşürerek sistemdeki Joule ısınmasını (I^2R) şiddetlendirmiştir. 13 kA kaynak akımı altında AA5754 alaşımında maksimum sıcaklık 711.8 °C seviyesinde kalırken, %20 SiC takviyeli numunede bu değer 818.5 °C'ye ulaşarak yerel bir aşırı ısınma bölgesi yaratmıştır.

Ergime Kinetiği: Isı üretiminin artmasıyla birlikte faz değişim (ergime) kinetiği hızlanmıştır. AA5754 alüminyum matris 660 °C ergime eşiğine 7.6. milisaniyede ulaşırken, %20 SiC takviyeli kompozitte ergiyik havuzu oluşumu 6.7. milisaniyede olmuştur.

Çekirdek (Nugget) Genişlemesi: Artan iç ısı üretimine paralel olarak, kaynak çekirdeği genişliğinin kompozit malzemelerde dramatik bir şekilde arttığı tespit edilmiştir. Aynı kaynak parametreleri altında AA5754 malzemenin çekirdek genişliği $t=100$ ms anında yaklaşık 2.9 mm olarak ölçülürken, %20 SiC ilavesinde bu genişlik 4.8 mm'ye çıkmıştır. Bu durum, kompozitlerin kaynağında sıçrama (expulsion) riskinin daha yüksek olduğunu göstermektedir.

Baskı Kuvveti ve Katılma Gecikmesi: Akım kesimi sonrasında 5.0 kN'a çıkarılan baskı kuvveti, CMY teorisine uygun olarak yüzey pürüzlülüklerini ezmiş ve temas ısı iletkenliğini ($h=77001$ W/m²K) maksimize ederek hızlı bir soğuma (quenching) başlatmıştır. Ancak SiC ilavesi, kompozitin makroskopik termal iletkenliğini düşürdüğü için ısının elektrotlara transferini yavaşlatmıştır. Bunun sonucunda, AA5754 malzemenin tam katılması 118.5. milisaniyede tamamlanırken, %20 SiC içeren kompozitte bu süre 144.4. milisaniyeye uzamıştır.

Geleneksel alüminyum alaşımları için optimize edilmiş RSW parametrelerinin (akım şiddeti ve kaynak süresi) kompozit malzemelere doğrudan uygulanması, aşırı çekirdek büyümesi ve malzeme bozunması ile sonuçlanma riski taşımaktadır. Ayrıca kompozit malzemelerde hatasız bir kaynak mikroyapısı elde edebilmek ve sıvı fazın tamamen katıldığından emin olmak için, elektrotların uyguladığı "tutma süresinin (hold time)" AA5754 alüminyum alaşımlara kıyasla mutlaka uzatılması gerektiği teorik olarak kanıtlanmıştır.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] S. V. Prasad and R. Asthana, "Aluminum metal-matrix composites for automotive applications: tribological considerations," *Tribology Letters*, vol. 17, no. 3, pp. 445-453, 2004.
- [2] N. Chawla and Y. L. Shen, "Mechanical behavior of particle reinforced metal matrix composites," *Advanced Engineering Materials*, vol. 3, no. 6, pp. 357-370, 2001.
- [3] L. Han, M. Thornton, D. Boomer, and M. Shergold, "A correlation study of mechanical strength of resistance spot welding of AA5754 aluminium alloy," *Journal of Materials Processing Technology*, vol. 211, no. 3, pp. 513-521, 2011.
- [4] J. Senkara and H. Zhang, "Cracking in spot welding aluminum alloy AA5754," *Welding Journal*, vol. 79, no. 7, pp. 182s-188s, 2000.
- [5] M. Rashid, J. B. Medley, and Y. Zhou, "Nugget formation and growth during resistance spot welding of aluminium alloy," *Canadian Metallurgical Quarterly*, vol. 50, no. 1, pp. 61-71, 2011.
- [6] H. T. Sun, X. M. Lai, Y. S. Zhang, and J. Shen, "Effect of variable electrode force on weld quality in resistance spot welding," *Science and Technology of Welding and Joining*, vol. 12, no. 1, pp. 43-49, 2007.
- [7] A. De, L. Dorn, S. R. Jha, and P. Purushothaman, "Numerical modelling of resistance spot welding of aluminium alloy," *Materials & Design*, vol. 22, no. 4, pp. 267-273, 2001.
- [8] E. Feulvarch, J. C. Roux, and J. M. Bergheau, "Resistance spot welding simulation: a general finite element formulation of electrothermal contact conditions," *Journal of Materials Processing Technology*, vol. 153, pp. 436-441, 2004.
- [9] M. M. Yovanovich, "Thermal contact resistance: theory and application," *Proceedings of the 8th International Heat Transfer Conference*, vol. 1, pp. 127-140, 1986.

EK A: Geliştirilen Elektro-Termal Çözücü Simülasyon Raporu

Bu çalışmadaki tüm parametrik analizlerin ve Cooper-Mikic-Yovanovich ısıl temas modeli hesaplamalarının yürütüldüğü Sonlu Farklar Yöntemi (FDM) kaynak simülatöründen elde edilen simülasyon raporu aşağıda sunulmuştur:

RSW SİMÜLASYON RAPORU (AA5754 Matris)**[TEMEL GİRDİ PARAMETRELERİ]**

- Hedef Akım Şiddeti : 13 kA
- Akım Artış (Upslope) : 20.0 ms
- Sabit Kaynak Süresi : 80.0 ms (Toplam Kaynak: 100.0 ms)
- Tutma / Soğuma Süresi : 100.0 ms

[CMY ISIL TEMAS MODELİ HESAPLAMALARI]

- Uygulanan Kaynak Kuvveti (F_{normal}): 2.5 kN
- Uygulanan Baskı Kuvveti (F_{dovme}) : 5.0 kN
- Kaynak Temas Basıncı (P_{normal}) : 88.4 MPa
- Baskı Temas Basıncı (P_{dovme}) : 176.8 MPa
- Harmonik Isıl İletkenlik (k_s) : 193.7 W/mK
- CMY Normal Temas Katsayısı (h) : 39858 W/m²K
- CMY Baskı Temas Katsayısı (h) : 77001 W/m²K

[ÇIKTI VE PERFORMANS ANALİZİ]

SiC Oranı | Ergime Başlangıcı | Maks. Sıcaklık | Tam Katılaşma Anı (T<660)

%00	7.6 ms	711.8 °C	118.5 ms
%05	7.4 ms	732.2 °C	124.3 ms
%10	7.2 ms	756.4 °C	130.5 ms
%15	7.0 ms	784.9 °C	137.1 ms
%20	6.7 ms	818.5 °C	144.4 ms

EKLEMELİ İMALAT TEKNOLOJİLERİNDE KULLANILAN POLİMERİK MALZEMELERİN (PLA, ABS, PETG) MEKANİK VE KİMYASAL KARAKTERİZASYONU

Dr. Ahmet AYDIN

Bursa Teknik Üniversitesi, Polimer Malzeme Mühendisliği, ahmet.aydin@btu.edu.tr,

0000-0002-7832-3059

Özet

Eklemeli imalat teknolojileri, prototiplemeden nihai ürün üretimine kadar geniş bir endüstriyel yelpazede kritik bir rol oynamaktadır. Özellikle hızlı prototipleme ve düşük maliyet avantajı sunan Eriyik Biriktirme Modellemesi (FDM) yöntemi, fonksiyonel parça üretiminde de sıklıkla tercih edilmektedir. Bu süreçte, üretilen parçaların mekanik dayanımı, darbe direnci ve kimyasal kararlılığı, uygulama alanlarının sınırlarını doğrudan belirlemektedir. Bu çalışmada, FDM yönteminde en çok kullanılan üç polimerik malzeme olan Polilaktik Asit (PLA), Akrilonitril Bütadien Stiren (ABS) ve Polietilen Tereftalat Glikol (PETG) karşılaştırmalı olarak ele alınmıştır.

Araştırma kapsamında, her üç malzemeden standart test standartlarına (ASTM) uygun numuneler basılmıştır. Malzemelerin statik yükler altındaki mekanik davranışlarını belirlemek amacıyla çekme testleri gerçekleştirilerek elastisite modülü, akma mukavemeti ve kopma uzaması değerleri analiz edilmiştir. Malzemelerin dinamik ve ani darbe yüklerine karşı gösterdikleri direnç ise Charpy darbe testi yöntemiyle ölçülmüştür. Ayrıca, üretim sürecindeki termal işlemlerin polimer zincirleri üzerindeki etkisini ve malzemelerin fonksiyonel gruplarını incelemek amacıyla Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi (FTIR) analizi kullanılmıştır.

Elde edilen mekanik ve spektroskopik veriler doğrultusunda, her bir malzemenin yapısal özellikleri ve performans sınırları karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Malzemelerin çekme dayanımı, darbe direnci ve süneklik gibi karakteristik davranışları deneysel sonuçlarla ilişkilendirilerek analiz edilmiştir. Bu çalışma ile farklı çalışma koşullarına maruz kalacak fonksiyonel mühendislik parçaları için uygun filament seçim kriterlerinin belirlenmesi, imalat parametrelerinin geliştirilmesi ve tasarım güvenilirliğine yönelik önerilerin sunulması hedeflenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Eklemeli İmalat, Polimerler, Çekme Dayanımı, Charpy Testi, FTIR Analizi.

MECHANICAL AND CHEMICAL CHARACTERIZATION OF POLYMERIC MATERIALS (PLA, ABS, PETG) USED IN ADDITIVE MANUFACTURING TECHNOLOGIES

Dr. Ahmet AYDIN

Bursa Technical University, Polymer Materials Engineering, ahmet.aydin@btu.edu.tr,

0000-0002-7832-3059

Abstract

Additive manufacturing technologies play a critical role in a wide industrial spectrum, ranging from prototyping to end-use product manufacturing. Particularly, the Fused Deposition Modeling (FDM) method, which offers rapid prototyping and low-cost advantages, is also frequently preferred in functional part manufacturing. In this process, the mechanical strength, impact resistance, and chemical stability of the manufactured parts directly determine the boundaries of their application areas. In this study, three of the most widely used polymeric materials in the FDM method, namely Polylactic Acid (PLA), Acrylonitrile Butadiene Styrene (ABS), and Polyethylene Terephthalate Glycol (PETG), are comparatively evaluated.

Within the scope of the research, specimens conforming to ASTM standards were printed from all three materials. Tensile tests were performed to determine the mechanical behavior of the materials under static loads, and the elastic modulus, yield strength, and elongation at break values were analyzed. The resistance of the materials against dynamic and sudden impact loads was measured using the Charpy impact test method. Additionally, Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) analysis was utilized to examine the functional groups of the materials and the effect of thermal processing during the manufacturing process on the polymer chains.

In line with the obtained mechanical and spectroscopic data, the structural properties and performance limits of each material were comparatively evaluated. The characteristic behaviors of the materials, such as tensile strength, impact resistance, and ductility, were analyzed in relation to the experimental results. This study aims to determine the appropriate filament selection criteria for functional engineering parts exposed to different operating conditions, improve manufacturing parameters, and provide recommendations for design reliability.

Keywords: Additive Manufacturing, Polymers, Tensile Strength, Charpy Test, FTIR Analysis.

1. GİRİŞ

Eklemeli imalat teknolojileri, geleneksel imalat yöntemlerine kıyasla sunduğu tasarım serbestliği, malzeme tasarrufu ve hızlı prototipleme avantajları sayesinde endüstride önemli bir konuma ulaşmıştır (Gibson ve diğerleri, 2021). Bu teknolojiler arasında, termoplastik malzemelerin erime sıcaklığına getirilerek tabaka tabaka serilmesi esasına dayanan Eriyik Biriktirme Modellemesi (FDM), düşük ilk yatırım maliyeti, kullanım kolaylığı ve geniş malzeme çeşitliliği nedeniyle hem akademik çalışmalarda hem de endüstriyel uygulamalarda en çok tercih edilen yöntemlerden biridir (N. Turner, Strong ve A. Gold, 2014). FDM teknolojisi, başlangıçta yalnızca görsel prototip üretimi için kullanılırken, günümüzde otomotiv, havacılık ve biyotıp gibi sektörlerde doğrudan kullanılabilen fonksiyonel parça imalatında da kendine yer bulmaktadır (Ngo, Kashani, Imbalzano, Nguyen ve Hui, 2018).

FDM sürecinde üretilen parçaların mekanik ve fiziksel özellikleri, seçilen polimerik malzemenin yapısal karakteristiklerine ve üretim parametrelerine doğrudan bağlıdır. Literatürde ve uygulamada en yaygın kullanılan termoplastikler Polilaktik Asit (PLA), Akrilonitril Bütadien Stiren (ABS) ve Polietilen Tereftalat Glikol (PETG) olarak öne çıkmaktadır. PLA, mısır nişastası veya şeker kamışı gibi yenilenebilir kaynaklardan elde edilen biyobozunur bir polimer olup, düşük büzülme oranı ve kolay yazdırılabilirliği nedeniyle yaygın bir kullanım alanına sahiptir (Garlotta, 2001). Buna karşın, petrol türevli bir mühendislik polimeri olan ABS, yüksek darbe mukavemeti, tokluğu ve ısı kararlılığı ile bilinmekte, ancak üretim esnasında yüksek büzülme ve katmanlar arası ayrılma eğilimi göstermektedir (Bikas, Stavropoulos ve Chryssolouris, 2016). PETG ise, PLA'nın kolay işlenebilirliği ile ABS'nin mekanik dayanım özelliklerini bir arada sunan, kimyasal direnci yüksek ve darbe dayanımı kuvvetli bir kopolimer olarak son yıllarda önem kazanmıştır.

Bu malzemelerin mühendislik uygulamalarındaki performans sınırlarını belirlemek amacıyla statik ve dinamik yükler altındaki davranışlarının doğru analiz edilmesi gerekmektedir. Literatürde, FDM ile üretilen parçaların çekme, eğme ve darbe mukavemetleri üzerinde malzeme türünün ve yazdırma parametrelerinin etkilerini inceleyen çok sayıda çalışma mevcuttur (Chacón, Caminero, García-Plaza ve Núñez, 2017; Tymrak, Kreiger ve Pearce, 2014). Ancak, mekanik davranışlardaki farklılıkların sadece makro düzeyde değil, aynı zamanda üretim sürecinde eriyik ekstrüzyon sırasında maruz kalınan yüksek sıcaklıkların polimer zincirleri ve fonksiyonel gruplar üzerindeki etkileriyle de açıklanması gerekmektedir. Bu bağlamda, Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi (FTIR) analizi, ham filament ile basılmış parça arasındaki kimyasal ve yapısal değişimleri inceleyerek yazdırma işleminin polimerik yapı üzerindeki termal etkilerini belirlemede etkili bir araç sunmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, FDM yöntemiyle üretilen PLA, ABS ve PETG polimerik malzemelerin mekanik ve yapısal özelliklerini karşılaştırmalı olarak değerlendirmektir. Bu doğrultuda, ASTM standartlarına uygun olarak üretilen numunelerin statik yükler altındaki davranışları çekme testleri ile, ani dinamik yükler altındaki dirençleri ise Charpy darbe testleri ile belirlenmiştir. Ayrıca, baskı öncesi ham filamentler ile baskı sonrası elde edilen çekme numunelerinin FTIR analizleri gerçekleştirilerek, eriyik biriktirme sürecindeki termal işlemlerin polimerlerin fonksiyonel grupları üzerindeki etkisi karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Elde edilen spektroskopik bulgular, malzemelerin deneysel mekanik test sonuçlarıyla ilişkilendirilerek analiz edilmiştir. Çalışma sonucunda, farklı çalışma koşullarına maruz kalacak fonksiyonel parçalar için uygun filament seçim kriterlerinin belirlenmesi ve tasarım güvenilirliğinin artırılması hedeflenmiştir.

1. KURAMSAL ÇERÇEVE

Eriyik Biriktirme Modellemesi, katı haldeki termoplastik filamentin ısıtılarak sıvı/yarı-sıvı hale getirilmesi ve bilgisayar kontrollü bir nozül aracılığıyla bir platform üzerine katman katman serilmesi esasına dayanan, günümüzde en yaygın kullanılan eklemeli imalat teknolojilerinden biridir (Gibson ve diğerleri, 2021). Bu yöntem, düşük ilk yatırım maliyeti, malzeme çeşitliliği ve karmaşık geometrileri hızlı bir şekilde üretebilme kabiliyeti sayesinde prototiplemeden fonksiyonel nihai ürün imalatına kadar geniş bir yelpazede tercih edilmektedir (N. Turner ve diğerleri, 2014). FDM sürecinde parçanın bütünlüğü ve kalitesi, eriyik haldeki

malzemenin katmanlar arası difüzyonuna ve soğuma sırasındaki termal büzülme davranışlarına doğrudan bağlıdır.

PLA, mısır nişastası veya şeker kamışı gibi yenilenebilir kaynaklardan elde edilen biyo-bozunur ve çevre dostu bir alifatik polyesterdir (Garlotta, 2001). FDM yazıcılarda düşük erime sıcaklığı ve minimum büzülme eğilimi göstermesi sayesinde yüksek boyutsal doğrulukla ve ısıtılmalı yatak gereksinimi olmadan kolayca işlenebilmektedir (Chacón ve diğerleri, 2017). Yüksek çekme dayanımına ve sertliğe sahip olmasına rağmen, düşük darbe mukavemeti ve gevrek yapısı nedeniyle dinamik zorlamalara maruz kalan fonksiyonel mühendislik parçalarında sınırlı bir kullanım alanı bulmaktadır.

ABS, mühendislik uygulamalarında yaygın olarak tercih edilen amorf yapıda petrol türevli bir terpolimerdir (Bikas ve diğerleri, 2016). Yapısındaki akrilonitril kimyasal ve ısıl kararlılık sağlarken, bütadien fazı malzemeye yüksek darbe direnci ve tokluk, stiren fazı ise sertlik ve estetik yüzey kalitesi kazandırmaktadır (Tymrak ve diğerleri, 2014). Bununla birlikte, ABS'nin yüksek termal genleşme katsayısı ve büzülme eğilimi, FDM ile üretimi esnasında katmanlar arası ayrılma ve çarpılma gibi fabrikasyon hatalarına yol açabildiğinden, kararlı bir üretim için genellikle ısıtılmalı bir baskı odası ve yüksek tabla sıcaklığı gerektirmektedir.

PETG, PET kimyasal yapısına glikol halkalarının eklenmesiyle elde edilen amorf bir kopolimerdir (Szykiedans, Credo ve Osiński, 2017). Glikol modifikasyonu malzemenin kristalleşmesini engelleyerek daha sünek, darbeye dayanıklı ve şeffaf bir yapı kazanmasını sağlamaktadır. PETG, PLA'nın sunduğu kolay yazdırılabilirlik ve düşük büzülme özelliklerini, ABS'nin sunduğu yüksek darbe dayanımı ve kimyasal direnç ile birleştiren, neme karşı kararlı yapısıyla fonksiyonel mühendislik tasarımlarında avantaj sağlayan hibrit bir malzeme niteliğindedir.

2. YÖNTEM

2.1 Malzemeler

Çalışmada kullanılacak numunelerin üretiminde ticari olarak temin edilen üç farklı polimerik hammadde tercih edilmiştir. Bu kapsamda eSUN firmasından beyaz renkli PLA, SUNLU firmasından ise şeffaf ABS ve mavi renkli PETG filamentleri tedarik edilmiştir. Kullanılan tüm bu polimerik hammaddelerin nominal çapı 1.75 mm'dir.

2.2 3B Yazıcı ile Numune Üretimi ve Baskı Parametreleri

Test numunelerinin üretimi Elegoo Neptune 4 model FDM tipi bir 3B yazıcı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Üretim sürecinde %100 doluluk oranı ve 45°/-45° dolgu açısı parametreleri sabit tutulmuştur. Yazdırma işleminde PLA için nozül sıcaklığı 215 °C ve yatak sıcaklığı 60 °C; ABS için nozül sıcaklığı 240 °C ve yatak sıcaklığı 80 °C; PETG için ise nozül sıcaklığı 230 °C ve yatak sıcaklığı 70 °C olarak uygulanmıştır. Çalışma kapsamında kullanılan tüm hammaddeler, herhangi bir ön kurutma işlemine tabi tutulmadan doğrudan üretim sürecine dahil edilmiştir. Mekanik testlere yönelik hazırlanan numunelerden çekme testi için olanlar ASTM D638 Type IV, Charpy darbe testi için olanlar ise ISO 179 standartlarına uygun geometrilerde üretilmiştir.

2.3. Mekanik Testler

Üretilen numunelerin mekanik performanslarını belirlemek amacıyla çekme ve darbe testleri gerçekleştirilmiştir. Statik çekme özellikleri, Shimadzu AGS-X model universal test cihazı kullanılarak oda sıcaklığında ve 5 mm/dak çekme hızında tayin edilmiştir. Dinamik darbe davranışlarının belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen Charpy darbe testleri ise Instron CEAST 9050 model sarkaçlı darbe cihazında, 5 J enerji kapasitesine sahip sarkaç kullanılarak yine oda sıcaklığında tamamlanmıştır.

2.4. Yapısal ve Mikroskobik Karakterizasyon Çalışmaları

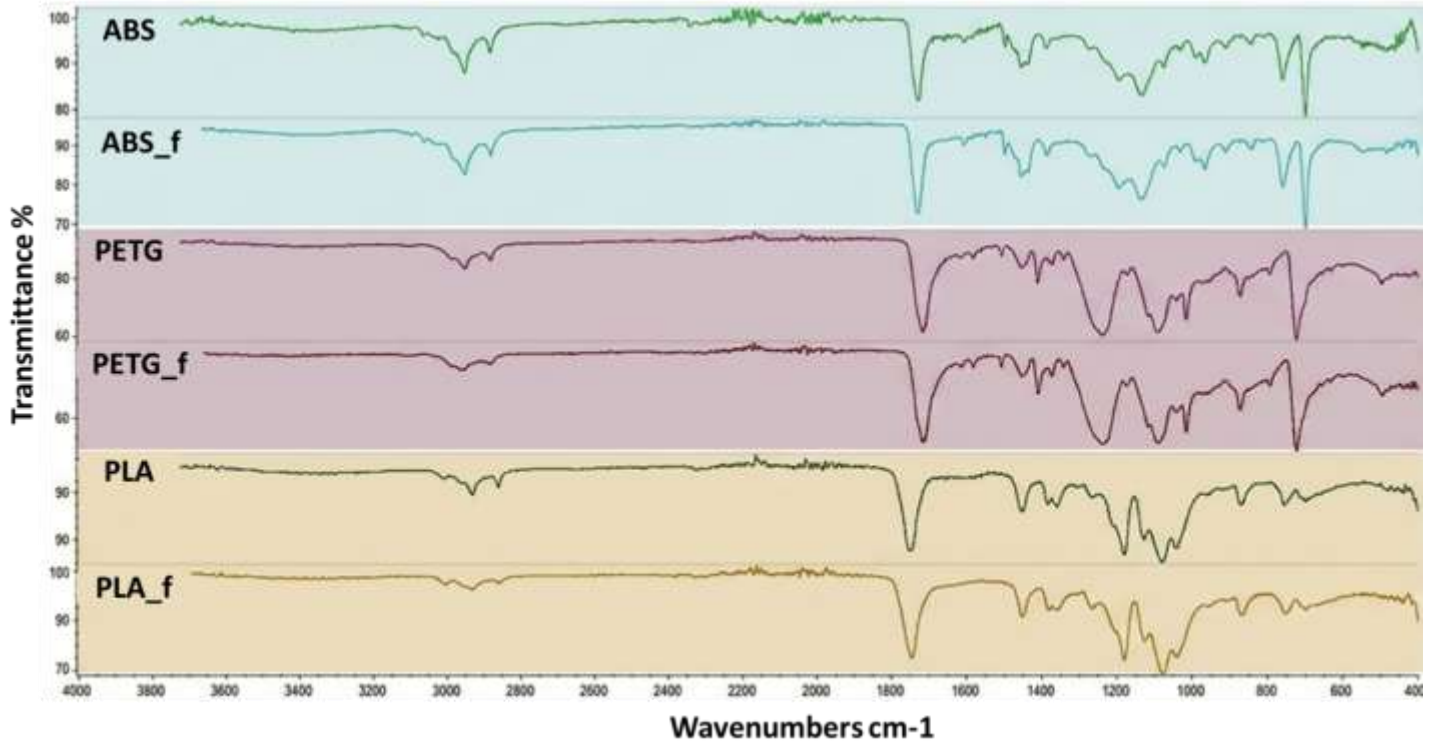
Malzemelerin yapısal ve morfolojik özelliklerini incelemek amacıyla çeşitli karakterizasyon çalışmaları yürütülmüştür. Eriyik biriktirme sürecindeki yüksek sıcaklıkların polimer zincirleri üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla Thermo Nicolet iS 50 model FT-IR spektrometresi kullanılmıştır. Bu analiz kapsamında,

malzemelerin ham filament halleri ile mekanik test numunesi üretildikten sonraki kimyasal bağ yapıları karşılaştırılarak, üretim sürecinin malzeme yapısında herhangi bir değişime veya bozunmaya yol açıp açmadığı incelenmiştir. Mekanik testler neticesinde hasara uğrayan numunelerin kırık yüzey morfolojilerini, katmanlar arası yapışma kalitesini ve boşluk yapılarını gözlemlemek amacıyla ise Leica M125 stereo optik mikroskop sisteminden yararlanılmıştır.

3. BULGULAR

3.1. FT-IR Spektroskopisi Analiz Bulguları

Eriyik biriktirme sürecinde maruz kalınan nozül sıcaklıklarının polimerlerin kimyasal bağ yapıları üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla gerçekleştirilen FT-IR analiz sonuçları Şekil 1'de sunulmuştur. Grafik incelendiğinde; her üç malzeme grubu için de ham filamentler (ABS_f, PETG_f, PLA_f) ile FDM yöntemiyle üretilen nihai test numunelerinin (ABS, PETG, PLA) spektrumları arasında belirgin bir bant kayması, yeni bir kimyasal bağ oluşumu veya mevcut fonksiyonel grupların kaybolması gibi yapısal bir farklılık gözlenmemiştir. Her bir polimerik malzemenin kendine özgü karakteristik parmak izi bölgeleri ve ana fonksiyonel grup bantları, üretim öncesi ve sonrasında kararlılığını korumuştur. Elde edilen bu spektroskopik veriler, Elegoo Neptune 4 yazıcı ile uygulanan optimize baskı sıcaklıklarının polimerik zincirlerde herhangi bir termal bozunmaya, bağ kırılmasına veya oksidasyona yol açmadığını ve malzemelerin özgün kimyasal yapılarının üretim sonrasında da korunduğunu göstermektedir.



Şekil 1. Polimerlerin FT-IR spektrumu.

3.2. Mekanik Test Sonuçlarının Değerlendirilmesi

FDM yöntemiyle üretilen PLA, PETG ve ABS numunelerinin statik ve dinamik yükler altındaki davranışlarını belirlemek amacıyla gerçekleştirilen çekme ve Charpy darbe testlerinin sonuçları Tablo 1'de sunulmuştur.

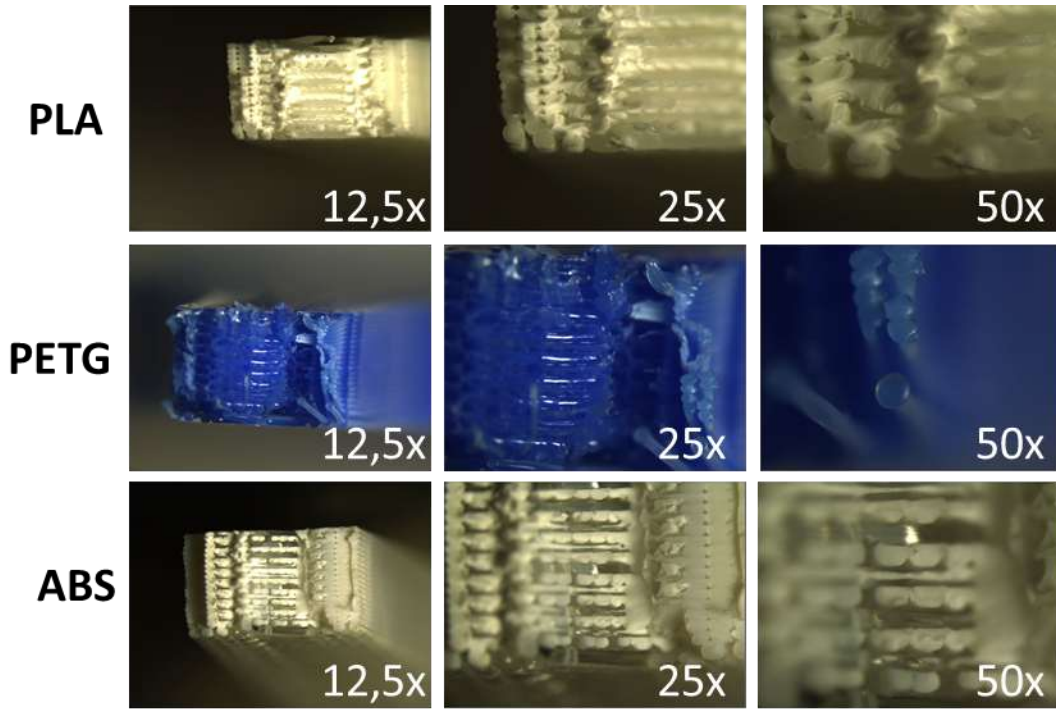
Tablo 1. Üretilen polimerik numunelerin mekanik test sonuçları.

Polimerler	Maksimum Gerilme (N/mm ²)	Elastisite Modülü (N/mm ²)	Maksimum Uzama (%)	Darbe (kJ/m ²)
PLA	47,01 ± 0,90	2004 ± 375	4,69 ± 0,36	25,65 ± 1,88
PETG	44,24 ± 1,04	1611 ± 40	3,87 ± 0,53	24,32 ± 1,98
ABS	35,78 ± 1,44	1518 ± 115	3,73 ± 0,11	27,64 ± 0,69

Tablo 1 verileri genel olarak incelendiğinde; statik çekme yükleri altında en yüksek mekanik dayanım ve rijitlik değerleri sırasıyla 47,01 N/mm² maksimum gerilme ve 2004 N/mm² elastisite modülü ile PLA numunelerinde elde edilmiştir. PLA'yı 44,24 N/mm² maksimum gerilme değeriyle yakından takip eden PETG, ABS'ye kıyasla daha yüksek bir yük taşıma kapasitesi sergilemiştir. En düşük çekme dayanımı ve elastisite modülü ise sırasıyla 35,78 N/mm² ve 1518 N/mm² değerleriyle ABS numunelerinde ölçülmüştür. Maksimum uzama yüzdeleri değerlendirildiğinde de benzer bir eğilim gözlenmiştir; PLA numuneleri %4,69 uzama ile en yüksek kopma uzaması değerini sunarken, PETG (%3,87) ve ABS (%3,73) numuneleri daha düşük uzama oranları göstermiştir. Diğer taraftan, malzemelerin ani ve dinamik darbe yükleri altındaki dirençlerini gösteren Charpy darbe testi sonuçlarında ise çekme testinin aksine en yüksek darbe dayanımı 27,64 kJ/m² ile ABS numunelerinde tespit edilmiştir. ABS'nin ardından PLA 25,65 kJ/m² darbe mukavemeti sergilerken, en düşük darbe direnci 24,32 kJ/m² ile PETG numunelerinde kaydedilmiştir. Deneysel sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde, PLA'nın statik çekme yükleri altında daha mukavim ve rijit bir yapı sunduğu, ABS'nin ise yapısındaki elastomerik faz sayesinde dinamik darbe yüklerini sönmülemde daha başarılı bir performans sergilediği görülmektedir.

3.3. Morfolojik Test Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Hasara uğrayan numunelerin kırık yüzey morfolojilerini incelemek amacıyla farklı büyütme oranlarında (12,5x, 25x ve 50x) elde edilen stereo mikroskop görüntüleri Şekil 2'de sunulmuştur. PLA numunelerinin kırık yüzeyleri incelendiğinde, düşük büyütme oranlarında katmanların düzgün hizalandığı ve geometrik bütünlüğünü koruyan kompakt bir kesit alanı olduğu görülmektedir. 50x büyütmede ise kırılma yüzeyinde yer yer parlak ve pürüzsüz alanların bulunması, malzemenin gevrek kırılma eğiliminde olduğunu doğrulamaktadır. PETG numunelerinde, kesit kenarlarında plastik deformasyona işaret eden düzensiz yırtılmalar, çapak benzeri yapılar ve iplikçik şeklinde uzamış polimer hatları göze çarpmaktadır. Özellikle 50x büyütmede bazı filament yollarının kopmadan önce belirgin şekilde uzayarak deforme olduğu ve dairesel formunu kaybederek lifleştiği açıkça görülmektedir. ABS numunelerinde ise diğer malzemelere kıyasla katman arayüzleri ve yazdırma yolları çok daha belirgin ve birbirinden ayrık şekilde seçilmektedir. 25x ve 50x büyütme oranlarında, üst üste yığılan polimer hatları arasında yatay doğrultuda uzanan belirgin mikro boşluklar ve katman sınırları dikkat çekmektedir. ABS'nin üretimi esnasında katmanların birbiriyle homojen bir şekilde kaynaşmadığını gösteren bu belirgin arayüz sınırları, malzemenin statik çekme mukavemetinin neden daha düşük çıktığını morfolojik olarak açıklamaktadır.



Şekil 2. Polimerlerin farklı yakınlıştırmadaki mikroskop görüntüleri

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, FDM yöntemiyle üretilen PLA, PETG ve ABS malzemelerinin mekanik ve yapısal özellikleri karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Çekme testlerinde PLA en yüksek statik mukavemet ve rijitlik değerlerini sergilerken, Charpy darbe testlerinde ABS en yüksek darbe dayanımını göstererek dinamik yükler altında daha başarılı bir sönümleme performansı ortaya koymuştur. FT-IR analizleri, uygulanan optimize baskı sıcaklıklarının malzemelerin kimyasal yapılarında herhangi bir bozunmaya veya bağ kırılmasına yol açmadığını ve kimyasal bütünlüğün korunduğunu doğrulamıştır. Mikroskopik incelemeler ise mekanik sonuçları destekler nitelikte, ABS katmanları arasında daha belirgin sınırlar ve mikro arayüz boşlukları olduğunu, PLA'nın ise daha bütünleşik bir kesit sunduğunu göstermiştir. Bu bulgular ışığında, yüksek statik mukavemet gerektiren mühendislik uygulamalarında PLA, ani darbe yüklerine maruz kalacak tasarımlarda ABS, dengeli mekanik performans ve kolay işlenebilirlik gerektiren durumlarda ise PETG filamentlerinin tercih edilmesi önerilmektedir. Ayrıca, ABS'nin katman bütünlüğünü artırmak ve mikroskopik düzeydeki boşlukları azaltmak amacıyla kapalı/ısıtmalı baskı odası kullanımının tasarım güvenilirliğine katkı sağlayacağı değerlendirilmektedir.

KAYNAKLAR

- Bikas, H., Stavropoulos, P. ve Chryssolouris, G.** (2016). Additive manufacturing methods and modelling approaches: a critical review, *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 83(1), 389–405.
- Chacón, J. M., Caminero, M. A., García-Plaza, E. ve Núñez, P. J.** (2017). Additive manufacturing of PLA structures using fused deposition modelling: Effect of process parameters on mechanical properties and their optimal selection, *Materials & Design*, 124, 143–157.
- Garlotta, D.** (2001). A literature review of poly (lactic acid), *Journal of Polymers and the Environment*, 9(2), 63–84.
- Gibson, I., Rosen, D., Stucker, B., Khorasani, M., Rosen, D., Stucker, B. ve Khorasani, M.** (2021). *Additive manufacturing technologies* (C. 17). Springer.
- N. Turner, B., Strong, R. ve A. Gold, S.** (2014). A review of melt extrusion additive manufacturing processes: I. Process design and modeling, *Rapid prototyping journal*, 20(3), 192–204.
- Ngo, T. D., Kashani, A., Imbalzano, G., Nguyen, K. T. Q. ve Hui, D.** (2018). Additive manufacturing (3D printing): A review of materials, methods, applications and challenges, *Composites Part B: Engineering*, 143, 172–196.
- Szykiedans, K., Credo, W. ve Osiński, D.** (2017). Selected mechanical properties of PETG 3-D prints, *Procedia Engineering*, 177, 455–461.
- Tymrak, B. M., Kreiger, M. ve Pearce, J. M.** (2014). Mechanical properties of components fabricated with open-source 3-D printers under realistic environmental conditions, *Materials & Design*, 58, 242–246.

TARİHİ HAFIZANIN KORUNMASINDA TOPONİMLERİN ROLÜ**Nermin Qocayeva****Azerbaycan, Baku, H. Aliyev caddesi 240, bina 491, daire 20****Azerbaycan Devlet Pedagoji Üniversitesi, dilbilim****<https://orcid.org/0009-0000-9181-4509>,****narminqojayeva23@gmail.com****Özet**

Toponimler, toplumun tarihi hafızasını, kültürel kimliğini ve sosyal deneyimini içinde yaşatan önemli onomastik birimlerdir. Onlar yalnızca coğrafi nesneleri adlandırma işlevi taşımaz, aynı zamanda halkın geçmişi, yaşam tarzı, etno-kültürel gelişimi ve tarihi olayları hakkında bilgi taşıyan dil birimleri olarak da ortaya çıkar. Bu açıdan toponimler, tarihi hafızanın korunması ve nesilden nesile aktarılmasında önemli bir rol oynar. Azerbaycanın bağımsızlık dönemi edebiyatında toponimlere olan ilginin artması, millî kimliğin güçlenmesi ile doğrudan bağlantılıdır. Karabağ, Şuşa, Laçın, Zengilan gibi yer adlarının edebi metinlerde sıkça kullanılması hem tarihî gerçeklerin korunmasına hem de millî hafızanın canlı tutulmasına hizmet eder. Bu toponimler yalnızca coğrafi mekanları değil, aynı zamanda tarihî olayları, çatışmaları ve kültürel mirası da sembolize eder. Toponimlerin tarihî hafızanın oluşumundaki rolü, onların anlamsal yükü ile de ilişkilidir. Birçok yer adı eski boy isimlerini, ekonomik faaliyetleri, doğal özellikleri veya tarihî şahsiyetleri yansıtır. Bu özellik, toponimleri dil ve tarih arasında köprü görevi gören önemli unsurlara dönüştürür. Böylece toponimler hem dilbilim hem de tarih yazımı açısından önemli bir kaynak olarak kabul edilir. Küreselleşme ve kentleşme süreçleri sonucunda bazı geleneksel yer adlarının değiştirilmesi veya unutulması gözlemlense de, günümüzde bu adların yeniden canlandırılması ve korunması yönünde ciddi bilimsel ve kültürel çalışmalar yürütülmektedir. Bu durum, toponimlerin milli hafızanın korunmasındaki stratejik önemini daha da artırmaktadır.

Sonuç olarak, toponimler tarihî hafızanın korunmasında, millî kimliğin güçlendirilmesinde ve kültürel mirasın yaşatılmasında önemli rol oynayan dil birimleridir. Onların araştırılması ve korunması, toplumun geçmişi ile geleceği arasındaki bağın sürekliliğini sağlar.

Anahtar kelimeler: Bağımsızlık dönemi, toponimler, edebi dil, tarihi hafıza, milli kimlik.

THE ROLE OF TOPONYMS IN PRESERVING HISTORICAL MEMORY

Abstract

Toponyms are important onomastic units that preserve the historical memory, cultural identity, and social experience of society. They do not only serve the function of naming geographical objects but also act as linguistic units that carry information about a people's past, way of life, ethno-cultural development, and historical events. In this regard, toponyms play an important role in preserving historical memory and transmitting it from generation to generation. The growing interest in toponyms in Azerbaijani literature during the independence period is directly linked to the strengthening of national identity. The frequent use of place names such as Karabakh, Shusha, Lachin, and Zangilan in literary texts serves both the preservation of historical facts and the vitality of national memory. These toponyms symbolize not only geographical locations but also historical events, conflicts, and cultural heritage. The role of toponyms in forming historical memory is also related to their semantic load. Many place names reflect ancient tribal names, economic activities, natural features, or historical figures. This feature turns toponyms into important elements that act as a bridge between language and history. Thus, toponyms are considered significant sources in both linguistics and historiography. Although some traditional place names have been changed or forgotten as a result of globalization and urbanization, serious scientific and cultural efforts are being carried out today to restore and preserve them. This further increases the strategic importance of toponyms in protecting national memory.

In conclusion, toponyms are linguistic units that play an important role in preserving historical memory, strengthening national identity, and maintaining cultural heritage. Their study and preservation ensure the continuity of the connection between the past and the future of society.

Keywords: Independence period, toponyms, literary language, historical memory, national identity.

Giriş

Toponimlər xalqın milli yaddaşını, tarixi keçmişini və mədəni irsini əks etdirən vacib dil elementlərindən hesab olunur. Coğrafi adlar təkcə hər hansı bir ərazini ifadə etmir, həm də xalqın etnik mənşəyi, qədim yaşayış məkanları, baş vermiş tarixi hadisələr və mənəvi dəyərləri barədə mühüm məlumatları yaşadır. Əsrlər ərzində formalaşan hər bir toponim müəyyən dövrün tarixi izlərini qoruyaraq onları gələcək nəsillərə çatdırır. Bu səbəbdən toponimlər tarixi yaddaşın saxlanması və yaşadılmasında mühüm rol oynayır. Müasir dövrdə qloballaşma, siyasi dəyişikliklər və müxtəlif sosial proseslər nəticəsində bəzi qədim yer adlarının dəyişdirilməsi və ya unudulması tarixi yaddaşın zəifləməsinə səbəb olur. Halbuki qədim toponimlərin qorunması xalqın milli-mənəvi dəyərlərinin, etnik köklərinin və tarixi keçmişinin yaşadılması baxımından xüsusi əhəmiyyət daşıyır. Toponimlər vasitəsilə müəyyən ərazilərdə yaşamış tayfalar, qədim dövlətlər, tarixi şəxsiyyətlər və ictimai hadisələr haqqında məlumat əldə etmək mümkündür. Toponimlər xalqın əsrlər boyu yaşadığı ərazilərin tarixini əks etdirən canlı dil faktlarıdır. Bir çox qədim yer adlarında türk tayfalarının adları, tarixi şəxsiyyətlər, döyüşlər və ictimai hadisələr öz əksini tapmışdır. Bu baxımdan toponimlər yalnız dilçilik deyil, tarix və etnoqrafiya üçün də mühüm mənbə hesab olunur. Məsələn, Azərbaycan ərazisində mövcud olan bir sıra kənd, dağ, çay və yaşayış məntəqələrinin adları qədim türk tayfalarının izlərini yaşadır. “Qıpçaq”, “Xəzər”, “Bayat”, “Kəngərli” kimi toponimlər xalqın etnik yaddaşını qoruyan mühüm nümunələrdir. Bu adlar vasitəsilə qədim tayfaların yayılma arealı və tarixi haqqında məlumat əldə etmək mümkündür. Azərbaycan toponimləri də zəngin tarixi-mədəni irsi əks etdirən qiymətli dil faktlarıdır. Bu adlarda qədim türk tayfalarının izləri, tarixi hadisələrin təsiri, təbiət xüsusiyyətləri və xalqın dünyagörüşü öz əksini tapmışdır. Buna görə də toponimlərin öyrənilməsi yalnız dilçilik baxımından deyil, həm də tarix, etnoqrafiya və mədəniyyətşünaslıq baxımından mühüm elmi əhəmiyyət kəsb edir. Məqalədə tarixi yaddaşın qorunmasında toponimlərin rolu araşdırılır, onların milli kimliyin formalaşmasında və keçmişin gələcək nəsillərə çatdırılmasında əhəmiyyəti təhlil edilir.

Azərbaycanın dövlət müstəqilliyini əldə etməsindən sonra cəmiyyət həyatında başlanmış yeni mərhələ dilimizin xüsusi adlar sistemində milliləşmə və özünəməxsuslaşma meyillərinin güclənməsi ilə səciyyələnir. Araşdırılan tarixi dövr göstərir ki, onomastik vahidlərin xalqın tarixi və mədəni həyatındakı əhəmiyyəti bu mərhələdə ictimaiyyət tərəfindən daha dərinlən dərk edilmişdir. Bunun nəticəsi olaraq dilimizdəki toponim və antroponim fondunun yad təsirlərdən təmizlənməsi, qədim adların bərpası, yeni adların yaradılması istiqamətində ardıcıl tədbirlər həyata keçirilmişdir. Eyni zamanda xüsusi adların dəyişdirilməsi prosesində meydana çıxan problemlərin aradan qaldırılması üçün müxtəlif axtarış və təşəbbüslər də diqqət mərkəzində olmuşdur. Zəngin toponimik sistemə malik olan Azərbaycan qədim ölkə olduğu üçün burada leksik-semantik cəhətdən rəngarəng toponimlər formalaşmışdır. Toponimlərdə xalqın milli təfəkkürü, psixologiyası, tarixi əlaqələri, dil tarixinin bir sıra leksik-semantik və qrammatik xüsusiyyətləri yaşayır. Ona görə də toponimlər xalqın tarixi, inkişaf dövrlərini, ictimai-siyasi vəziyyətini özündə əks etdirən ən dəyərli leksik vahidlərdir və xalqın keçmişi, bu gündür, həm də milli və mənəvi zənginliyidir. Toponimlərin böyük tarixi əhəmiyyəti vardır, çünki onlar dilin qayda-qanunlarını, müəyyən bir xalqın formalaşmasında iştirak etmiş müxtəlif tayfa və etnik qrupların həyatı keçmişini, ictimai-siyasi münasibətlərini və s. özündə əks etdirir. Bu barədə görkəmli dilçi alim A.Qurbanov yazır ki, “Dildəki hər bir xüsusi ad – onomastik vahid ictimai-tarixi inkişafın məhsuludur. Xüsusi adlar keçmişin izlərini özündə mühafizə edib müasir zamana kimi gətirən real faktlardır, tarixin canlı şahidləridir” [4, s.9]. Hər toponim həmin ərazinin təbiətini, relyefini və etnik tərkibini göstərir. Toponimlərdə arxaizmlər və dialektlər qorunub saxlanılır. Bu da Azərbaycan dilinin tarixi inkişafını izləməyə kömək edir. Milli toponimlərin tədqiqi və qorunması xalqın öz torpağına, kökünə və keçmişinə sdaqətinin ifadəsidir. Buna görə toponimlərin öyrənilməsi yalnız elmi deyil, həm də milli-mənəvi baxımdan böyük əhəmiyyət daşıyır. Toponimlərin əhəmiyyəti barədə başqa bir dilçi alim D.Əliyeva yazır: “Keçmişin şahidi olan toponimlər uzaq dövrlərin əks-sədası kimi ən qiymətli tarixi abidələr içərisində şərəfli yer tutmaqla yanaşı, etnogenez məsələlərinin araşdırılmasında çox qiymətli mənbə, tarix elmi üçün arxeoloji material timsalı, dəyərli maddi mədəniyyət qalığıdır” [3, s.73]. Tarixi mənbələr əsasında toplanmış materialların dəqiqləşdirilməsi, sistemli şəkildə təsnif olunması və elmi qaydada tənzimlənməsi, onların linqvistik

baxımdan araşdırılması, bu dəyərli mədəni irsin gələcək nəsillər üçün qorunub saxlanması, həmçinin onomastikanın müxtəlif sahələrində advermə və addəyişmə proseslərinin elmi prinsiplərinin müəyyən edilməsi müasir dövrün qarşısında duran ən vacib məsələlərdən hesab olunur. Müstəqillik dövrü milli köklərə qayıdış dövrü kimi səciyyələndirilməlidir. Azərbaycan ruhuna yad ideologiyaların xalqın, torpağın yaddaşından silib unudurmağa çalışdığı qədim adlarımızın geniş tərkibdə bərpası prosesi məhz bu dövrdən başlayır. Məzmununda bütöv bir tarix yaşadan coğrafi adlarımız məhz bu dövrdə yenidən öz statusuna qaytarılmış, Azərbaycanın toponimik mühiti yad formantlardan xeyli dərəcədə təmizlənmişdir. “İctimai-iqtisadi formasiyaların bir-birini əvəz etməsi, işğal faktları və s. bu kimi tarixi hadisə və proseslər toponimiyaya təsirsiz ötüşür. Bu qanunauyğunluq Azərbaycanın toponimlər sistemində də silinməz izlər buraxmışdır” [2, s.24]. Bu, onu göstərir ki, toponimlər müəyyən tarixi mərhələlərdə əmələ gəlmiş, əhali miqراسiyaları, müharibələr, mədəniyyət, iqtisadiyyat və dil əlaqələri kimi konkret tarixi hadisələrdən asılı olaraq formaca, çox vaxtsa məzmunca dəyişmişdir. İlk dəfə Azərbaycan toponimlərinin tədqiqinə cəhd göstərən A.A.Bakıxanov təsadüfi olaraq qeyd etmirdi ki, “Əgər ölkənin qəbilələri, kəndləri, binaları geniş bir surətdə tədqiq edilərsə, əhalinin mənşəyini təyin etmək mümkün olacaqdır [1, s. 31]. Toponimlərdə həm tarixi keçmiş, həm də qədim coğrafi areal qorunub mühafizə olunur. Tarixi yaddaşın qorunmasında toponimlərin rolunu aşağıdakı kimi ümumiləşdirmək olar:

1..Tarixi hadisələri yaşadır. Bir çox yer adları keçmişdə baş vermiş müharibələri, köçləri, dövlətləri və mühüm hadisələri özündə əks etdirir. Bu adlar vasitəsilə xalqın tarixi yaddaşı qorunur.

2.Qədim yaşayış məskənləri haqqında məlumat verir. Toponimlər müəyyən ərazilərdə hansı tayfa və xalqların yaşadığını öyrənməyə kömək edir. Məsələn, tayfa adları ilə bağlı yaranmış kənd və şəhər adları qədim məskunlaşmanı göstərir.

3.Milli-mədəni irsi qoruyur.Yer adları xalqın dili, adət-ənənəsi və dünyagörüşü ilə bağlı olur. Onların saxlanması milli kimliyin qorunmasına xidmət edir.

4.Dil tarixinin öyrənilməsində mühüm mənbədir. Köhnə toponimlər qədim sözləri və dil xüsusiyyətlərini qoruyub saxlayır. Buna görə də onlar dilçilik və linqvistik tədqiqatlar üçün qiymətli material hesab olunur.

5.Coğrafi və etnoqrafik məlumat daşıyır. Dağ, çay, meşə, iqlim və təbiət xüsusiyyətləri bir çox toponimlərdə əks olunur. Bu adlar qədim insanların yaşayış mühiti haqqında məlumat verir.

6.Milli yaddaşın silinməsinin qarşısını alır. Tarixi yer adlarının dəyişdirilməsi bəzən xalqın keçmişinin unudulmasına səbəb olur. Orijinal toponimlərin qorunması tarixi həqiqətlərin saxlanması baxımından vacibdir.

7.Tarixi mənbələrin araşdırılmasına kömək edir. Sənamələrdə, xəritələrdə və arxiv sənədlərində qeyd olunan toponimlər alimlərə qədim yaşayış yerlərini və tarixi prosesləri müəyyənləşdirməyə imkan yaradır.

8.Vətən və torpaq bağlılığını gücləndirir. Yer adları insanların doğma yurda mənavi bağlılığını artırır, vətənpərvərlik hissinin formalaşmasına təsir göstərir.

9.Mədəni davamlılığı təmin edir. Nəsildən-nəslə keçən toponimlər xalqın mədəni yaddaşını və tarixi davamlılığını qoruyur.

10.Onomastik tədqiqatlar üçün əsas mənbədir. Toponimlər onomastikanın mühüm sahəsi kimi xalqın etnik və tarixi inkişafını araşdırmaq üçün elmi baza yaradır.

Nəticə. Beləliklə, toponimlər həm dilçilik, həm də tarixşünaslıq baxımından əhəmiyyətli mənbə kimi çıxış edir. Qloballaşma və urbanizasiya prosesləri nəticəsində bəzi ənənəvi yer adlarının dəyişdirilməsi və ya unudulması müşahidə olunsada, müasir dövrdə onların bərpası və qorunması istiqamətində ciddi elmi və mədəni fəaliyyətlər həyata keçirilir. Bu isə toponimlərin milli yaddaşın qorunmasında strateji əhəmiyyətini daha da artırır.

Nəticə etibarilə, toponimlər tarixi yaddaşın qorunmasında, milli kimliyin möhkəmləndirilməsində və mədəni irsin yaşadılmasında mühüm rol oynayan dil vahidləridir. Onların tədqiqi və qorunması cəmiyyətin keçmişi ilə gələcəyi arasında əlaqənin davamlılığını təmin edir.

Ədəbiyyat

1. Bakıxanov A. Gülüstanı-irəm, Azərbaycan SSR Elmlər Akademiyası nəşriyyatı, Bakı, 1951, 302s.
2. Cəfərli Y. Azərbaycan dilinin onomastikası müstəqillik dövründə Bakı, “Elm və təhsil”, 2014, 386s. 3. Əliyeva D. M.S. Ordubadın romanlarında onomastik vahidlərin linqvistik xüsusiyyətləri / Fil.ü.f.dok.diss. – Bakı: – 1996. –165 s.
4. Qurbanov A. Azərbaycan onomalogiyası məsələləri / A.Qurbanov. Bakı: API, 1986. 102 s.

FÜZULİ YARADICILIĞININ MÖVZU VƏ İDEYA XÜSUSİYYƏTLƏRİ**THEME AND IDEA FEATURES OF M. FIZULI'S CREATIVITY****Dr. Ülker Bahşıyeva****ADPU-nun Filoloji fakültesinin****Edebiyatın tədrisi texnologiyası****bölmünün baş öyrətım üyesi****ulker.baxsiyeva@mail.ru****ORCID İD 0000-0002-5994-2356****ÖZET**

M.İbrahimovun Azərbaycan klassik ədəbiyyatının korifeyi, qəlb şairi Füzuli haqqında apardığı araşdırmalar onun sənət özəllikləri barədə orijinal fikirlər formalaşdırılmasında mühüm rol oynayır. 1958-ci ildə "Məhəmməd Füzuli" adlı elmi məqaləsi M.İbrahimovun böyük düha hesab etdiyi şairin yaradıcılıq poetikasını araşdırmaq baxımından xarakterikdir.

Anahtar kelimələr: M.İbrahimov, Nəsimi, Füzuli, dəyər, şeir

ABSTRACT

M.Ibrahimov's research on the luminary of Azerbaijani classical literature, the poet of the heart, Fuzuli, plays an important role in forming original ideas about his artistic features. In 1958, his scientific article "Mohammed Fuzuli" is characteristic in terms of examining the creative poetics of the poet whom M.Ibrahimov considers a great genius.

Key words: M. Ibrahimov, Nasimi, Fuzuli, value, poetry

GİRİŞ

M.İbrahimovun Azərbaycan klassik ədəbiyyatının korifeyi, qəlb şairi Füzuli haqqında apardığı araşdırmalar onun sənət özəllikləri barədə orijinal fikirlər formalaşdırılmasında mühüm rol oynayır. 1958-ci ildə "Məhəmməd Füzuli" adlı elmi məqaləsi M.İbrahimovun böyük düha hesab etdiyi şairin yaradıcılıq poetikasını araşdırmaq baxımından xarakterikdir.

Qeyd edək ki, bu məqalənin yazıldığı vaxt Həmid Araslının "Böyük Azərbaycan şairi Füzuli" (Bakı, 1958) istisna olmaqla, Mirzəğa Quluzadənin "Füzuli lirikası" (Bakı, 1965), Mir Cəlalın "Füzuli sənətkarlığı" (Bakı, 1994), Sabir Əliyevin "Füzulinin poetikası" (Bakı, 1986), Gülşən Əliyevanın "Azərbaycan Füzulışünaslığı" (Bakı, 2007) və s. kimi fundamental tədqiqat əsərləri çap edilməmişdi. Ciddi ədəbiyyatşünasların ciddi yaradıcılıq haqqında elmi-tədqiqatlarının azlığına baxmayaraq, M.İbrahimov "Azərbaycanın həyat şairi, mübarizə şairi, gələcək şairi" hesab etdiyi Füzuli yaradıcılığı haqqında kifayət qədər elmi-nəzəri tələblərə cavab verəcək və Füzuli dühasının bədii-estetik keyfiyyətlərini açıqlayacaq məqalə yazdı. Lakin Füzuli sənəti ilə əlaqədar nə qədər yazılsa da, araşdırmalar aparılsa da, şairlik istedadı ilə beş yüz illik zaman çevrəsində Çindən Avropaya qədər (Şərq və Qərb kontekstində) ərəzidə yaşayan xalqları heyrləndirmiş, öz əsirinə çevirmiş dahi Füzuli yaradıcılığı uzun illər müxtəlif ölkələrin elmi-ədəbiyyatşünaslığında tədqiqat mövzusu kimi seçilsə də, bu mövzuya yüzlərlə monoqrafiyalar həsr olunsada, şeirimizin "Allahı" və "günəşi" olan bu qüdrət sahibinin "sənət əsrarı" hələ də açılmamış, hələ də "üzünün niqabı" götürülməmişdir. Bu ona görədir ki, Füzuli Tanrı məqamına yaxınlaşan, Tanrı məqamında yeri olan, Allah "əsrarını" öz şeir dili ilə çatdırmağı bacaran şairdir, "şeir imamıdır".

M.İbrahimov Məhəmməd Füzuli sənətini daha çox insanı Allah eşqinə, Allaha qovuşmağa qanadlandıran ürfani düşüncə sistemi kimi qiymətləndirir. M.İbrahimov belə hesab edir ki, bu sənət ilahi eşq dəryasında təlatümlü

dalğalar qoynunda insanı “rahatsız” edir, insan öz rahatlığını yalnız eşq bədəsi içdikdən sonra tapır. Elə buna görə də şair öz qəhrəmanı üçün yeganə yol olaraq məhəbbət yolunu seçir. Təsadüfi deyildir ki, Füzuli “vücudi-mütləq” və ya “vücudi-küllü” öz “yarı-mehribanı” kimi bu yolun sonunda parlaq işıq hesab edir, “ilahi zövqünü” məhz bununla bağlayır.

M.İbrahimov Füzuli eşqindən danışarkən düzgün olaraq qeyd edir ki, Füzulinin lirik qəhrəmanı əsl “sadiqi-eşq” sahibi kimi hicranı vüsaldan üstün tutur. Bu təbiidir. Çünki vüsəlin ömrü qısa, hicranın ömrü isə intəhasızdır. Hicran təlatüm nəticəsində “dibi üzə çıxan dəryadır”. Hicran əzablı olsa da, “şirindir”, “dərd məlhəmidir”. Bu mənada Füzuli “qəmdən şam tək yanmağı” özünün “vəhdəti vücud zövqünün” mayası hesab edir, öz halını “səbadan” yox, “şəbi-hicran mənimlə yar olandan” sormağı istəyir. Çünki “şəbi-hicran” şair idealının təmsilçisidir, o, “həqiqi eşqin” sadiq “dostu və yol göstərənidir”. Bu hal bilavasitə Füzulinin sufi, ürfani görüşlərindən irəli gələn düşüncə və mühakimələrin nəticəsi kimi qəbul olunur. Ona görə də Füzulidə fani dünyada maddi (konkret) qovuşma yoxdur, daha çox aşiqin (Məcnun) xəyal, düşüncə, tamaşa və seyr etmə istəyi güclüdür.

M.İbrahimov Füzuli təsəvvüfünü onun yaradıcılığı üçün düşüncə sistemi hesab edir. Şairin insan gözəlliklərini əks etdirən estetik duyğularını müəyyən mənada təsəvvüflə bağlayır. Yəni M.İbrahimov Füzulinin bütə (gözələ) sitayişini ibadətin tərkib hissəsi kimi qəbul edir. İlahi gözəlliyin təcəllə tapdığı insan qarşısında şairin düşüncələrini namaz əhlinin düşüncə sistemi ilə tam uyğunlaşdırır.

M.İbrahimov Füzuli eşqinin ilahi məqamları ilə yanaşı, onun real, həqiqi məqamlarına da münasibət bildirir: “Füzulinin tərənnüm etdiyi eşq insanı yüksəldən, insan təbiətinin nəcib və müqəddəs meyllərini ifadə edən fəlsəfi, mənalı, təmiz bir eşqdır. Füzuli bu eşqi çox mənalandırır, təmizlik, sədaqət və paklığın rəmzi olaraq romantik şair xəyalının göylərinə qaldırır”(11, 385).

M.İbrahimov dahi şairin yaradıcılığının ictimai mahiyyətini də tədqiqat obyektini kimi seçilmiş bu yaradıcılığın ictimai qatında yerləşən mənalı dəyərləndirməyə çalışmışdır. Həqiqətən də, Füzulidə bir eşq yangısı ilə bərabər bir ictimai yangı da mövcuddur. M.İbrahimov Füzuli sənətinin ictimai mahiyyətini düzgün müəyyənləşdirsə də, yaşadığı ideologiyanın tələbləri daxilində bu mahiyyətin ideoloji aspektini bir qədər artırmaq məcburiyyətində qalmışdır. Ona görə də M.İbrahimov bəzi məqamlarında təhlilləri inqilab, hakimiyyət, zəhmətkeş kütlə, zülm və istismara etiraz, qarşı-qarşıya gələn xalq və hakimiyyət, respublika, demokratik hakimiyyət və s. ifadələr daxilində aparır, bir növ Füzuli üçün xarakterik olmayan sosioloji düşüncə ilə pərdələyir. Amma qeyd etmək lazımdır ki, M.İbrahimovun bu cür təhlilləri onun ictimai səciyyə daşıyan bütün yaradıcılığını əhatə etmir. Füzuli təhlil prosesində bir çox hallarda əsl ictimai mahiyyət müstəvisində təqdim edilir. M.İbrahimov Füzulinin humanizm, xalqsevərlik, insana qayğı, qanuna hörmət, zülm və ədalət, ınsaf, mərhəmət və s. kimi fikirlərini ictimai problem səviyyəsində təhlilə cəlb edir. O, haqlı olaraq Füzuli yaradıcılığındakı ictimai mahiyyəti insanın cəmiyyətdə rolu, həyata baxışı, amalı, əməli fəaliyyəti və s. ilə bağlı düşüncələrində axtarır.

M.İbrahimov Füzulini təkcə şair deyil, zəmanəsinin böyük alimi hesab edir. Bu mənada Füzuli yaradıcılığını dəryaya bənzədən akademik belə bir qənaətə gəlir ki, “onlarca alim həyatını onun əsərlərinin poetik, elmi, siyasi, fəlsəfi, estetik xüsusiyyətlərini öyrənməyə həsr etsə, yenə də Füzuli irsini on ilə, iyirmi ilə öyrənilib qurtara bilməz” (7, 416).

Fikrimizcə, M.İbrahimov da Füzuli sənətini müxtəlif aspektdən təhlil etsə də, onun araşdırmaları bu sənətin – dəryanın bəzi təfərrüatlarından fraqmentlər səciyyəsinədir. Eyni zamanda alimin mülahizə və təhlillərində mübahisə doğura biləcək müəyyən məqamlar da vardır. Belə ki, buradakı fikirlərdə publisistik bir çalar hakimdir. Təhlillər daha çox sosioloji xarakter daşıyır. Azərbaycan şairinin hakimləri, sultanları, feodalları tənqidi qabardılır və şişirdilir. Doğrudan da, Füzuli işğalçı, ədalətsiz, qaniçən sultanları, hakimləri, ixtiyar sahiblərini tənqid edir. Lakin unutmamaq olmur ki, onun çoxlu sayda mədhiyyələri də vardır. Həmin mədhiyyələrdə o, konkret hökmdarları, vəzifə sahiblərini tənqidi poeziya dili ilə vəsf edir, onların şənində dəbdəbəli epitetlər işlədir. Ona görə də

sənətkarın hakim sinfə münasibətinə birtərəfli yanaşmaq olmaz. Bu məsələdə onun mövqeyi ikili səciyyə daşıyır. Bir tərəfdən zülmü, ədalətsizliyi tənqid edir, vəzifə sahiblərini insafa, insanlığa çağırır. O birisi tərəfdən də konkret ünvanlara mədhiyyələr yazır, onların şəxsiyyətini tərənnüm edir.

M.İbrahimovun M.Füzuli kədərinə münasibət və onun şərhində də birtərəfli mövqe tutduğunu görürük. Belə ki, tədqiqatçı bu kədərin səbəbini, əsasən, zamanədə, ictimai mühitdə, cəmiyyətdəki sosial ədalətsizlik və faciələrdə axtarır. Belə bir mülahizə nə qədər doğru olsa da, məhduddur, birtərəflidir. Çünki bəşəri mahiyyət daşıyan Füzuli kədərinin onun şəxsi təbiəti, fitrəti, həmçinin təsəvvüflə, “vəhdəti-vücut” fəlsəfəsi ilə bağlı tərəfləri, qlobal fəlsəfi mahiyyəti də vardır. Bütün bunlar birləşərək şairin kədərini yüksək bəşəri səviyyəyə qaldırmış, insanlığın ümumi dərdinə çevirmişdir. Bu cəhəti ustalıqla sezən F.Köçərli həssas bir ədəbiyyatşünas fəhmi ilə yazırdı: “Füzuli, demək olur ki, möhnət yükünün bərkeşi olub aləmi-insaniyyətdə tamami qəmzadələrin və möhnətkeşlərin yüklərini götürmək və məzlumların halına yanmaq üçün xəlv olunmuşdur. Füzulinin ahü nalələri qarelərə dəxi sirayət edib, onları da özü ilə atəşi-hüzn və ələmə yandırır. Amma bu yanmaqda bir feyz və səadət və ülviyyət vardır ki, o atəşə yanan istər ki, bir də yansın. Bu cansuzluq pərvanənin şam başına dolanıb yanmağına bənzəyir”(2, 97-98).

Alim Füzuli yaradıcılığındakı ürfani ideya və məzmununda söhbət açarkən onu şairin dini-fəlsəfi baxışları üçün ardıcıl və bütöv bir sistem kimi qəbul etmir. Doğrudur, sənətkarın irsində təsəvvüf ideyalarının mövcud olduğunu qəbul edir, hətta bu məsələdən bir qədər də söhbət açır. Lakin həmin ideyanı şairin yaradıcılığı üçün ardıcıl və aparıcı xətt kimi şərh etmir. Onu sənətkarın bədii irsində müəyyən saçmalar, parıldayıb sönən qığılcımlar kimi qəbul edir. Hətta sənətkarın Azərbaycan türkcəsində qələmə aldığı divanın ilk şeiri olan “Qəd ənərəl...” qəzəlini də dünyəvi motivli qəzəl kimi təhlil edir. Halbuki yeddi beytlik həmin qəzəl bütünlüklə ürfani-fəlsəfi ideya və məzmunla süslənmişdir.

M. İbrahimovun “bir çox başqa dinlər kimi islamiyyət də dərvişanə həyatı, asketliyi təbliğ edərək” tərki dünyalıq fəlsəfəsi yaydığı fikri ilə də razılaşmaq olmaz(7, 382). Əvvəllən, asketizm sufi dərvişlərinə xristianlıqdan gəlmişdir. İkincisi, islam insanı axirət həyatı üçün yaşamağa çağırırsa da, tərki dünyalıq, həyatdan əl üzmək ideyası təbliğ etmir. Quran belə bir ideyanı təbliğ etməkdən uzaqdır.

KAYNAKLAR

1. İbrahimov M. Əsərləri, 10 cildə, I cild, Bakı: Yazıçı, 1978, 512 s.
2. İbrahimov M. Əsərləri, 10 cildə, II cild, Bakı: Yazıçı, 1978, 504 s.
3. İbrahimov M. Əsərləri, 10 cildə, III cild, Bakı: Yazıçı, 1979, 592 s.
4. İbrahimov M. Əsərləri, 10 cildə, IV cild, Bakı: Yazıçı, 1979, 596 s.
5. İbrahimov M. Əsərləri, 10 cildə, V cild, Bakı: Yazıçı, 1980, 339 s.
6. İbrahimov M. Əsərləri, 10 cildə, VI cild, Bakı: Yazıçı, 1981, 376 s.
7. İbrahimov M. Əsərləri, 10 cildə, VII cild, Bakı: Yazıçı, 1981, 332 s.
8. İbrahimov M. Əsərləri, 10 cildə, VIII cild, Bakı: Yazıçı, 1981, 303 s.
9. İbrahimov M. Əsərləri, 10 cildə, IX cild, Bakı: Yazıçı, 1982, 664 s.
10. İbrahimov M. Əsərləri, 10 cildə, X cild, Bakı: Yazıçı, 1983, 507 s.
11. İbrahimov M. Niyəsiz, necəsiz bir yazısan sən. Bakı: Yazıçı, 1985, 552 s.
12. İbrahimov M. Xəlqilik və realizm cəbhəsindən. Bakı: Azərnəşr, 1961, 524 s.
13. İbrahimov M. Ana dili – hikmət xəzinəsi. Bakı: Azərbaycan Dövlət Nəşriyyatı, 1991, 136 s.

İSMAYIL QASPIRALININ HƏYATI VƏ QƏZETÇİLİK FƏALİYYƏTİ LIFE AND JOURNALISTIC ACTIVITY OF ISMAYIL GASPIRALI

Prof. Dr. Elman Guliyev

Azərbaycan, Bakü

Azərbaycan Dövlət Pedagoji Universiteti

Türkoloji merkezin Türk edebiyatı bölümünün başkanı

Orcid: 0000-0001-5413-9479

elman.guliyev1958@gmail.com

Özet

Böyük ideyalar carçısı İ.Qaspiralı mütərəqqi fikirlərin həyata keçməsində, heç şübhəsiz, bədii ədəbiyyat və publisistikanı daha əhəmiyyətli hesab edirdi. İ.Qaspiralıya görə hər bir millət millət kimi tanımaqda din və ədəbiyyatın rolu əvəzolunmazdır. Bu mənada İ.Qaspiralının ədəbiyyatsız xalqları “vəhşi tayfa” adlandırması təsadüf görünür. İsmayıl Qaspiralı türk dünyasının böyük şəxsiyyəti, ideoloqu ol- maqla yanaşı, ilk növbədə nasir və publisist kimi məşhurdur. Onun ya- radıcılığında roman və hekayələri mühüm yer tutur.

Anahtar kelimələr: İ.Qaspiralı, qəzet, milli ,ədəbiyyat

Summary

The herald of great ideas, I. Gaspirali, undoubtedly considered fiction and journalism more important in the realization of progressive ideas. According to I. Gaspirali, the role of religion and literature is indispensable in promoting each nation as a nation. In this sense, it is no coincidence that I. Gaspirali called the people without literature "wild tribe". In addition to being a great personality and ideologist of the Turkic world, Ismayil Gaspirali is primarily famous as a writer and publicist. His novels and stories play an important role in his creativity.

Key words: I. Gaspirali, newspaper, national, literature

GİRİŞ

XIX əsrin sonu, XX əsrin əvvəllərində kırım-tatar ədəbiyyatının görkəmli nümayəndəsi, Rusiya müsəlmanlarının lideri, türk millətinin atası və müəllimi, xalq ma- arifi islahatçısı, “üsuli-cədid” hərəkatının və tatar mətbuatının banisi kimi şöhrət tapmış, “bütün türkçülük hərəkatının mərkəzi siması” (Yusif Ak-çura) hesab edilən İsmayıl Qaspiralı 1851-ci ildə Baxçasaray yaxınlığında yerləşən Ovçu kəndində (Ovçuköydə) anadan olmuşdur. O, Qafqazın baş valisi knyaz Vorontsovun tərcüməçisi olan atası Mustafa ağanın doğulduğu Qaspiralı kəndinin adını özünə ləqəb götürmüşdür. Sevastopol müharibəsi ilə əlaqədar Mustafa ağanın ailəsi 1854-cü ildə Baxçasaraya köçür və İsmayıl Qaspiralı 7 il burada yaşayır. O, ilk tərbiyəni düşüncəsi xalq ruhunda köklənmiş Həbibə adlı sadə bir xanımdan almışdır. Hacı İsmayıl əfəndi isə onun ilk ibtidai təhsil müəllimi olmuş, gənc İsmayıl əlifba və oxumağı bu şəxsin sayəsində öyrənmişdir. İsmayıl Qaspiralı 1861-ci ildə Ağməscid gimnaziyasına daxil olur və orada 2 il təhsil alır. Daha sonra o, rus ordusunda zabit olmaq arzusu ilə təhsilini Voronej və Moskva hərbi məktəblərində davam etdirir. Moskva mühiti onun milli türk düşüncəsinin formalaşmasında mühüm rol oynamışdır. Bu dövrdə “slavyançılığın və rusçuluğun mərkəzi olan” Moskvada, xüsusilə yaxından əlaqədə olduğu “Moskovski vedemosti” qəzetinin redaktoru İvan Katkovun ailəsində, o cümlədən təhsil aldığı hərbi məktəbdə türklərə olan düşmənçilik təb- liğatının şahidi olur, bütün bunlar onda təəssübkeşliyi artırır, ruhunda türkçülük ideyalarının oyanmasına təkan verir. Moskva hərbi məktəbin- də oxuyarkən əslən kırımlı olan, lakin Litvada yaşayan Mustafa Mirzə ilə birlikdə Kritdə türklərə qarşı qiyama qalxmış qüvvələrlə mübarizə aparmaq məqsədi ilə gizli olaraq İstanbula keçmək arzusu pasportunun olmaması səbəbindən baş tutmur.

YÖNTEM

İsmayıl bəy Qaspiralı Türkiyəyə gedə bilməyə də bir daha Moskvaya qayıtmır, 1868-ci ildən başlayaraq Baxçasarayın “Zəncirli” mədrəsəsində rus dili müəllimi işləyir. O, 1869-cu ildə daha yüksək maaşla Yaltanın Dərəkənd məktəbinə müəllim təyin edilsə də, burada iki il işlədikdən sonra, 1871-ci ildə yenidən Baxçasara-ya qayıdaraq “Zəncirli” məktəbində rus dili müəllimi kimi fəaliyyəti-ni davam etdirir. Lakin İ.Qaspiralının məktəbdə tələbələri türk dilində danışmağa həvəsləndirməsi, yeni üsullu tədrisi tətbiq etməsi birmənalı qarşılanmır, müəyyən tənqid və hədəzlərlə üzləşir. Buna görə də İ.Qas- piralı Türkiyəyə gedərək orada zabıt olmaq qərarına gəlir. Lakin onun hərbi məktəbi tamamlamaması bu istəyi reallaşdırmağa imkan vermir. O, hərbi təhsilini tamamlamaq məqsədilə 1872-ci ildə Parisə gedir. Parisdə fransız dilini mükəmməl öyrənən İ.Qaspiralı qərb mədəniyyəti ilə yaxından tanış olmaq imkanı qazanır. O, Parisdə əslən tatar olan görkəmli rus ədibi Turgenevlə tanış olur. Bu tanışlıq dostluğa çevrilir, Turgenevin şəxsi mirzəsi kimi əsərlərinin üzünü köçürür və çapa təqdim edir. 1874-cü ildə türk zabiti olmaq arzusu ilə Parisdən İstanbula gələn İ.Qaspiralının ümidləri boşa çıxır. Türk ordusunda zabıt olmaq məqsədilə təxminən bir il müddətində ayrı-ayrı şəxs və təşkilatlara müraciətinə əhəmiyyət verilmədiyini gördükdən sonra o, 1875-ci ildə doğma vətəni Krıma qayıdır. 1875-78-ci illər arasında heç bir rəsmi təş- kilatda işləmir. O, 1878-ci ildə Baxçasaray şəhər bələdiyyəsinin sədri seçilir və 1882-ci ilə qədər bu vəzifədə çalışır. Bu müddətdə bələdiyyə sədri kimi onun məktəb və xəstəxanalar açmaq, küçələri təmir etmək, mədəni sosial layihələr həyata keçirmək təklifləri çox böyük maneələr-lə üzləşir. O, eyni zamanda 1879-cu ildə qəzet çıxarmaq məqsədilə hö-kumətə ərizə ilə müraciət edir. Lakin çar hökuməti bu müraciəti rədd edir. İ.Qaspiralı 1882-ci ildə Kazanın məşhur Akçuralar nəslindən olan İsfəndiyar bəyin qızı Zöhrə xanımla Baxçasarayda tanış olur. Onu da qeyd edək ki, Yusif Akçura Zöhrə xanımın qardaşı Həsən bəyin oğlu idi. Zöhrə xanım əmisi İbrahim bəylə Krıma müalicəyə gəlsə də, İ.Qaspiralının onunla evlənmək təklifini qəbul edir. İ.Qaspiralı 1882-ci ilin sonlarında Zöhrə xanımla evlənmək niyyəti ilə Simbirski vilayətinə gedir. Zöhrə xanımın atası İsfəndiyar bəy varlı zavod sahibi, zəngin əsil- zadə olduğu üçün qızını şəhər bələdiyyə sədrinə verməyi özünə əksiklik bilir və İ.Qaspiralını evdən qovur. Lakin İ.Qaspiralı Zöhrə xanımı qaçı-raraq onunla kəbin kəsdirir. Bundan sonra Zöhrə xanımın atası çarəsiz qalır Simbirskidə onlara toy edir və Baxçasaraya yola salır. Rusiyada Krımın II Yekaterina tərəfindən işğal edilməsinin (1783) 100 illik bay-ram tədbirlərinin keçirildiyi 1883-cü ildə İ.Qaspiralıya “Tərcüman” qə-zetini nəşr etməyə icazə verilir. Lakin qəzeti çap etmək üçün maliyyə vəsaiti olmadığından İ.Qaspiralı bu mətbu orqanının ilk nömrəsini çoxəziyyətlə çap etməyə müvəffəq oldu. Krım əsilzadələrindən birinin qızı olan anası Fatimə xanımın, həyat yoldaşı Zöhrə xanımın qiymətli əşyalarını satmaqla əldə etdiyi vəsaitin, Kazan və Nijni-Novqoroda gedərək şəxsən özünün topladığı pulların hesabına 10 aprel 1883-cü il tarixində “Tərcüman” qəzetinin ilk sayı işıq üzünə görünür. Beləliklə, XIX əsrin sonu, XX əsrin əvvəllərində Rusiyada yaşayan 14 milyonluq türk-müsəlman xalqlarına, geniş mənada türk-islam dünyasına 35 il müddətində xidmət göstərən “Tərcüman” qəzetinin əsası qoyulur. Qəzet 1883-1903-cü illərdə həftədə bir dəfə, 1903—1912-ci illərdə həftədə 2 və ya 3 dəfə, 1912-1918-ci illər arasında isə gündəlik nəşr olunur. “Tərcüman” qəzeti 32 il İsmayıl Qaspiralının baş redaktorluğu ilə çap olunmuşdur. İsmayıl Qaspiralının ölümündən sonra (1914) “Tərcüman”-ın sonrakı 4 illik fəaliyyəti dövründə qəzetə Həsən Səbri bəy Ayvazov redaktorluq etmişdir. “Tərcüman” təkcə Rusiyada yaşayan türklər arasında deyil, İran, Tür-kiyə, Türkiistan, Çin, Misir və s. Şərq ölkələrində geniş şəkildə yayılır-dı. Onu da qeyd etmək lazımdır ki, qəzetdə türk-islam dünyası ilə bağlı yazılar əsas yer tuturdu, “dildə, fikirdə, işdə birlik” ideyası əsas xətt kimi qorunurdu. Qəzetin bilavasitə irəli sürdüyü ideyaya uyğun olaraq 1884-cü ildə Baxçasarayın Qayıtmazağa məhəlləsində “üsuli-cədid” məktəbi açılır. İsmayıl Qaspiralının yazdığı “Xocayisübyan” dərslisi yeni üsullu məktəbdə əlifba kimi istifadə edilirdi. 1890-cı ildə Firudin bəy Köçərli və Səfərəli bəy Vəlibəyov İ.Qaspiralı ilə görüşmək üçün Baxçasaraya gedir, 10 gün onun qonağı olurlar. 1901-ci ildə İ.Qaspiralı Qafqaz səyahəti zamanı Şəkiddə olur.

BULGULAR

1903-cü ildə İ.Qaspiralı Bakıya gəlir. 1903-cü ildə İ.Qaspiralı ilə “Şərqi-rus” qəzetinin redaktoru M.Şahtaxtılı arasında (əlifba ilə bağlı) ixtilaf baş verir. İş o yerə çatır ki, İ.Qaspiralı M.Şahtaxtılı məhkəməyə verir.

M.Şahtaxtının İ.Qaspiralıya yazdığı məktubdan sonra məhkəməmənaqişəsi başa çatır. 1903-cü ildə Zöhrə xanım vəfat edir. Zöhrə xanım (Rifat, Şəfiqə, Behiyə, Leyla, Daniyal, Nigar, Mənsur, Heydər) 8 övlad dünyaya gətirmiş, qızı Şəfiqə xanım Azərbaycan Demokratik Cümhuriyyətinin tanınmış nümayəndəsi Nəsim bəy Yusifbəyovun həyat yoldaşı olmuşdur. Zöhrə xanımın ölümündən sonra İ.Qaspiralı onun bacısı Xurşid xanımla evlənir. İ.Qaspiralının bilavasitə təşəbbüsü ilə başlanan və qısa zaman fasiləsində Rusiyanın əksər türk bölgələrində geniş yayılan “üsuli-cədid” hərəkatı bu bölgələrdə yeni tipli məktəblərin açılmasında və qərb mədəniyyətinin formalaşmasında əhəmiyyətli dərəcədə rol oynamışdır. “Üsuli-cədid” hərəkatının miqyasını genişləndirmək məqsədi ilə İ.Qaspiralı 1912-ci ildə Hindistana səfər edir. Təxminən iki ay ərzində Bombay şəhərində yeni tipli “Üsuli-səvtiyyə” müsəlman məktəbinin açılmasına nail olur və məktəbin 2 aylıq xərcini “Tərcüman” qəzetinin vəsaiti hesabına ödəyir.

İ.Qaspiralı 1907-ci ilin sentyabr ayında Qahirə toplantısında müsəlmanlar konqresinin keçirilməsi təşəbbüsü ilə çıxış etmişdir. 1906-cı ildə İ.Qaspiralı “dil, fikir, iş birliyinə xidmət naminə” “Millət” qəzetini çap etdirir. Və bu qəzetin fəaliyyəti barədə 27 sentyabr 1906-cı ildə “Tərcüman”da məlumat dərc edilir. Maraqlıdır ki, İ.Qaspiralı bu illərdə digər məcmuələrin də nəşrinə nail olur. Belə ki, 1906-cı ilin mart ayında “Alə-mi-nisvan” (“Xanımlar dünyası”) məcmuəsinin, elə həmin ilin aprel ayın-da isə “Xa-xa-xa” qəzetinin nəşri Qaspiralının mətbuat sahəsində uğurlu fəaliyyətini təsdiqləyirdi. İ.Qaspiralı 1906-cı ildə vahid ədəbi dil yaratmaq məqsədi ilə Ə.Hüseynzadəyə müraciət edir. O, 1908-ci ildə Türkiyə-tan səfəri zamanı Bakıda olur, Xəzər dənizi vasitəsilə Türkiyəyə keçir. İ.Qaspiralı 1911-ci ildə Ə.Hüseynzadə ilə birlikdə İttihad və Tərəqqi Partiyası Baş məclisinə üzv seçilir. 1911-ci ildə Bronx xəstəliyindən əziyyət çəkən İ.Qaspiralı həkimlərin məsləhəti ilə qəzetçilik fəaliyyətini dayandırır oğlu Rifat bəyin nəşirliyi ilə “Zaman” qəzetinin nəşrini planlaşdırır. Lakin “Zaman” qəzetinin nəşri mümkün olmadığına görə o, “Tərcüman” qəzetinin fəaliyyətini bərpa edir. İ.Qaspiralı 1913-cü ildə Moskvaya gedir. 1914-cü ildə İ.Qaspiralı Rusiyada müsəlman fraksiyasını dirçəltmək məqsədi ilə Peterburq səfərinə çıxır. Səfər zamanı onun bərk soyuqlaması xəstəliyinin şiddətlənməsinə səbəb olur. Ölümündən düz iki ay əvvəl oğlanları Rifat və Heydər, qızları Şəfiqə və Nigara, kürəkəni Nəsim bəy və Cəfər Seyidəhməd Krımlıya öləcəyi təqdirdə “Tərcüman” qəzetinin nəşri, özünün harada dəfn olunması, yas mərasiminin hansı şəkildə keçirilməsi barədə vəsiyyət edir. Bütün fəaliyyətini türk millətinin, o cümlədən müsəlman dünyasının taleyüklü problemlərinin həllinə həsr etmiş İsmayıl bəy Qaspiralı 1914-cü il sentyabrın 11-də saat 8:30 dəqiqədə 63 yaşında dünyasını dəyişmişdir. Onun cənəzəsi sentyabrın 12-də Baxçasaraydakı “Zincirli” mədrəsəsinin həyətinə yerləşən Məhəmməd Gərəyxan həzrətləri türbəsinin yanında dəfn edilmişdir. İsmayıl Qaspiralının ölümündən 14 gün sonra “Tərcüman”ın 1914-cü il 25 sentyabr tarixli 195-ci sayında bu barədə belə bir xəbər dərc olunur: “Tərcüman”ın təsisçisi böyük İsmayıl bəy Qaspirinski həzrətləri düşər olduqları xəstəlikdən sentyabrın 11-də saat 8:30-da ruhunu təslim etmişdir. Sentyabrın 12-də cümə günü saat 2-də cənəzə namazı qılınıb dəfn edilmişdir.

SONUÇ

32 yaşından sonra babasını itirmiş “Tərcüman” bütün sevgili oxucularına bəyani təziyə ilə yas və ələmdə iştiraklarından dolayı əzi-təşək-kür eylər”.

İsmayıl Qaspiralının ölüm xəbəri təkcə Krımda deyil, bütün türk dünyasında, o cümlədən Azərbaycanda da kədər hissi ilə qarşılanmış, ölümündən iki gün sonra xatirəsinə həsr olunmuş şeirlər müxtəlif qəzet və jurnallarda davamlı olaraq dərc olunmağa başlamışdır. Əlabbas Müznibin “Qiyətli atamız İsmayıl bəy Qaspirinski vəfatı münasibətilə” (“Bə-sirət” qəzeti, 13 sentyabr, 1914), “Sevgili atamız İsmayıl bəy” (“Dirilik” jurnalı, 16 sentyabr, 1914), Məhəmməd Hədinin “Kəbəyi-müəllayi-ür-fanın qurbanı böyük İsmayıl bəy” (“İqbal” qəzeti, 14 sentyabr, 1914), Əmin Abidin “Dühai-əzimiz İsmayıl bəy Qaspirinski vəfatı münasibətilə” (“İqbal” qəzeti, 17 sentyabr, 1914), Əli Səttarın “Ustad-əzim İsmayıl bəy Qaspirinski ruhu əgəsinə ithaf” (“İqbal” qəzeti, 17 sentyabr, 1914), Əlipaşa Səbur Hüseynzadənin “Ustad-əzəm İsmayıl bəy Qaspirinski ruhuna ithaf” (“İqbal” qəzeti, 18 sentyabr, 1914), Əhməd Cavadın “Qaspirinski üçün” (Gəncə, 22 sentyabr, 1914), Ziya Axundzadə Lənkəranının “İsmayıl bəyin ruhuna” (“İqbal” qəzeti, 26 sentyabr, 1914), Molla Mahmud Çakər Naxçıvanının “Ustad-

erşadımız böyük İsmayıl bəy” (“İqbal” qəzeti, 30 sentyabr, 1914), Hüseyn Cavidin “İsmayıl bəy” (“Məktəb” jurnalı, 21 oktyabr, 1914) şeirlərində İsmayıl bəy Qaspiralının ölümünə təəssüf edilməklə yanaşı, bir millət fədaisi kimi xatırlanır, əməlləri yüksək qiymətləndirilir, adının əbədiyaşar olacağına ümidlər bəslənilir. Məsələn, Məhəmməd Hadi onun ölümündən üç gün sonra “İqbal” qəzetinin 14 sentyabr 1914-cü il tarixli sayında dərc etdiyi “Kəbəyi-müəllayi-ürfanın qurbanı böyük İsmayıl bəy” adlı şeirində İ. Qaspiralının millət yolunda xidmətlərinə yüksək dəyər verir, fikirlərinin milləti parlaq gələcəyə aparacağına inam nümayiş etdirir:

Verdin həyat bizlərə, öldün özün sənin,

Millət göz açdı, gərçi yumuldu gözün sənin.

Həp ruhdur ki, şəkli-soxənində sözün sənin, Topraqlara bürünsə də parlar yüzün sənin.

Sən söndün isə jikirlərin bərqərarıdır,

Tabəndə qəlblər sanaparlaq məzardır...

Xəlf anlasın deyə o tənin bəyanını,

Çox zəhmət ilə xəlf edərək “Tərcüman”ını,

Vəkf eylədin bu qövmə cavanlıq zamanını,

Göstərdin işlə fikri həqiqət fəşanını!

Sən söndün isə jikirlərin bərqərarıdır,

Tabəndə qəlblər sanaparlaq məzardır...

...Hüseyn Cavid “İsmayıl bəy” şeirində (“Məktəb” jurnalı, 21 oktyabr, 1914-cü il) İ. Qaspiralının xidmət və ideyalarının türk millətinin həyatında oynadığı rolu poetik şəkildə belə mənalandırmışdır.

İsmayıl bəy, o bir böyük türk idi,

Bir günəşdi Krım üfüqlərindən,

Parlayıb ətrafı nura qərş etdi.

Yıldızlar yaratdı şəfəqlərindən.

İsmayıl bəy türkyurduna şan verdi,

Öksüz-ölgün millətinə can verdi...

...İsmayıl bəy ölməz, yaşar, həpyaşar, Tarixlərdə, könüllərdə dillərdə.

Böyük ruhu yüksək göylərdən aşar

Böyük adı yad olunur hər yerdə!

İsmayıl bəy türkyurduna şan verdi,

Öksüz-ölgün millətinə can verdi...

KAYNAKLAR

1. Qaspiralı İ. Dildə, fikirdə, işdə birlik. Bakı, 2002.
2. Qaspiralı İ. Seçilmiş əsərləri, I cild, İstanbul, 2003.
3. Qaspiralı İ. Seçilmiş əsərləri, II cild, İstanbul, 2003.
4. Quliyev E. Türk xalqları ədəbiyyatının yaradıcılıq problemləri. Bakı, ADPU, 2010 (həmmüəlliflərlə).
5. Quliyev E. Orta əsrlər türk xalqları ədəbiyyatı. Bakı, 2010.
6. Quliyev E. Şərq xalqları ədəbiyyatı (müntəxəbat). 2 cildə, Bakı, 2011.
7. Quliyev E. Türk xalqları ədəbiyyatı. Bakı, 2011

CULTURAL AWARENESS IN ENGLISH-SPEAKING COUNTRIES**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:** Cultural awareness, multiculturalism, communication.

Cultural awareness is the understanding and respect of different traditions, values, beliefs, and ways of life. In modern society, cultural awareness has become very important because people from different countries and cultures communicate, study, and work together every day. In English-speaking countries such as United States, United Kingdom, Canada, and Australia, cultural diversity is a major part of society. These countries welcome immigrants, international students, and tourists from all over the world, making cultural understanding necessary for peaceful and successful relationships.

One important aspect of cultural awareness is respect for diversity. People in English-speaking countries may have different religions, languages, traditions, and lifestyles. For example, many cities in the United States and Canada are multicultural, where people celebrate holidays and festivals from different cultures. Respecting these differences helps create equality and social harmony. It also teaches people to avoid stereotypes and discrimination.

Another important point is communication. Different cultures have different communication styles and social behaviours. In the United Kingdom, people often use polite and indirect expressions, while Americans may communicate more directly and confidently. Australians are generally known for being friendly and informal in conversations. Understanding these differences can prevent misunderstandings and help people build stronger friendships and professional relationships.

Cultural awareness is also very important in education. International students studying in English-speaking countries need to adapt to new classroom rules, teaching methods, and social expectations. Teachers and students who understand cultural differences can create a more inclusive and supportive learning environment. In addition, businesses in these countries often employ workers from different cultural backgrounds. Companies value employees who can work successfully with international clients and multicultural teams.

Technology and globalization have increased the need for cultural awareness. Through social media, travel, and international business, people interact with different cultures more than ever before. Learning about other cultures not only improves communication skills but also helps people become more open-minded, respectful, and tolerant.

In conclusion, cultural awareness is an essential skill in English-speaking countries. It promotes respect, effective communication, equality, and cooperation among people from different backgrounds. By understanding and appreciating cultural differences, individuals can succeed academically, professionally, and socially in today's global world.

DİLÇİLİKDƏ JARGONİZMLƏR**Qasımova Nigar Azad****Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti, müəllim****Azərbaycan, Bakı****mobil: 0556556561****email: gasimovanigar90@gmail.com****<https://orcid.org/0000-0002-2458-2469>**

Açar sözlər: dilçilik, jarqonizm, jarqon, jarqonizmlərin əsas xüsusiyyətləri, jarqonizmlərin növləri, sosiolinqvistikada jarqonizmlər, sleng, argo, jarqonların funksiyaları

Key words : linguistics, jargonisms, jargon, main charecteristics of jargonisms, types of jargonisms, jargonisms in sociolinguistics, slang, argot, functions of jargonisms

In linguistics, jargonisms are specialized words, expressions, abbreviations, or technical terms used by members of a particular professional, social, or interest group. They function as a form of group-specific communication and are an important subject in sociolinguistics, lexicology, stylistics, and discourse analysis. A jargonism is a lexical unit belonging to the vocabulary of a specific group, profession, occupation, or community. These words are usually understandable only to members of that group. Jargonisms are specialized linguistic units used within a restricted social or professional community for efficient and precise communication.

Jargon refers to the whole system or variety of specialized language. Jargonisms are the individual words or expressions within that system. For example, medical jargon is the language of medicine, but “Stat” (comes from latin word statim which means immediately), “BP” (stands for blood pressure), “ECG” (stands for electrocardiogram) are jargonisms. Main characteristics of jargonisms are group specificity, semantic specialization, economy of language, limited comprehensibility, informality or technicality. Jargonisms are connected to a certain professional or social group. For example, lawyers, doctors, gamers, programmers, students and so on include these groups. Many jargonisms have meanings different from their ordinary meanings. For example, the word bug means an insect, however in computer jargon bug means a software error. Jargonisms shorten communication and make it more efficient. For example, “ASAP” stands for as soon as possible, “CPU” stands for central processing unit. People outside the group may not understand jargonisms. For example, a medical conversation may sound confusing to ordinary patients. Some jargonisms are highly technical, while others are informal. Examples of technical jargonisms are “algorithm”, “syntax”, informal jargonisms are “noob” (in gaming culture this word means new, inexperienced, unskilled at particular game), “pro”(this word is short for “professional” and in gaming culture it is used to refer highly skilled player).

There are different types of jargonisms: 1. Professional jargonisms are used in occupations and sciences. There are medical jargonisms such as diagnosis, stat, trauma etc, legal jargonisms such as litigation, affidavit, defendant etc, business jargonisms such as deadline, stakeholder, startup etc. 2. Social jargonisms are used by social or cultural groups. Examples are teen slang, internet language, gamer vocabulary. 3. Academic jargonisms are used in universities and scientific research. Examples are hypothesis, methodology, discourse, phoneme etc.

In sociolinguistics, jargonisms are studied as markers of social identity, professional belonging, education level, group solidarity. They help members of a group distinguish themselves from outsiders. For example, programmers use coding terminology to create a professional linguistic identity. There is a difference between jargonisms, slang, and argot. Jargonism is a specialized group vocabulary. For example, “CPU” stands for central processing unit which is the part of a computer that controls all the other parts. Slang is an informal fashionable

language, for instance the word “cool”. Argot is a secret language of specific group of people and often used to exclude outsiders.

Jargonisms have various functions in language: 1. Communicative function. They make professional communication faster and more precise. 2. Social function. They strengthen group identity and solidarity. 3. Cognitive function. They express specialized knowledge and concepts. 4. Stylistic function. They create professional tone in speech and writing. Advantages of jargonisms are precision, efficiency, professional identity, faster communication. Nevertheless, jargonisms have some disadvantages. They are difficult for outsiders, may create misunderstanding, can make speech overly complicated. We can analyze examples of jargonisms from different fields. In medicine BP stands for blood pressure, in IT bug means software error, in business KPI stands for performance indicator, in gaming AFK stands for away from keyboard, in linguistics morpheme means smallest meaningful unit.

Jargonisms are widely used in modern digital communication. The internet has created new jargonisms. Famous examples are DM which means direct message, viral means become rapidly popular online, influencer means social media personality, stream has meaning to broadcast online.

Digital jargon spreads quickly through social media and online communities. Jargonisms are an important linguistic phenomenon reflecting professional specialization, social identity, and cultural development. In linguistics, they are studied as part of vocabulary development, social communication, and language variation. Although jargonisms improve communication within groups, they may also create barriers for outsiders. Therefore, understanding jargonisms is essential in studying modern language and society.

Dilçilikdə Jarqonizmlər

Dilçilikdə jarqonizmlər müəyyən peşə, sosial qrup və ya maraq dairəsinə aid insanlar tərəfindən istifadə olunan xüsusi sözlər, ifadələr, qısaltmalar və terminlərdir. Onlar qrupdaxili ünsiyyət vasitəsi kimi çıxış edir və sosiolinqvistika, leksikologiya, üslubiyyat və diskurs təhlilinin mühüm tədqiqat obyektlərindən biridir. Jarqonizm müəyyən sosial, peşə və ya maraq qrupuna məxsus olan leksik vahiddir. Bu söz və ifadələr adətən yalnız həmin qrupun üzvləri tərəfindən tam başa düşülür. Jarqonizmlər müəyyən sosial və ya peşə qrupunun daxilində daha sürətli və dəqiq ünsiyyət yaratmaq məqsədilə istifadə olunan xüsusi dil vahidləridir. Jarqon müəyyən qrupa aid olan xüsusi dil sistemidir. Jarqonizmlər isə həmin sistem daxilində istifadə olunan konkret söz və ifadələrdir. Məsələn, tibbi jarqon tibb sahəsinə aid xüsusi dil sistemidir, “Stat”, “BP”, “EKQ” kimi ifadələr isə jarqonizmlərdir. Jarqonizmlərin əsas xüsusiyyətləri aşağıdakılardır: 1. Qrup Məxsusluğu. Jarqonizmlər müəyyən peşə və ya sosial qrupa bağlı olur. Məsələn, həkimlər, hüquqşünaslar, proqramçılar, tələbələr, oyunçular jarqonizmlərdən istifadə edir. 2. Semantik Xüsusiləşmə. Bir çox jarqonizm adı mənasından fərqli mənə qazanır. Məsələn, bug sözünün ingilis dilində adı mənası: həşərat olsa da, bu söz kompüter jarqonunda proqram xətası mənasını ifadə edir. 3. Dil Qənaəti. Jarqonizmlər ünsiyyəti daha sürətli və rahat edir. Məsələn “ASAP” — mümkün qədər tez, “CPU” mərkəzi prosessoru bildirir. 4. Məhdud Anlaşıqlılıq. Qrupdan kənar insanlar jarqonizmləri başa düşməkdə çətinlik çəkə bilərlər. Məsələn, həkimlərin danışığı xəstələr üçün qarışıq görünə bilər. 5. Texnikilik və ya Qeyri-rəsmilik. Bəzi jarqonizmlər çox texniki, bəziləri isə qeyri-rəsmi xarakter daşıyır. Texniki jarqonizmlərə “algoritm”, “sintaksis” sözlərini, qeyri-rəsmi jarqonizmlərə isə “noob” (oyunçu jarqonu), “pro” sözlərini misal göstərmək olar.

Jarqonizmlərin müxtəlif növləri mövcuddur: 1. Peşə Jarqonizmləri. Müxtəlif peşə və elm sahələrində istifadə olunur. Məsələn, tibbi jarqona diaqnoz, stat, travma, hüquqi jarqona məhkəmə prosesi, affidavit (yazılı andlı ifadə), cavabdeh, biznes jarqonuna deadline (son tarix), stakeholder (maraqlı tərəf), startup kimi sözləri misal göstərmək olar. 2. Sosial Jarqonizmlər. Müxtəlif sosial və mədəni qruplar tərəfindən istifadə olunur. Məsələn, yeniyetmə jarqonunu, internet dilini, oyunçu dilini bura daxil etmək olar. 3. Akademik Jarqonizmlər. Universitet və elmi mühitdə istifadə olunur.

Məsələn, hipotez, metodologiya, diskurs, fonem kimi sözlər akademik jarqonizmlərdir.

Sosiolinqvistikada jarqonizmlər geniş şəkildə araşdırılır. Sosiolinqvistika jarqonizmləri aşağıdakıların göstəricisi kimi öyrənir: sosial kimlik, peşə mənsubiyyəti, təhsil səviyyəsi, qrup həmrəyliyi. Jarqonizmlər qrup üzvlərini başqalarından fərqləndirməyə kömək edir. Məsələn, proqramçıların xüsusi terminologiyadan istifadə etməsi onların peşəkar dil kimliyini formalaşdırır. Jarqonizmlər sleng və arqodan fərqlənir. Jarqonizm müəyyən qrupa aid xüsusi sözlərdir, məsələn “CPU” mərkəzi prosessoru ifadə edir. Sleng gündəlik qeyri-rəsmi dildir, “cool” sözünü nümunə çəkmək olar. Arqo qapalı qrupların gizli dili və cinayətkar kodlarıdır.

Jarqonizmlər dildə bir sıra funksiyaları yerinə yetirir: 1. Kommunikativ Funksiya. Ünsiyyəti daha sürətli və dəqiq edir. 2. Sosial Funksiya. Qrup birliyini və həmrəyliyi gücləndirir. 3. Koqnitiv Funksiya. Xüsusi bilik və anlayışları ifadə edir. 4. Üslubi Funksiya. Nitqə peşəkar üslub verir. Jarqonizmlərin bir sıra üstünlükləri mövcuddur, bunlar dəqiqlik, sürətli ünsiyyət, peşəkar kimlik, dil qənaətidir. Jarqonizmlərin mənfi cəhətləri odur ki, onlar hamı üçün anlaşılqı olmur, anlaşılmazlıq yarada bilər, nitqi həddindən artıq mürəkkəbləşdirə bilər. Jarqonizmlərə müxtəlif sahələrdən nümunələr göstərmək olar. Məsələn, Tibb jarqonunda BP qan təzyiqini, İnformasiya Texnologiyası sahəsində bug proqram xətasını, biznes sahəsində KPI performans göstəricisini, video oyun sahəsində AFK klaviaturadan uzaqda mənasını, dilçilik sahəsində morfem ən kiçik mənalı dil vahidini bildirir.

Müasir rəqəmsal ünsiyyətdə jarqonizmlərdən geniş şəkildə istifadə olunur. İnternet yeni jarqonizmlərin yaranmasına səbəb olmuşdur. Məsələn, DM şəxsi mesaj, viral sürətlə yayılan, influencer sosial media fenomeni, stream onlayn yayım mənasını ifadə edir. Rəqəmsal jarqon sosial media vasitəsilə çox sürətlə yayılır. Jarqonizmlər peşə ixtisaslaşmasını, sosial kimliyi və mədəni inkişafı əks etdirən mühüm dil hadisəsidir. Dilçilikdə onlar lüğət tərkibinin inkişafı, sosial ünsiyyət və dil müxtəlifliyi baxımından öyrənilir. Jarqonizmlər qrup daxilində ünsiyyəti asanlaşdırsa da, qrupdan kənar insanlar üçün anlaşılmazlıq yarada bilər. Buna görə də, müasir dil və cəmiyyətin öyrənilməsində jarqonizmlərin tədqiqi mühüm əhəmiyyət daşıyır.

FONOLİNGVİSTİK SƏS CİNSLƏRİ: SƏS SÖZÜN, NİTQIN İFADƏ RUHUDUR**Doç.Dr. ƏBÜLFƏZ TAHİR ƏZİMLİ**

ORCID: 0009-0001-1327-3425 ezimliebulfez@yahoo.com.tr Google Akademik, Dünya Sülh Səfiri; Nobel Prizə & India- Birliyinin Yönetici üzvü; Qlobal Yazarlar Akademiyası-Hindistan üzvü; Türk Dünyası Vətəndaşlığı və Eytimçilər Birliyi üzvü; TÜRKSOY üzvü; Poetas Intergalácticos-üzvü; Naxçıvan Dövlət Universiteti, Naxçıvan Müəllimlər İnstitutu: BÜTÖV AZERBAIJAN

ÖZƏT

Bədii-poetik simasına görə, Səs – funksiyadır, ruhun funksional ifadə stilidir. Onun funksiyası Nitq psixologiyasının daxili və xarici varlığıdır. Bu funksiyaya görə səs cinsdir-dilin, nitqin psixoloji cinsidir. Burada onu söyləyə bilirik ki, səs lingvistik semantikanın birinci cinsidir. Və Səs cins olmaqla, özü də müxtəlif cinslərdən-növlərdən ibarətdir.

Elmi əsasına görə Səs nizamlı olma təbiətinə malikdir. Bu baxımdan hər səsin öz mənə-məzmun stili vardır.Məsələn: Fonolinqvistika; səs cildləri; Səs dalğaları; səsin ifadə məxrəcləri; Çanakkalədə Aqamem quşlarının səsi və s.

Bu anlamda demək olar ki, səs öz cinslərini-növlərini yaratmışdır. Bu cinsləri aşağıdakı kimi təsnif etmək olar; **zərif səs, akustik səs, eşidilməyən (insan üçün) səs, gurultulu səs, hökümlü səs, həyacanlı səs, təlaşlı səs, avazlı səs, ritmik səs, dalğalı səs, açıq səs, xırıltılı səs, mızıltılı səs; dızılı səs...**

Çanakkalədə Aqamemnon quşlarının səsi. Səs təkcə lirik qoşqu-düzgünlər üçün deyil, nağıl-əhvalat söyləmə üçün də xarakterikdir: səs düzümlü, səs axarı, səs yatımı, dalğa, ləpə, ahəng, ritm, təqt nağılların da canı, ruhu, varlığıdır; səs nitqi hərəkətə gətirir, nağılçının deyil, əhvalatın dinamizmini canlandırır. Bu tərz, üsul, söyləmə nağıl nitqinin poetikasını xarakterizə edir. Xarakterinə və ifadə-hərəkət təqtinə görə Səs nədir?

Səs—nəfəsdür: nitq nəfəsidir: canlılığı, var olmanı bildirir; bu, özündə var olmaıdır.

Səs səs üstündə ucalar.

Səs dalğalı olar; dalğalı olduğuna görə, qulağa gedib çatır.

Səs daş kimi deyil; daşı tullayırsan, yer çəkir özünə; səsi “tullayırsan”, səsdə--səsin özündə (havada) qalır.

Nitqi yaradan amil fonetik axın--səs dalğasıdır.

Səslər müxtəlif səs çalarlarına—çeşidlərə malikdir.

“Qurani-Kərimin” oxunuşunda səs tempinə, ifadə üsuluna görə tələffüzün çoxnövli təqt, səs variantları vardır. Hər səsin aydın məxrəci-mərkəzi, qopma, qayıtma və birləşmə funksiyaları vardır; burada Sözlün tələffüzündə səs aydınlığına xüsusi diqqət verilir. Qiraət bu tələblər üzərində qurulmuşdur. Sözlər düzgün oxunsun—tələffüz edilsin deyər, bütün hərflər səs işrələri əsasında yazıya alınmışdır: burada səsin adı tələffüzü, səs qısalığı, səsin uzanması, səs kəsimi və b. qaydaların məxsusi işrələri vardır.

AÇAR SÖZLƏR: Fonolinqvistika; Səs cildləri; Səs dalğaları; Səsin ifadə məxrəcləri” Çanakkalədə Aqamemnon quşlarının səsi

PHONOLINGUISTIC SOUND GENRES: SOUND IS THE EXPRESSIVE SOUL OF WORD, SPEECH**ABSTRACT**

According to its artistic-poetic face, Sound is a function, a functional expression style of the soul. Its function is the internal and external existence of Speech psychology. According to this function, sound is a genus - the psychological genus of language, speech. Here we can say that sound is the first genus of linguistic semantics. And Sound, being a genus, itself consists of various genera-types.

According to its scientific basis, Sound has the nature of being orderly. In this regard, each sound has its own style of meaning-content. For example: Phonolinguistics; sound volumes; Sound waves; expressive bases of sound; The voice of Agamemnon birds in Çanakkale, etc.

In this sense, it can be said that sound has created its own genera-types. These genera can be classified as follows; gentle sound, acoustic sound, inaudible (for humans) sound, thunderous sound, authoritative sound, exciting sound, hectic sound, loud sound, rhythmic sound, wavy sound, open sound, raspy sound, murmuring sound; tinkling sound...

The sound of Agamemnon birds in Çanakkale. Sound is characteristic not only for lyrical rhymes, but also for fairy tale-telling: sound structure, sound flow, sound bed, wave, core, harmony, rhythm, tone are the soul, spirit, and existence of fairy tales; sound sets speech in motion, animates the dynamism of the story, not the storyteller. This style, method, and utterance characterize the poetics of fairy tale speech. What is Sound according to its character and expressive-motional tone?

Sound is breath: speech is the breath: it expresses vitality, existence; it is existence in itself.

Sound rises above sound.

Sound is wavy; because it is wavy, it reaches the ear.

Sound is not like a stone; if you throw a stone, it draws ground to itself; if you “throw” the sound, it remains in the sound--the sound itself (in the air).

The factor that creates speech is the phonetic flow--the sound wave.

Sounds have different sound shades--varieties.

In the recitation of the “Quran-e-Karim”, there are many types of pronunciation, sound variants, depending on the tempo of the sound, the method of expression. Each sound has a clear denominator-center, break, return and union functions; here, special attention is paid to the clarity of sound in the pronunciation of the Word. Recitation is based on these requirements. In order for the words to be read-pronounced correctly, all letters are written on the basis of sound signs: here, the usual pronunciation of the sound, the shortness of the sound, the lengthening of the sound, the cutting of the sound, etc. rules have specific signs.

KEYWORDS: Phonolinguistics; sound volumes; Sound waves; expressive bases of sound” The sound of Agamemnon birds in Çanakkale

GİRİŞ

Dil Varlıq aləmi ilə birlikdə yaranıb və Varlığı ifadə edir. Varlığın yaranmasınadək də onu yaratmağa vəsilə olan əlamətlərin-cinslərin hamısı-Dilə məxsusdur.

Digər bir təsbitlə desək, Dil ruhi-psixoloji doğuluşdur; onu doğuracaq əlamət və nişanları Allah-Təala insanda cəmləşdirmişdir. Genetik olaraq, insanda maddi, əqli, psixoloji və ruhani- mənəvi baxımdan bütün potensial imkan və keyfiyyətlər vardır. Lakin insan ünsiyyətdə olmadan onda olan həmin əlamət və nişanlar oyanmayacaq, passiv halda qalacaq; necə ki, qızıl bir maddəndə yatıb qalır, Dil-Nitq üçün insana verilmiş həmin potensial imkanlar da yatmış halda olacaq.

Başqa bir halda: İnsanın Dili-Nitqi psixoloji mənəvi, iradi və əxlaqiproceslərlə bağlıdır.

Dil ruhi, əqli, psixoloji akt kimi dünyada ümumbəşəri mahiyyət daşıyır.

Və Dil ictimai bir hadisə kimi bütün sosioloji, mənəvi-əxlaqi münasibət və müamilələrdə ön mühüm ünsiyyət vasitəsidir (Əzimli Ə.T. I cild, səh.10)

DİLİN TƏBİƏTİNDƏ SƏS NÖV FUNKSİYASI VƏ İFADƏ AKTİVLİYİ

Səs-nüvədir, dilin və nitqin ifadə nüvəsi; bu nüvənin içərisində nə qədər nüvələr var: bu nüvələrin hər birində ayrıca bir səs var—bu mənada səslərin hər biri öz nüvəsində olur (Əzimli Ə.T. II c. Səh.9).

Bədii-poetik simasına görə, Səs – funksiyadır, ruhun funksional ifadə stilidir. Onun funksiyası Nitq psixologiyasının daxili və xarici varlığıdır. Bu funksiyaya görə səs cinsdir-dilin, nitqin psixoloji cinsidir. Burada onu söyləyə bilərik ki, səs linqvistik semantikanın birinci cinsidir. Və Səs cins olmaqla, özü də müxtəlif cinslərdən-növlərdən ibarətdir.

Bu anlamda demək olar ki, səs öz cinslərini-növlərini yaratmışdır. Bu cinsləri aşağıdakı kimi təsnif etmək olar; **zərif səs, akustik səs, eşidilməyən (insan üçün) səs, gurultulu səs, hökümlü səs, həyacanlı səs, təlaşlı səs, avazlı səs, ritmik səs, dalğalı səs.**

Bu səs tiplərinin hamısı xalq yaradıcılığı janrlarında vardır. Səs müxtəlifliyi janr müxtəlifliyini təzahür etdirmişdir. Məsələn, Nağıllar ritmik, dalğalı, həyacanlı səslə başlayır: “Biri var idi, biri yox idi....”

Nəğmələr akustik- dalğalı səslə başlayır; məsələn:

Qonşu qızı Püstədi,
Gümüş kəmər istədi.

Səs rəngləri:

qo, qı, n, zı, p, ü, s, t, d ;
gü, m, üş, kə, mə, r, s, t, d

Gümüş kəmər Gilanda,
Filan oğlu filanda.

Səs rəngləri:

G, k, ü, ə, g, a, n, d, a: Gilanda
F, l, a, n, oğ, lu-fi, lan, d, a: filanda

Filanı ətəklədim,
Bal verib pətəklədim.

Səs rəngləri:

Pətək dolu arıymış,
Qanadları sarıymış.

Səs rəngləri:

Qanadlanıb üçdular,
Qap-bacanı açdılar.

Səs rəngləri:

Qap-bacalar qızılı,
Gümüş kəmər düzülü.

Səs rəngləri:

Düzülüdən götürdüm,
Qonşu qıza gətirdim.

Səs rəngləri:

Qonşu qızı Püstədi,
Əmri gözüüm üstədi

(Azərbaycan folkloru. S.38-390).

Səs rəngləri və ifadə özəllikləri nələrdən nizam tapır? Ümumiyyətlə götürsək, bütün hal kateqoriyaların başlanğıcı Səsdir. Bu halda, belə bir obrazlı ifadə ilə səsin təbiətindəki özəlliyin xarakter başlanğıcını ifadə etmiş oluruq: Səs — nəfəsalmadır; bu halda səs elə-nəfəsdır; nəfəs olmasa, insanın səsi hardan gələcək? “Səsin gəlsin”-deyimi “nəfəsin gəlsin” deməkdir, yəni var olasan. Yəni bizi yaddan çıxarmayasan. “Səsin batsın” - yəni nəfəsin kəsilsin, yəni var olmayasan. “Səsimə səs ver” - yəni mənə kömək elə, mənə dayaq dur, yəni məni qüvvətləndir. Çünki səs səsə qoşulanda onu (səsi) gücləndirər. “Səsin çıxmır?”- yəni qorxursan, yaxud haqsız olduğunu etiraf edirsən. “Səs-səsə vermə(k)”, “səsinə başına atma(q)” deyimləri də hay-küylü, çığır-bağırılı olmağı bildirir.

Beyitlərin hər birinin ayrə-ayrılıqda sonuncu üç hecası səsləniş, ritm baxımından bir təqət üstündə qurulub, bu, poeziya ritminin şəkil-forma tərzidir. Bunlar təsadüfi, sözgəlişi qafiyə-bağlantılar deyil, məzmunun içərisindən doğur: Qonşu qızı Püstənin vəsfinə qoşulmuş düzgüdür.

Burada oynaq, aktiv səslər hansılardır? Sözsüz ki, ahəngtutmada, mənəyaratmada, təsvir və təsirdə daha artıq rol oynayan səslər. Bunlar aşağıdakılardır: o, a, ı saitləri; g, q, p, n, d samitləri.

Laylalar avazlı, həzin, ruhu sığallayan səslə ritm tapıb:

Laylay dedim, yat, bala,

Yuxuna şəkər qat, bala,

Ümidim bircə sənsən,

Boya-başa çat, bala.

Aktiv səslər: l, d, b samitləri; a saiti.

Atalar sözləri ağırlıq, təmkin ifadə edir:

At almamış axurun çəkir.

At almamış noxta davası edir.

At var—ot yoxdur, ot var—at yoxdur.

Məscid hazır olmamış kor əsasını dayayır.

Ac toyuq yuxusunda darı görər.

Aktiv səslər: a, o, u saitləri; t, m, r, y samitləri.

Tapmacalar artan-azalan, azalan-artan səs ağırlığı üstündədir:

Qara qatır,

Bədlük satır,

Səs rəngləri: qa, -ra, -tır, -sa, -d, -a.

Gecə gəzir,

Gündüz yatır (Bayquş).

SƏS rəngləri: g, ge, gə, c-z, zir, ün, ünd, düz-üz; ya, tır, tr, a.

Üzü ala.

Yeri tala.

Para-para,

Qəlbi qara (Lələ).

Bu tapmacalarda Səs izləmi mənanı gizlətməyə xidmət edir. Rikmik yayındırma fikrin gizlədilməsində lirik cəlbədicilik yaratmışdır. Bu parçalarda səslər azdır, lakin təsir çoxdur: burada Aktiv səslər: q, t, g, r samitləri və a saitidir.

Dastanlar da səs genişliyinə--səbr, təmkin, həyəcan, həsrət, güc, inam, iradə səslərindən ibarət dialektik takta malikdir.

Səsin cins kateqoriyası üzrə ilkin, ən kiçik hissəsi, cinsi — fonemdir. Kazan universitetinin professoru, dilçi İ.A.Boduenom de Kurtenə görə fonem “dilin səslərinin psixi ekvivalentidir” (Korepçina V.A.Veqenie v əzıka vedenie. İzq. Moskovenoqo Uni versiteta, 1979, str.39).

Bütün bunlar cəm halda linqivistik-fonetik psixologiyanın fəlsəfi əlamətlərindəndir. Bütövlükdə, səs-- ilkin olaraq, linqivistikanın fonoloji sistemini təsbit edən amildir.

Səslər sözlə mənalandır. Oljes Süleymenovun sözlərilə desək, “Elm qəti sübut edib ki, söz zamanın sınağından çıxıb bilmir. Söz inkişaf edir, bəzi səslərini itirir, təzələrini tapır, mənasını dəyişir. Zaman yerində saymır, dil də həmçinin, o daim hərəkətdədir” (O.Süleymenov. Az-Bakı: Azərnəşr, 1983, 303səh, səh.162).

Sözlər dəyişilsə, ilkin olaraq, səs cildlərinə görə dəyişilir: od – odun - oda – oyun – qoyun - soyun-boyun və s.

Bəs səslər necə, öz məxrəcini, cinsini dəyişirmi? Məsələn, o, u, e, ə, i, ö, ü, j, k, g, l, m və s. səslər öz funksiyalarını yerinə yetirməklə tarixi inkişaf, dəyişmə sürəclərində cildlərini soyunurmu? Başqa, yeni cildlər geyirmi? Əlbətdə, burada “səslər dəyişilir” hökmünü verə bilmərik. Səslər-dəyişməzdir. Səslər sıxışdırıla bilər, məsələn, çağdaş Türkiyə türkcəsində ə, x, səsləri kimi. Lakin səs mövcudluğunu həmişə davam etdirir.

Səs təkcə lirik qoşqu-düzgünlər üçün deyil, nağıl-əhvalat söyləmi üçün də xarakterikdir: səs düzümlü, səs axarı, səs yatımı, dalğa, ləpə, ahəng, ritm, təqt nağılların da canı, ruhu, varlığıdır; səs nitqi hərəkətə gətirir, nağılçının deyil, əhvalatın dinamizmini canlandırır. Bu tərz, üsul, söyləmə nağıl nitqinin poetikasını xarakterizə edir. Nağıl nitqində Səs və Söz bir-birini hərəkətə gətirir, sanki dinləyici də əhvalatın, hadisənin hərəkəti içərisində olur. Aşağıdakı parçada bunu aydın şəkildə sezmək olar:

“Bəli, oğlan geyinib-keçinib, qılınç, nizə götürüb, yol tədarükü görüb mindi ata. Ayaq üzəngidə, diz qabırğada, günə bir mənzil, teyyi-mənzil, orda aynan, günnən, burda müxtəsəri dilinən, dərələrdən sel kimi, təpələrdən yel kimi. Bədəyi-sərsər kimi, gəlib çıxdı yeddi yolun ayrıcına, gördü bir qoca abid yorulub, yolun qırağında bir qara daşın üstündə oturub nəfəsini dərir” (“Bənibaş şəhərinin sirri”).

Burada səsə, sözə, nəqlə hərəkət, nizam taktı verən hansı səslərdir? Səslər cinsinə görə iki dalğalıdır.

Birinci səs dalğası üzrə səslər: b, d, i;

İkinci səs dalğası üzrə səslər: a, ə, n, l, r.

Göründüyü kimi, səslər özü özünü hərəkətə gətirir: bu, sözü, mənanı, fikri, əhvalatı hərəkətə gətirmək deməkdir: burada səslər canlı və dramatikdir. Cinsinə görə səslər azdır. Deməli, az səsle hərəkət yaratma bədii ifadə təqtinə görə nağılların ilkin əlamətlərindəndir.

Bu səs axarında səslər də qaçır, sözlər də;

at da qaçır, sərsəri külək də;

dərələr-təpələr də qaçır, çöllər, çaylar, yollar da.

Sanki bir təngənəfəslik yaranıb və bu təngənəfəsliyin özündə sakit, eyni zamanda sürətli, davamlı bir hərəkət poetizmi vardır; bu, nağıllara məxsus olan ruhun ifadəsidir.

Ümumiyyətlə, Türk dili – səsli dildir. Onun səs incəliyi söz, məna, fikir incəliyinə zəmin yaratmışdır.

Məmmədağa Şirəliyev sait səsləri tələffüz, səs çalarları, xalq danışığı nitqinin incəliyindəki variantlar üzrə üç bölgü üzrə təsnif edir(bax: , 23).

Deyiliş yerlərinə, yəni dilin ifadə vəziyyətinə görə saitləri “önsıra” və “arxa sıra deyə iki yerə bölən tədqiqatçı hər səsə görə onun uzunluq silsiləsini də təqdim etmişdir.

önsıra saıtləri xüsusi çalara malikdir: tədqiqatçı “i” səsının dörd uzanma çalarını göstərir: i (i, i, i, i),

“e” səsının isə adi və uzun norması var: e (e);

“ü” önsıra saıti kimi 3 uzun çalarda təqdim edilir: ü (ü, ü, ü);

“ə” səsının də bir adi, üç uzun çaları var: ə (ə, ə, ə), ö (ö);

arxasına saıtləri çoxçalarlıdır; məsələn “a” səsının öz daxilində əlavə 3 çaları var: a (a, a, a);

“ı” səsi ən çox səs çalarına malikdir: ilkin səsindən əlavə onun 5 tip ifadə çaları var: ı (ı, ı, ı, ı, ı);

“o” səsi öz məxrəcindən əlavə 3 çalarlı göstərilir: o (o, o, o);

“ı” səsi kimi, “u” səsının də özündən əlavə 5 ifadə çeşidi var: u (u, u, u, u, u).

Ağız boşluğunun vəziyyətinə görə saıtlər açıq və qapalı olur.

Açıq və qapalı saıtlər üzrə çalarlar:

açıq saıtlər “a”, “ə”, “o” özündən başqa üççalarlı, “ö” səsi isə özü ilə bərabər iki çalarlı kimi təqdim edilir:

a (a, a, a),

ə (ə, ə, ə),

o (o, o, o),

ö (ö);

qapalı saıtlər də M.Şirəliyevin təsnifində uzunsəsli çalarları ilə fərqləndirilir: ı (ı, ı, ı, ı, ı),

i (i, i, i, i, i),

u (u, u, u, u, u),

ü (ü, ü, ü, ü, ü),

e (e).

Məlum olduğu kimi, dodaqların vəziyyətinə görə saıtlər iki növdən ibarətdir: 1) dodaqlanan saıtlər; 2) dodaqlanmayan saıtlər. Hər iki növün özünəməxsus xüsusi uzunluq çalarları vardır; məsələn, dodaqlanan saıtlər üzrə: “u”-nun- özü ilə bərabər 6, “ü”-nün 4, “o”-nun 4, “ö”-nün isə 2 çaları var:

u (u, u, u, u, u, u),

ü (ü, ü, ü, ü),

o (o, o, o, o),

ö (ö);

Dodaqlanmayan saıtlərin də səs çalarları müxtəlifdir:

a (a, a, a): ahaaaa!

ə (ə, ə, ə, ə, ə): bəh-bəəəəh!

ı (ı, ı, ı, ı, ı): dayııııı!

i (i, i, i, i, i): bibiiiii!

e (e): de, sel.

Məmmədağa Şirəliyev bu variantlıqı “dialekt və şivələrimizin vokalizm xüsusiyyətlərindən biri” (, 23) kimi xarakterizə edir.

Eyni səsin-saitin çox incə ifadə-tələffüz çalarları vardır: bu səsin özündə olan, özündən yaranan, özünü nizamlayan çalarlarıdır; çoxçalarlıq səslərin özünəməxsus, normal ifadəsinə aid olan poetika mövcudluğudur: bu mövcudluqda var olan hər şey səsin əsəridir.

Səs—nəfəsdır: nitq nəfəsidir: canlılığı, var olmanı bildirir; bu, özündə var olmadır.

Səs səs üstündə uclar.

Səs dalğalı olar; dalğalı olduğuna görə, qulağa gedib çatır.

Səs daş kimi deyil; daşı tullayırsan, yer çəkir özünə; səsi “tullayərsan”, səsdə--səsin özündə (havadaca) qalır.

Nitqi yaradan amil fonetik axın--səs dalğasıdır.

Səslər müxtəlif səs çalarlarına—çeşidlərə malikdir. Psixoloji, fəaliyyət, vəzifə baxımından səslərin aşağıdakı növləri vardır:

Adi səs— a, ı, o, u, e, ə, i, ö, ü: od, su, saz, ip, gül və s.

Qısa səs—ad, əl, vəl, ört qapını və s.;

Orta səs—dəl_ə, əl_ə, şəl_ə; ad_a, ba_ba, üt_ü və s.;

Uzun səs— A_dil, sa_hil, Fa_riz, ahaa, saat, və s.;

Orta uzun səs— işaarə, süvaari, saahib, nətəərsən?, görmüsəən? və s.;

Tam uzun səs—pahoooo, eheeeey, və s.

Samitlər üzrə: cingiltili səs: od, iz, dələ, gec, gül, güldən və s.;

Kar samit səs: ot, su, çiçək, ox, ah, fal, şal və s.

Bütün hallarda dildəki-nitqdəki incəlik və zərifliklər, yaxın çalarlar, variantlar həmin sait-səsin, həmin samitin-səsin gücündən, səs səviyyəsindən doğan variantlardır. Saitlərdə çoxvariantlıq səslərin uzun, yarımuzun, tam uzun ifadə xüsusiyyətlərindən ibarətdir. Samitlərdə çoxvariantlıq məhduddur Şamitə ikinci çalar təsadüfən gəlir və yazıda ikinci səs də qeyd edilir. Səs çalarları, variantları üzrə ən zəngin potensiala malik olan türk dili doğuluşundan (ilkin erasından) başlayaraq, bütün minilliklərdə zəngin ifadə, səs, söz, ahəng, avaz təqtinə malik olub.

“Qurani-Kərimin” oxunuşunda səs tempinə, ifadə üsuluna görə tələffüzün çoxnövlü təqt, səs variantları vardır. Hər səsin aydın məxrəci-mərkəzi, qopma, qayıtma və birləşmə funksiyaları vardır; burada Sözü tələffüzündə səs aydınlığına xüsusi diqqət verilir. Qiraət bu tələblər üzərində qurulmuşdur. Sözlər düzgün oxunsun—tələffüz edilsin deyər, bütün hərflər səs işarələri əsasında yazıya alınmışdır: burada səsin adi tələffüzü, səs qısalığı, səsin uzanması, səs kəsimi və b. qaydaların məxsusi işarələri vardır.

Adətən, sözlərin sonundakı səslərin qulağa tam çatması üçün ərəb dilində təklikdə tələffüz edilən sözlərin sonuna — “un” hecası (ərəbcə buna “tənvîn-damma” deyilir) əlavə edilir; məsələn: kitab+un, dəftər-un, nu:hur-un(vurğu birinci heca üzərində--gündüzlə, nuhur-un (vurğu-uzatma ikinci heca üzərində--çaylar), bərim-un(vurğu birinci hecadə—narazı), bərim-un 9uzatma-vurğu ikinci hecadə—ip, qaytan) və s.

Ərəb dilində samit səslər də ifadə çalarlarına görə müxtəlif əlamətlər daşıyır. Bu əlamətə görə ki, ərəb dilində bəzi samitlərin iki, üç qrafik işarəsi vardır. Bir xarakterik ifadə tipi bundan ibarətdir ki, bir səs özünün səs çalarlarını doğurub, bunun özündən sonrakı səslərlə əlaqə tipinə görə müxtəlif hərflərlə ifadə edilib; məsələn, “s” samiti üzrə bu hərflər vardır: “sin”, “sad”, “se”.

“z” samiti iki hərflidir: “zal” -- , “ze” --;

“H” samiti də səs çalarına görə iki şəkillidir: “ha” --, “he”-- .

Dilin linqivistik strukturunu, şəkil, forma, məzmun xüsusiyyətlərini, dildəki tarixiliyi, mənşə məxsusluğunu tədqiq etmək üçün səs elementlərinin, səs cildlərinin əlahiddə imkanları vardır.

Türkiyə dilçiləri 70 ildir ki, anadolu dialekt və şivələrinin (Anadolu Ağzının-Ağız) səs, ifadə çeşidlərinə görə öyrənir, təsnif edirlər. Bu baxımdan, Anadolu Ağız araşdırmaları sahəsində Ahmet Caferoğlu(), Zeyneb Korkmaz(), Tuncer Gülensoy(--), Efrasiyap Cemalmaz(), Hüseyin Dallı(), Ahmet Buran(), Munir Erten(), Kemal Edip(), Emin Eren(), Fatma Özkan(), Emin Kalay() kimi dilçilərin türk dil ağızları (şivələri) üzrə təsnif-tədqiqləri çağdaş türk linqivistikası sahəsində xüsusi əhəmiyyət daşıyır. Azərbaycan dilçiliyində yalnız Məmmədağa Şirəliyevin özünün “Azərbaycan dilinin dialektologiyası” kitabında dil şivələri üzrə mükəmməl təsnif-təhlilləri vardır. Təəssüf ki, ondan sonra bu sahədə tədqiqlərə ehtiyac olsa da, buna o qədər də əhəmiyyət verilməmişdir. Halbuki bölgələrdən mətnlər toplayıb xüsusi fonetik, leksik, morfoloji, sintaktik və üslubi müqayisələr aparmaqla dilimizə xas olan daxili və xarici zənginlikləri təhlil-təsnif etmək olar; bu, çağdaş türkologiyada ümumtürk linqivistik poetikasının, nitq sisteminin öyrənilməsi sahəsində nə qədər əhəmiyyətli olardı.

Türk dilinə xas olan hərəkət sözlərin öz mənşəyindən irəli gələn dialektikadır: “Türk sözləri öz quruluşu ilə bir növ qatarı xatırladır. Kök - paravoz həmişə irəlidedir və heç vaxt öz mövqeyini dəyişmir. O, şəkilçilərə təsir göstərə bilir (səs keyfiyyətlərilə), lakin özü heç vaxt şəkilçilərin təsirinə düşmür” (O.Süleymanov Az-Ja, Bakı: Azər nəşr, 1983, səh.172)

Beləliklə, səs və söz dilin psixoloji mənşəyinin tərkibləridir. Nitq, danışq prosesində səs incəliyi ilə söz incəliyi bir-birinə bərabər şəkildə inkişaf edir, təzələnir.

Bu, dilin hər yüzillik üçün məxsusi inkişaf, tərəqqi qanunlarının əsas xüsusiyyətləridir.

Beləliklə, Türk dili köklü dildir: dünya tarixinin bütün zamanlarında inkişaf etmiş, genişlənmiş, yayılmış, onlarla dilin inkişaf etməsində şərait yaratmış, ayrı-ayrı azsaylı və çoxsaylı xalqların dilini mühafizə etmiş, onlara sözlər, ifadələr, tərkiblər, qrammatik qaydalar vermişdir.

Bütün bu psixoloji və təfəkkür gerçəklikləri türk dilinin milli mənşə xüsusiyyətlərindən irəli gəlmişdir.

NƏTİCƏ

Leksik Poetika baxımından, mənanın fikir izləmi də səs-söz tərkiblərinin əsasında yaranır və bu prosesi dil semantikasının əsasını təşkil edən qanunlardan biri hesab edə bilərik. Bütün bunlar hamısı bilavasitə linqivistik Poetika strukturlarının Dildə dialektik mövcudluğunu inikas etdirir: bunlar Dilin psixologiya atributlarıdır. Linqivistik psixologiya atributları isə bütövlükdə fonoloji-fonetik, leksik-semantik nəzəriyyəni, sistematikanı, dil strukturunu təşkil edir.

Dildə-Nitqdə Səslər çoxdur. Səsin yuvası insanın daxilindədir. Dilə gətirilmirsə--daxili, dilə gətirilsə _ xarici səsdir. Hər iki halda , İnsanın daxilindəki səslər də, xarici səslər də danışq səsləridir. Daxildəki səslər eşidilmir, onlar yalnız ağılda, qəlbə hökm sürür. Daxili səslər mənbə səslərdir; dil, nitq də bu səslər vasitəsilə psixologiya aktı kimi zahir olur.

Beləliklə, Səslərin dəyişməsi, bir cildədən başqa cildə düşməsi, yeni cildlər--fonemlər, morfemlər, sözlər, tərkiblər yaratması prosesi, ümumilikdə, dilin linqivistik psixologiyasıdır.

Səslər nəyə uyğun gəlir, nəyə uyğun gəlmir, səslər nədə tamdır, nədə tam deyil, nədə qiyasdır, nədə miqyasdır?

Bütün bunların nəzəriyyə və poetika, praktiki- təcrübi, semantika baxımından izahı linqivistik nəzəriyyə sisteminin struktur qanunudur: burada bütün struktur vahidlər eyni dərəcədə əhəmiyyət daşıyır (Əzimli Ə.T. II c. Səh.98)

ƏDƏBİYYAT

AZƏRBAYCAN FOLKLOR ANTOLOGİYASI. Bakı, 2006.

ƏZİMLİ ƏBÜLFƏZ. Folklor cılası: Poetik hərəkət. Naxçıvan, 2008.

ƏZİMLİ ƏBÜLFƏZ TAHİROĞLU. Linqivistik Nəzəriyyə və Poetika. I Kitab: Dulin- Nitqin tətbiqi nəzəriyyəsi və Poetikası. Naxçıvan, “Əcəmi” nəşriyyatı, 2021.

ƏZİMLİ ƏBÜLFƏZ TAHİROĞLU. Linqivistik Nəzəriyyə və Poetika. II Kitab: Səsin təbiəti və məna Poetikası. Naxçıvan, “Əcəmi” nəşriyyatı, 2021.

İZAHLI DİLŞİLİK LÜĞƏTİ. Bakı. 2006.

BÜTÖV AZƏRBAYCANDA NAXÇIVAN MERİDİAN ÜFÜQLƏRİ: AĞRIDAĞDAN SAVALANA, SAVALANDAN SƏHƏNDƏ UZANAN MEKAN BAĞLILIQ LARI**Doç.Dr. ƏBÜLFƏZ TAHİR ƏZİMLİ**

ORCID: 0009-0001-1327-3425 ezimliebulfez@yahoo.com.tr Google Akademik, Dünya Sülh Səfiri; Nobel Prizə & India- Birliyinin Yönetici üzvü; Qlobal Yazarlar Akademiyası-Hindistan üzvü; Türk Dünyası Vətəndaşlığı və Eytimçilər Birliyi üzvü; TÜRKSOY üzvü; Poetas Intergalácticos-üzvü; Naxçıvan Dövlət Universiteti, Naxçıvan Müəllimlər İnstitutu: BÜTÖV AZERBAIJAN

ÖZƏT

“Bütöv Azərbaycan naxçıvan meridian üfüqləri: Ağıdağdan Savalana, Savalandan Səhəndə uzanan mekan bağlılıqları”-başlıqlı təsbiti ifadələr məxsusi məzmun modellərini ehtiva edir. Bu, genetik məxsusluğuna görə Bütöv Azərbaycanın məkanda mekan, zamanda zaman mənsubluğuna aid tutumlardan bir tutum meridian üfüqlərinin dairəvi və düzxətli əhatə sahələri deməkdir.

NAXÇIVAN- İpək yolunda bir yoldur: genetik mənsubluğundan gələn yoldur.

Naxçıvan bir mekan kimi, Azərbaycan-dır: Oğuz-Əcəm ellərindən bir eldir-məkandır.. Biz-Əcdadlarımız Sumer Türklərinin Öz-ü və davamı və varlığı və varisləriyik.

Tarix Sumerlərdən əvvəl bir tayfa tanımır, yazılarından əvvəl bir yazı tanımır. Əcdadlarımız dünyanın düşüncə modelini icad edib: gördüklərinə forma, məzmun verib, mənə aşılayıb.

Mənsubluğun xüsusi sahələri var:

Mənsubluğun zaman bağlılığı: Zaman baxımından qədim və qədim, mekan baxımından geniş və zəngin bir Əgemenliyə sahib olub. Bu əgəmənliliyə görə, Biz- Ağıri mekanıyıq, məkanda mekanız. Biz-Ağıriyıq, Ağıri da – Biz.

Biz- Nuhdan əvvəl olan və Nuhla davam edən toplumuq:

Nuhla davam edən Nəslin-Soyun varlıq nişanlarıyıq.

Mənsubluğun Dil bağlılığı: Dil baxımdan Öz olma: Biz-ÖZ-ük; yəni Öz bizlə başlayır.

Mekan baxımından Biz, Ümum Oğuz elləri olmaqla, Böyük Oğuz Məkanları mərkəziyik: biz qədim dünyanın yaradılış nişanlarının ilkin məkanlarından bir mekanıq, yurd-yuvayıq; mekan bizdən mekan alıb Kərkükdən Qara Dənizə-Kaçkara, Avropaya, Dərbənddən, Kaçkara qədər BÖYÜK ÖZ-ün, Oğuzun-Türkün Dil varlığını daşıyıq.

Biz- Ağıri mekanıyıq, məkanda mekanız. Biz-Ağıriyıq, Ağıri da – Biz.

Biz- Nuhla davam edən və Nuhdan əvvəl olan toplumuq: Nuhla davam edən Nəslin-Soyun varlıq nişanlarıyıq. Biz- Mifoloji (əqlin və düşüncənin, qəlbin ifadə etdiyi ilkin-gerçək) ifadə başlanğıcıyıq. Mifoloji mənsubluq-- özünü ifadə etmə: özündə başlanğıc olmaqdır. Ümumtürk dünyası mənsubluğu da bu başlanğıcdan gəlir. Və Biz-ümumən, Dünyanın Mifoloji gerçəkliyin başlanğıc, Mifoloji İfadə özülüyüz.

Naxçıvan, bütün Əcəm elləri, Azərbaycan Oğuz Türkcəsi məkanlarıyıq. Və Biz-Azərbaycan Türkcəsi bütövlüyü olmaqla, lap ilkindən Sebilillah Məkanıyıq. Səbilillah- “Allahın Yolu” demək. Allahın yolunda olmamaq--azgınlıqdır.. Naxçıvan-qədim dünyanın Türk yaddaşının mekanıdır. Və Naxçıvan bir mekan deyil, mekanlar mekanı deməkdir.

AÇAR KƏLİMƏLƏR: Naxçıvan:genetik meridian üfüqləri, zaman-dil-mekan-öz bağlılıqları.

MERIDIAN HORIZONS OF NAKHCHIVA IN THE WHOLE OF AZERBAIJAN: SPATIAL CONNECTIONS FROM AGRIDAGH TO SAVALAN, FROM SAVALAN TO SHAN

ABSTRACT

This, due to its genetic specificity, means a reflection of the meridian horizons, one of the attitudes related to the belonging of space and time to the whole of Azerbaijan. Nakhchivan is a path on the Silk Road: it is a path that comes from genetics.

Nakhchivan is Azerbaijan as a place: it is a land-place from the Oghuz-Ajam provinces.

History knows no tribe before the Sumerians, no script before their writing. Our ancestors invented the thought model of the world: they gave form, content and meaning to what they saw. There are different areas of affiliation: Temporality of Belonging: Ancient and ancient in time, vast and rich in space had a Sovereignty.

Linguistic connection of affiliation: Belonging from a linguistic point of view: We-OZ-uk; that is, He begins with us.

In terms of location, we are the center of Great Oguz Places, being the All Oguz lands: we are one of the original places of the ancient world's creation marks, we are a home; the place has taken place from us, from Kirkuk to the Black Sea-Kachkar, Europe, from Derbend, to Kachkar, of the GREAT OZ, of Oguz. -We carry the Turkish language.

We are the place of Ağrı, the place in the place. We are Pain, and Pain is Us.

We are the community that continued with Noah and before Noah: we are the tokens of existence of the Generation that continued with Noah.

We are the beginning of the Mythological (primary-real expression expressed by the mind and thought, the heart Mythological affiliation--self-expression: non-beginning in itself.

Membership of the All-Turk world also came from this beginning. We are the Mythological Expression of the World.

We are Nakhchivan, all Ajam lands, Azerbaijan Oghuz Turkic places. And We-Azerbaijan, being the integrity of the Turkish language, are Sebilillah Place from the very beginning. Sabilillah means "The Way of God". Not being on the path of God is perversion... Nakhchivan is the place of Turkish memory of the ancient world. And Nakhchivan is not a place, but a place of places.

KEYWORDS: Nakhchivan:genetic meridian horizons, time-language-space-own connections

GİRİŞ

“Bütöv Azərbaycanda naxçıvan meridian üföqləri: Ağrıdağdan Savalana, Savalandan

Səhəndə uzanan məkan bağlılıqları”-başlıqlı təsbiti ifadələr məxsusi məzmun modellərini ehtiva edir. Bu, genetik məxsusluğuna görə Bütöv Azərbaycanın məkanda məkan, zamanda zaman mənsubluğuna aid tutumlardan bir tutum meridian üföqlərinin dairəvi və düzxətli əhatə sahələri deməkdir.

NAXÇIVAN- İpək yolunda bir yoldur: genetik mənsubluğundan gələn yoldur.

Naxçıvan bir məkan kimi, Azərbaycan-dır: Oğuz-Əcəm ellərindən bir eldir-məkandır.. Biz-Əcdadlarımız Sümer Türklərinin Öz-ü və davamı və varlığı və varisləriyik.

Tarix Sümerlərdən əvvəl bir tayfa tanımır, yazılarından əvvəl bir yazı tanımır. Əcdadlarımız dünyanın düşüncə modelini icad edib: gördüklərinə forma, məzmun verib, məna aşılıb.

Mənsubluğun xüsusi sahələri var:

Mənsubluğun zaman bağlılığı: Zaman baxımından qədim və qədim, məkan baxımından geniş və zəngin bir Əgemenliyə sahib olub. Bu əgəmənliliyə görə, Biz- Ağrı məkanırıq, məkanda məkanız. Biz-Ağrıyıq, Ağrı da – Biz.

Biz- Nuhdan əvvəl olan və Nuhla davam edən toplumuq:

Nuhla davam edən Nəslin-Soyun varlıq nişanlarıyıq.

Mənsubluğun Dil bağlılığı: Dil baxımdan Öz olma: Biz-ÖZ-ük; yəni Öz bizlə başlayır.

Məkan baxımından Biz, Ümum Oğuz elləri olmaqla, Böyük Oğuz Məkanları mərkəziyik: biz qədim dünyanın yaradılış nişanlarının ilkin məkanlarından bir məkanlıq, yurd-yuvayıq; məkan bizdən məkan alıb Kərkükdən Qara Dənizə-Kaçkara, Avropaya, Dərbənddən, Kaçkara qədər BÖYÜK ÖZ-ün, Oğuzun-Türkün Dil varlığını daşıyıyıq.

Biz- Ağrı məkanırıq, məkanda məkanız. Biz-Ağrıyıq, Ağrı da – Biz.

Biz- Nuhla davam edən və Nuhdan əvvəl olan toplumuq: Nuhla davam edən Nəslin-Soyun varlıq nişanlarıyıq. Biz- Mifoloji (əqlin və düşüncənin, qəlbin ifadə etdiyi ilkin-gerçək) ifadə başlanğıcıyıq. Mifoloji mənsubluq-- özünü ifadə etmə: özündə başlanğıc olmaqdır. Ümumtürk dünyası mənsubluğu da bu başlanğıcdan gəlir. Və Biz-ümumən, Dünyanın Mifoloji gerçəkliyin başlanğıc, Mifoloji İfade özülüyüz.

Naxçıvan, bütün Əcəm elləri, Azərbaycan Oğuz Türkcəsi məkanlarıyıq. Və Biz-Azərbaycan Türkcəsi bütövlüyü olmaqla, lap ilkindən Sebilillah Məkanırıq. Səbilillah- “Allahın Yolu” demək. Allahın yolunda olmamaq--azgınlıqdır.. Naxçıvan-qədim dünyanın Türk yaddaşının məkanıdır. Və Naxçıvan bir məkan deyil, məkanlar məkanı deməkdir.

1. BİZ- YARADILŞIN İLKİNDƏN GƏLƏN TOPLUMUN LAYİQLİ NƏSLİNİN VARİSLƏRİYİK

NAXÇIVAN- İpək yolunda bir yoldur: genetik mənsubluğundan gələn yoldur.

Naxçıvan bir məkan kimi, Azərbaycan-dır: Oğuz-Əcəm ellərindən bir eldir..

Naxçıvan- Oğuz-Əcəm ellərində min-min nişanları, uca-uca səmaları olan bir məkandır. Məkanda məkandır-Naxçıvan. Və Naxçıvan vəhdət Bucağı kimi, əcdadlarımızın qədim kultür və mədəniyyətiindən gələn nişanlar mərkəzidir. Bu mərkəzdən bütün üföqlərə yol gedir; bu- Genetik varlığımızın Sümer-Əcdad üföqləri- səma və yer tutumları nəhayətsiz olan yayılım üföqləridir. Beləki, Türk-Oğuz Yurdlarının qədim nişanları min-min illərin nişanlardır. Azərbaycan-Oğuz/əcəm ellərinə aid olan məkan tutumları da, zaman qədim dünyanın yaddaşından gələn genetik mənsubluğa aiddir. Bu mənsubolma Millət-soy-toplaum olaraq, Bizim Öz-ümüzü ifadə sübutlarından gələn nişanlara bağlıdır.

Məsələn, Biz-Əcdadlarımız Sümer Türklərinin Öz-ü və davamı və varlığı və varisləriyik. Dünyanın yaradılış tarixi haqqında insanın gerçək bilgisi yoxdur. Məsələ bu suala aiddir ki, tarixdən əvvəlki tarixin yaddaş nişanları nələrəndən ibarətdir? Hələ ki, Buna aid olan sübutlar Bizim sümer Əcdadlarımıza mənsubdur. Və bu məlumdur ki, ən qədim yazı-kitab/Gil lövhələr, qayalar, daşlar üzərində olan yazılar vardır; bu yazılar 12-14 min il əvvələ aid yazı-mətn nümunələrdir. 7 min il bundan əvvəlinə aid olan gil lövhələr üzərində əks olunmuş yazılar vardır ki, son yarım əsrdə oxunduqca yeni elmi-tarixi bilgilər aşkar olub Bu yazıların dili, söz-ifadə tərz, üslub, mövzular bugünkü Oğuz-AZərbaycan Türkcəsinə aid nişanlardır. Yəni 7 min il əvvəl sözlər necə idisə, indi də o cür davam edir.

Tarix Sümerlərdən əvvəl bir tayfa tanımır, yazılarından əvvəl bir yazı tanımır. Əcdadlarımız dünyanın düşüncə modelini icad edib: gördüklərinə forma, məzmun verib, mənə aşılalıy

Bu mənsubluq təfəkkürün-gerçəkliyin doğuluş zamanından indiyə və indidən mifoloji başlanğıcadək olan ulus, zaman və məkan mənsubluğudur.

KÜL-TİĞİN (böyük mətn)-də yazıldığı kimi: **“Yuxarıda mavi göy, aşağıda qonur torpaq yarandıqda ikisi arasında insan oğlu yaranmış”**-Biz- o yaranışın ilkin təmsil edən toplumuq. Dünyanın-bəşər idrakının mənzilində bir mənzilik:

(1) Üzə kök tǎpri, asra yağ ız yir kılntukda, ekin ara kisi oğlu kılınmış. Kisi oğlın ta üzə eçüm , apam Bum ın kağan, İstāmi Kağan olurmış. Olurıpan türk bodunun ilin, tör(üs)in tuta birmiş, iti birmiş. (Şükürlü Elşən.Əlisa oğlu.2011, s.78).

İndiki şəkildə deyilişi:

(1) Yuxarıda mavi göy, aşağıda qonur torpaq yarandıqda ikisi arasında insan oğlu yaranmış. İnsan oğlu üzərində (ulu) atam-babam Bumın xan, İstāmi xan hökmdar olmuşlar. Xan olmaqla (onlar) Türk xalqının birliyin, dövlətini qurmuşlar.

Demək ki, Biz- dünyanın qədim adıyıq: bir tayfa, el-ulus, xalq, millət olaraq.

Varlıq nişanına görə qədim insanın yaddaşından gələn yaddaş, yazısından gələn yazısı, nişanından gələn nişanıy; ailəsindən, tayfasından gələn eli, ulusundan gələn ulusuyduq:

bizim əcdadlarımız özünü anlayan, dünyanı anladan Ağıl mərtəbəsində olublar; və əcdadlarımız Öz ilə bağlı nə varsa, hamısına əlamət və nişanlar verib, hər bir əlamətə mənə və məzmunlar aşılalıy, formalar verib, onlara model verib- (onları) modelləşdirib.

2. NAXÇIVAN VƏ NAXÇIVAN: ÖZ OLMANIN GENETİK MƏNSUBLUĞU

Genetik baxımından Naxçıvan-Məkan Mənsubluğunun xüsusi sahələri var: hər şeydən öncə, Bütövlüyə aiddir, İnsanın ilkin yradılışına dair təsəvvür və baxışları və münasibətləri qədimdən qədimdir. Burada o Milli-geneloji-məkan mənsubluğunu bəirləyən sahələr vardır:

Birincisi, Mənsubluğun zaman bəirliliği: Azərbaycan-Oğuz ellərinin İrqi mənsubluğunda Zaman sübutları vardır. Əsas sübut odur ki, **Zaman baxımından** qədim və qədim, məkan baxımından geniş və zəngin bir Əgemenliyə sahib olub.

Zaman baxımından qədim və qədimdir. Hansı zaman vahidləri vardır? Bunları da konkret bəirləmək çətindir.Məsələn, kainatın, yəüzünün, göyüzünün nə vaxt yaranma tarixini insan bilmir? Burada məsələni belə nişanlamaq olar? Birincisi, Zamanın Zaman ölçüləri, zamanları üzrə təsbitmə gərəkdir.

İlkin Zaman və Ruhi mənsubluq: Mifoloji özünüifadənin Zamanı:

“Deyir, Tanrı yeri, göyü yaratmışdı. Yer yerliyində, göy göylüyündə idi. Tanrı isteyir ki, nələrəsə ruh da versin. Ruh olmasa, olmaz axı-nə canını, nə filan. Tanrı istəyir əvvul bunu dağlara versin. Dağlar hər şeydən ucadı axı. Dağlar and-qəsəm eləyir ki, ruh ağırdı, biz saxlayammarıq. Dalar da belə deyir, suar da, ağaclar da. Amma adam buna razı olur. Yəni, deyir, ruhu sxlaya bəlləm. Tanrı da deyir ki, bunu sənə əmanət verirəm, həmişəik vermirəm; lazım gələndə ruhu qaytarassan özümə” (Naxçıvan Folkloru. III cild. Naxçıvan, “Əcəmi” 2012, səh.6).

Demək ki, Tanrı Zaman və yradılış, İnsan və onun Zaman və Məkan, dil və idraki modellərini təzahür etdirib. Və İnsan Özü genetik olaraq, Zaman içində Zaman, Məkan içində Məkan tapıb. Bu mənada, Bizim əcdad tariximizə aid olan və dünyada o yazılardan qədim olmayan gil lövhələr üzrə müəyyənləşdirmələr var.

İkincisi, Mənsubluğun məkan bağlılığıdır. **Məkan baxımından:**

biz qədim dünyanın yradılış nişanlarının ilkin məkanlarından bir məkanlıq, yurd-yuvayıq;

məkan bizdən məkan alıb;

zaman bizdən zaman alıb;

dünyanın varolma, məskən salma və yayılma kulturu bizimlə başlayıb.

Ecdadımız dünyanın düşüncə modelini icad edib:

gördüklərinə forma, məzmun verib, mənə aşılıyıb,

xəyalına, təxəyyül və təsəvvürünə sığan nələr varsa, hamısına nişan verib: səs verib, işarə verib;

işarədən işarələr-rəmlər, işarə, fikir-düşüncə modellərini təsvir edib. Biz dünyanın mifoloji başlanğıcı olaraq, hər başlanğıcda min varlıq nişanlarını görmüşük

tarixin ilkin məskənlərindən bir məskəniyik.

Bu təsbitə görə, Əcdadlarımız Sümer-Türklərin məkan mənsubluğu qədim Orta Asiya- Türküstan məkanlarından—Ural-Altaydan tutmuş, İndiki məkan mənsubluğu nişanlarından danışsaq, Əcdad-Sümer Türkləri Orta Asiya Türkmənistanından, Orta Şərqdən, ta balkanlara, Balkanlardan ta Orta Asiyayadək olan məkanlarının Məkanında mövcud olub. Məkan baxımından geniş və zəngin bir Əgemenliyə sahib olub. Bu əgemenliyə görə, Biz- Ağrı məkanlıyıq, məkanda məkanız. Biz-Ağrıyıq, Ağrı da – Biz.

Biz- Nuhla davam edən və Nuhdan əvvəl olan toplumuq-- Nuhla davam edən Nəslin-Soyun varlıq nişanlarıyıq.

Mənsubluğun Dil bağlılığı: Dil baxımdan Öz olma: Biz-ÖZ-ük; yəni Öz bizlə başlayır.

Məkan baxımından Biz, Ümum Oğuz elləri olmaqla, Böyük Oğuz Məkanları mərkəziyik: biz qədim dünyanın yradılış nişanlarının ilkin məkanlarından bir məkanlıq, yurd-yuvayıq; məkan bizdən məkan alıb Kərkükdən Qara Dənizə-Kaçkara, Avropaya, Dərbənddən, Kaçkara qədər BÖYÜK ÖZ-ün, Oğuzun-Türkün Dil varlığını daşıyıyıq. Məkan baxımından geniş və zəngin bir Əgemenliyə sahib olub.

Biz- Mifoloji (əqlin və düşüncənin, qəlbin ifadə etdiyi ilkin-gerçək ifadə başlanğıcıyıq

Mifoloji mənsubluq--özünü ifadə etmə: özündə başlanğıc olma. Ümumtürk dünyası mənsubluğu da bu başlanğıcdan gəlir. Dünyanın Mifoloji İfadə özülü. Dünyanın Mifoloji İfadə özülü.

Dil baxımdan Öz olma: Biz-ÖZ-ük; yəni Öz bizlə başlayır.

Məkan baxımından Biz, Ümum Oğuz elləri olmaqla, Böyük Oğuz Məkanları mərkəziyik: biz qədim dünyanın yradılış nişanlarının ilkin məkanlarından bir məkanlıq, yurd-yuvayıq; məkan bizdən məkan alıb Kərkükdən Qara Dənizə-Kaçkara, Avropaya, Dərbənddən, Kaçkara qədər BÖYÜK ÖZ-ün, Oğuzun-Türkün Dil varlığını daşıyıyıq.

Dil baxımdan Öz olma: Biz Böyük Oğuz Məkanları mərkəziyik: Kərkükdən Qara Dənizə-Kaçkara, Avropaya, Dərbənddən, Kaçkara qədər BÖYÜK ÖZ-ün, Oğuzun-Türkün Dil varlığını daşıyıyıq.

Biz-ÖZ-ük; yəni Öz bizlə başlayır.

İlkin doğuluşun zaman başlanğıcıyıq.

Məkan və zaman hüdudlarına sığmayan bir ÖZ-ük.

Naxçıvan-tarixin tarixidir.

İlkin doğuluşun zaman başlanğıcıyıq.

Məkan və zaman hüdudlarına sığmayan bir ÖZ-ük.

Biz- Ağrı məkanıyıq, məkanda məkanız. Biz-Ağrıyıq, Ağrı da – Biz.

Dünyamızın Əcdad başlanğıcından gələn minlərlə yazılar- gil lövhələr-kitablar vardır ki, onlar hamısı bəşər övladının dərkini, ağıl və qəlbinin Özünüifadə Kitablarıdır.

Biz- yaradılışa Heyrətdə qalan və Səkkizguşəli Ulduz Modelini icad edən əcdadımızın övladlarıyıq: “İnsan gözünü açdı, gördüklərinə heyran qaldı, heyret etdi. Və Heyrətin Tenqrilik ucalığından Varlıq nişanlarının mə'na və məzmun, düşüncəsinin məhsulu olaraq, insan Səkkizguşəli Ulduz Tutumu icad edildi. Bütün bu varlıq nişanlarının və böyük Aləmin bir Yaradıcısı olduğunu düşündü” (Bax: Əzimli Ə.T.Əsəriləri I cild, 2021, səh 20).

Və... Biz- kimiz? Biz Özümüzdə Öz-üz, Sözümdə Sözü.

Biz-tarixdən qabakkı tarix, tarixin özündə olan tarixiz;

Biz- tarixin davamı olaraq, var olan zamanların sahibi olmuşuq.

Bizim əcdalarımız hər məkanda özünü ifadə edib, varlığını möhkəmlədir.

Öz olma düşüncəsinə malik olub. Bu anlamda, Biz Öz-ük.

Qədim insanın tayfa, el-ulus, el-oba, məskən-mənbə, düşüncə, yaşam meyarları bizimlə başlayıb və davam edib, dərinləşib, genişləni. Biz-əcdadlarımız olan Sümer Türklərinin Öz-ü və davamı və varlığıyıq. Tarix Sümerlərdən əvvəl bir tayfa tanımır, yazılarından əvvəl bir yazı tanımır. Və Biz- kültürün, mədəniyyətin, idrakın və sevginin, Öz olma qüdrətinin qüdrətindən güc alan İlkin Toplumun Məkan və Zaman Varisləriyik.

Dünya Sümer-Əcdad məkanlarımızdan qədim bir yer tanımır, elmindən qədim bir elm tanımır. Sümerlər Öz-lərinə Kəngər demişlər. İndi İran Körfəzi deyilən yer Gəngər Boğazı-dır. Kəngər Boğazından Ağ dənizə, Qara dənizə, Adriatik dənizinə, Qədim Etruskilər məskəni olan indiki İtaliya məkanları, Kipr-Kıbrıs məkanlarından Avropanın yaylım yerlərinin hamısında biz Özlü olmuş İnsana Öz olma düşüncəsi, Əxlaqı, Ədəbi-Elmi aşlamışıq.

Biz- Nuhla davam edən və Nuhdan əvvəl olan toplumuq: Nuhla davam edən Nəslin-Soyun varlıq nişanlarıyıq.

Naxçıvan-tarixin tarixidir.

Biz Naxçıvanıq, Naxçıvan da-Biz.

Bu həm də o deməkdir ki, biz Təbrizik, Təbriz də-Biz.

Biz-Ərdəbilik, Erdəbil də-Biz.

Biz-Həmədanıq, Həmədan da-Biz.

Biz-Dünyanın- Bəşərin ilkin beşiyi olan Urmiyə-yık, Urmiyə də-Biz.

Yaxud: Biz-Kərkük-üZ, Kərkük də-Biz.

Yaxud: BİZ Ərzurumuq, Ərzurum da-Biz.

Yaxud: Biz İrəvanıq, İrəvan da- Biz.

Yaxud: Biz Dərbəndik, Dərbənd də-Biz.

Yaxud: Biz Göyçə-yık, Göyçə də-Biz.

Yaxud: Biz Şuşayıq, Şuşa da-Biz.

Kenger Boğazından Kipr Dəryasınadək Biz-Bizik:

Bizim ruhumuzdur, Dilimiz və yaddaşımız,

Baş yazımızdır.

Bu üzdən DAŞIMIZ AĞIRDIR!

Bəs siz quyuqlar kimlərsiniz?

Biz- Ağrı Dağıyık, Ağrı dağı da-Biz.

Bəs siz yalaqlar kimlərsiniz?

Kenger Boğazından Kipr Dəryasınadək Biz-Bizik: Bizim ruhumuzdur, Dilimiz və yaddaşımız, Baş yazımızdır.

Biz- Mifoloji (əqlin və düşüncənin, qəlbin ifadə etdiyi ilkin-gerçək ifadə başlanğıcıyık

Mifoloji mənsubluq: özünü ifadə etmə: özündə başlanğıc olmaıdır.

Ümumtürk dünyası mənsubluğı da bu başlanğıcdan gəlib. Dünyanın Mifoloji İfadə mənsubluğı- Əqli və Qəlbi gerçəkliklərə görə, milli-genetik mənsubluğuehtiva edən sahələribelə ümumləşdirmək olar:

1) Ruh mənsubluğı;

2) Ağrı Dağı mənsubluğı;

3) Məkan və zaman mənsubluğı;

4) ədəbi mənsubluq;

4) Dil mənsubluğı;

5) Bütövlük: Bütöv Azərbaycan mənsubluğı...

Və beləcə ətraflar yollarla- Söz yolu, İman-ilqar yolu, vəfa yolu, İgüdlük yolu, Ürfan yoludur, Təsəvvüf yoludur. Bütün bu yolların Ümumi bir Yerüzünün Kəhkəçan---İpək yolu ilə yol alıb.

Naxçıvan lap ilkindən Sebilillah Məkanıdır. Səbilillah-“Allahın Yolu”.

Allahın yolunda olmamaq--azğınlıqdır. Naxçıvan bir məkan kimi Azərbaycan-dır. Naxçıvan-qədim dünyanın Türk yaddaşının məkanıdır. Naxçıvan bir məkan deyil, məkanlar məkanı deməkdir. Bütövlüyün meridian üfüqləri aşağıdakı Məkan-Mənzillərdən keçir:

Naxçıvan- Təbrizdir- Urmiyədir- Kərkükdür, Hələbdır, Diyarbəkirdir, Karamandır, Niğdədir, Bitlisdir, Yozqartdır, Kırıkkalədir, Erzincandır, Ərzurumdur, Sivasdır, Bayburtdur, Boludur, Gümüşxanədir, Qarsdır, Ərdəhandır, Çıldır, Borçalıdır, Aran və Dağlıq Qarabağdır, İrəvandır, Göyçədir, Dərbənddir, Qazaq-Qaramandır, Şəkidi, Şirvandır, Bakıdır, Xəzərdir, Astaradır, Rəştdir, Qaradağdır, Zəncandır, Kərəcdir, Sulduzdur, Həmədandır, Ərdəbildir, Sərabdır, Marağadır, Əhərdır, Təbrizdir, Miyanədir, Sührəvərddir, Hidəcdir, Urmiyədir, Səlməsdır, Xoydur, Makudur—Ağrıdır.

Və Biz- Naxçıvanıq, Ağrıdağ məkanıyık. Ağrıdağın Ağırılıq məkanıyık. Ağrıdağın məkanı—Səbilillahda olan Nuh əleyhəsəlem və onun tərəfdarlarının məkanıdır.

NƏTİCƏ: MƏKANDA MƏKAN OLUŞU

Beləcə, Biz - məkanın, Məkan Bizim oluşumuz deməkdir.

Və Biz—Bütövüz, heç vaxt nişanları silinməz Varlıq Kitabında Kitabıq: Milli-İrsi mənsubluğa, Bütövlüyə aid Məkan-Meridian üfüqlərinin səma görüntülərində Şəfəqik. Şəfəq Şəfəq doğurar. Şəfəq—Günəşin gəlişinin-Doğuluşunun müjdəsini gətirər: Bütün Aləmlər O Şəfəqdən Şəfəqlənər—Öz işığında olar—Bütövlük işığında...Azərbaycan- Şəfəq işıqları paylayan Kəhkəşana bənzər: xəbislər o işığı yaxın düşə bilməzlər: çün AZərbaycan şəfəqləri onları kor edər...

Naxçıvan, bütün Əcəm elləri, Azərbaycan Oğuz Türkcəsi məkanlarıyıq. Və Biz-Azərbaycan Türkcəsi bütövlüyü olmaqla, lap ilkindən Sebilillah Məkanıyıq. Səbilillah- “Allahın Yolu” demək. Allahın yolunda olmamaq--azgınlıqdır.. Naxçıvan-qədim dünyanın Türk yaddaşının məkanıdır. Və Naxçıvan bir məkan deyil, məkanlar məkanı deməkdir.

İSTİNAD:

Azərbaycan Folklor Antologiyası: Naxçıvan Folkloru. III cild. Naxçıvan, “Əcəmi” 2012, səh.6)

Əzimli Əbülfəz Təhiroğlu. Linqvistik nəzəriyyə və Poetika” I kitab:Dilin və Nitqin Tətbiqi nəzəriyyəsi və poetikası. Əsərləri 100 cildə, cild-1. Naxçıvan,Əcəmi, 2021. Səh. 20).

Şükürlü Elşən.Əlisa oğlu. Qədim türk yazılı abidələrinin dilində onomastik vahidlər. Bakı: Mütərcim, 2011. - 124 səh.,s.78)

PANDEMİ SONRASI AİLE EĞİTİM STRATEJİLERİ**Natevan Paşayeva****Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti****ORCID: 0009-0001-4269-7681****ÖZET**

Pandemi dönemi eğitim sisteminde ciddi değişikliklere neden olmuş, ailelerin eğitim sürecindeki rolünü daha da artırmıştır. Geleneksel eğitim modelinden dijital ve hibrit eğitim modeline geçiş, veli, öğretmen ve öğrenci ilişkilerinde yeni yaklaşımların oluşmasını gerekli kılmıştır. Pandemi sonrası dönemde aile eğitim stratejileri çocukların akademik, sosyal ve duygusal gelişimini desteklemeye yönelmiştir. Bu stratejiler aile-okul iş birliğinin güçlendirilmesi, dijital becerilerin geliştirilmesi, psikolojik desteğin artırılması ve bireysel öğrenme ortamının oluşturulması gibi alanları kapsamaktadır. Makalede pandemi sonrasında ailelerin eğitim sürecindeki değişen işlevleri ve etkili aile eğitim stratejilerinin önemi incelenmektedir.

COVID-19 pandemisi küresel ölçekte eğitim sistemini etkileyerek geleneksel öğretim sürecinin değişmesine neden olmuştur. Okulların kapanması ve uzaktan eğitime geçilmesi aileleri eğitim sürecinin temel katılımcılarından biri hâline getirmiştir. Veliler yalnızca denetleyici değil, aynı zamanda öğrenme sürecinde destekleyici ve yönlendirici bir rol üstlenmişlerdir. Bu durum aile eğitim stratejilerinin yeniden değerlendirilmesini gerekli kılmıştır.

Pandemi sonrası dönemde aile eğitim stratejileri modern eğitim sisteminin önemli bileşenlerinden biri hâline gelmiştir. Aile-okul iş birliğinin güçlendirilmesi, dijital okuryazarlığın artırılması, psikolojik desteğin sağlanması ve hibrit eğitim modelinin uygulanması çocukların çok yönlü gelişimine olumlu katkı sağlamaktadır. Etkili aile eğitim stratejileri yalnızca akademik başarıları değil, aynı zamanda çocukların sosyal ve duygusal refahını destekleyerek sürdürülebilir ve kaliteli bir eğitim ortamının oluşmasına hizmet etmektedir.

Anahtar kelimeler: pandemi sonrası eğitim, hibrit eğitim, uzaktan eğitim, psikolojik destek, aile-okul iş birliği, çocuğun gelişimi, eğitim stratejileri.

POST-PANDEMIC FAMILY EDUCATION STRATEGIES

ABSTRACT

The pandemic period caused significant changes in the education system and further increased the role of families in the educational process. The transition from the traditional education model to digital and hybrid education models made it necessary to develop new approaches in the relationships between parents, teachers, and students. In the post-pandemic period, family education strategies have focused on supporting children's academic, social, and emotional development. These strategies include strengthening family-school cooperation, improving digital skills, increasing psychological support, and creating individualized learning environments. This article examines the changing functions of families in the educational process after the pandemic and the importance of effective family education strategies.

The COVID-19 pandemic affected the education system on a global scale, leading to changes in the traditional teaching process. The closure of schools and the transition to distance education turned families into one of the main participants in the educational process. Parents played not only a supervisory role but also a supportive and guiding role in the learning process. This situation made it necessary to reconsider family education strategies.

In the post-pandemic period, family education strategies have become one of the essential components of the modern education system. Strengthening family-school cooperation, increasing digital literacy, providing psychological support, and implementing hybrid education models positively contribute to children's overall development. Effective family education strategies support not only academic achievement but also the social and emotional well-being of children, contributing to the formation of a sustainable and high-quality educational environment.

Keywords: post-pandemic education, hybrid education, distance education, psychological support, family-school cooperation, child development, educational strategies.

DİLDƏ FUNKSIONAL QRAMMATİKANIN ROLU**Svetlana MƏMMƏDOVA**

**Üzeyir Hacıbəyli küç.68, Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti, Xarici Dillər Mərkəzinin dosenti,
filologiya üzrə fəlsəfə doktoru, ORCID:0001-0003-8216-3639**

ÖZET

Qrammatik məna dilin strukturunun əsas elementlərindən biri olaraq, sözlərin müəyyən qrammatik kateqoriyalara daxil olmasını, onların dilin morfoloji və sintaktik normalarına uyğun olaraq dəyişməsinə təmin edir. Qrammatik məna həm sözün forması, həm də cümlədəki funksiyası ilə bağlıdır. Başqa sözlə, qrammatik məna, sözün lüğəvi məna yükündən fərqli olaraq, həmin sözün dil quruluşunda oynadığı rol və digər sözlərlə olan əlaqələrini göstərir. Bu məna səviyyəsində sözlər müəyyən nitq hissələrinə bölünür, cins, hal, şəxs, zaman, şəkil, say və sairə qrammatik kateqoriyalara məruz qalır. Qrammatik mənanın mahiyyətini anlamaq üçün sözün dil içində necə işlədiyini, hansı formal və funksional çalarlar qazandığını, morfoloji və sintaktik cəhətdən hansı dəyişikliklərə məruz qaldığını izləmək lazımdır. Bu məsələlər həm ana dilini öyrənənlər, həm də dilçi alimlər üçün daim aktualdır. Qrammatik mənanın analizi olmadan nitqin düzgün qurulması, fikrin aydın ifadəsi və ya dil qaydalarının tətbiqi mümkün deyil.

Açar sözlər: qrammatik quruluş, konseptual cəhətlər, qanunauyğunluqlar, morfolojiya

THE ROLE OF FUNCTIONAL GRAMMAR IN LANGUAGE**Svetlana MAMMADOVA**

**Uzeyir Hajibeyli Str. 68, Azerbaijan State Pedagogical University,
Associate Professor at the Center for Foreign Languages,
PhD in Philology,
ORCID: 0001-0003-8216-3639**

ABSTRACT

Grammatical meaning, as one of the main elements of the structure of the language, ensures that words are included in certain grammatical categories and change in accordance with the morphological and syntactic norms of the language. Grammatical meaning is related to both the form of the word and its function in the sentence. In other words, grammatical meaning, unlike the lexical meaning of the word, shows the role that the word plays in the structure of the language and its relationships with other words. At this level of meaning, words are divided into certain parts of speech, are subject to grammatical categories such as gender, case, person, tense, form, number, and so on. To understand the essence of grammatical meaning, it is necessary to observe how the word functions in the language, what formal and functional shades it acquires, and what morphological and syntactic changes it undergoes. These issues are always relevant for both native speakers and linguists. Without the analysis of grammatical meaning, the correct construction of speech, clear expression of thought, or application of language rules are impossible.

Keywords: grammatical structure, conceptual aspects, regularities, morphology

GİRİŞ

Müasir dilçilik elmində dilin yalnız struktur sistemi kimi deyil, həm də kommunikativ fəaliyyətin əsas vasitəsi kimi öyrənilməsi xüsusi aktuallıq kəsb edir. Bu baxımdan funksional qrammatika dil vahidlərini onların kommunikativ və semantik funksiyaları əsasında araşdıran mühüm dilçilik istiqamətlərindən biri hesab olunur. Ənənəvi qrammatik yanaşmalarda əsas diqqət dilin formal quruluşuna, morfoloji və sintaktik sisteminə yönəldildiyi halda, funksional qrammatika dil vahidlərinin nitq prosesində daşdığı funksional yükü, kommunikativ məqsədlərini və məna münasibətlərini ön plana çıxarır. Bu yanaşma dilin insan fəaliyyəti və kommunikasiya ilə qarşılıqlı əlaqəsini daha dərinlən öyrənməyə imkan yaradır.

Funksional qrammatikanın əsas ideyalarından biri ondan ibarətdir ki, dil vahidləri yalnız formal strukturlar deyil, həm də müəyyən kommunikativ funksiyaların daşıyıcılarıdır. İnsan dil vasitəsilə yalnız informasiya ötürmür, eyni zamanda münasibət bildirir, emosiyalar ifadə edir, təsir göstərir və sosial əlaqələr qurur. Buna görə də qrammatik vahidlərin öyrənilməsi onların yalnız quruluş xüsusiyyətləri ilə məhdudlaşmamalı, nitqdəki funksional rolu da nəzərə alınmalıdır.

Dilçilik tarixində funksional yanaşmanın formalaşması Praqa dilçilik məktəbinin fəaliyyəti ilə sıx bağlı olmuşdur. Vilém Mathesius, Roman Jakobson və Nikolay Trubetskoy kimi alimlər dilin kommunikativ funksiyalarını ön plana çıxararaq funksional dilçiliyin əsaslarını yaratmışlar. Roman Jakobson dilin kommunikativ fəaliyyətində müxtəlif funksiyaların mövcud olduğunu qeyd etmiş və dilin yalnız informasiya ötürmə vasitəsi olmadığını göstərmişdir. Onun fikrincə, dilin referativ, emotiv, konativ, fatik, metadil və poetik funksiyaları kommunikasiya prosesində müxtəlif məqsədlərə xidmət edir. Bu yanaşma funksional qrammatikanın nəzəri əsaslarının formalaşmasında mühüm rol oynamışdır.

Funksional qrammatikanın inkişafında M.A.K. Hallidayin sistemli-funksional dilçilik nəzəriyyəsi xüsusi yer tutur. Halliday dili sosial-semiotik sistem kimi qiymətləndirərək qeyd etmişdir ki, qrammatik strukturlar insanın kommunikativ ehtiyacları əsasında formalaşır. Onun fikrincə, dilin əsas funksiyaları ideativ, interpersonal və tekstual funksiyalardır. İdeativ funksiya insanın dünya haqqında biliklərini ifadə etməsinə, interpersonal funksiya insanlararası münasibətlərin qurulmasına, tekstual funksiya isə fikrin mətn daxilində təşkilinə xidmət edir. Hallidayin yanaşması funksional qrammatikanın müasir dilçilikdə geniş tətbiqinə mühüm təsir göstərmişdir.

Müasir dilçilikdə funksional qrammatika yalnız sintaktik və morfoloji problemlərin öyrənilməsi ilə məhdudlaşmır. Bu istiqamət semantika, pragmatika, diskurs təhlili, mətn dilçiliyi və kommunikativ dilçiliklə sıx əlaqədə inkişaf edir. Xüsusilə mətn daxilində dil vahidlərinin funksional yükünün araşdırılması kommunikasiya prosesinin daha dərinlən başa düşülməsinə imkan yaradır. Bu baxımdan funksional qrammatika dil vahidlərinin nitq situasiyasına uyğun istifadəsini və onların kommunikativ məqsədlərlə əlaqəsini izah edən mühüm nəzəri istiqamət hesab edilir.

Azərbaycan dilçiliyində də funksional qrammatika məsələləri son illərdə daha geniş araşdırılmağa başlanmışdır. Azərbaycan dilinin morfoloji və sintaktik quruluşunun funksional aspektdən öyrənilməsi dil vahidlərinin kommunikativ imkanlarını müəyyən etməyə şərait yaradır. Xüsusilə cümlə üzvlərinin funksional-semantik xüsusiyyətləri, modal münasibətlər, aktual üzvlənmə və mətn daxilində qrammatik vahidlərin funksional rolu ilə bağlı aparılan araşdırmalar funksional qrammatikanın Azərbaycan dilçiliyində aktuallığını göstərir.

Funksional qrammatika müasir təhsil və dil tədrisi metodikasında da mühüm əhəmiyyət daşıyır. Ənənəvi qrammatika təlimində qaydaların mexaniki mənimsədilməsi üstünlük təşkil etdiyi halda, funksional yanaşma qrammatik vahidlərin nitqdə praktik istifadəsinə əsaslanır. Bu baxımdan şagirdlər və tələbələr qrammatik formaları yalnız nəzəri qayda kimi deyil, kommunikativ fəaliyyətin elementi kimi mənimsəyirlər. Belə yanaşma onların nitq bacarıqlarının və kommunikativ kompetensiyalarının inkişafına müsbət təsir göstərir.

Müasir informasiya və kommunikasiya texnologiyalarının inkişafı da funksional qrammatikanın tətbiq sahələrini genişləndirmişdir. Diskurs təhlili, media dili, internet kommunikasiya vasitələri və sosial şəbəkə mətnlərinin

öyrənilməsi funksional yanaşmanın yeni istiqamətlərini formalaşdırmışdır. Bu baxımdan funksional qrammatika müasir dilçilikdə yalnız nəzəri deyil, həm də praktik əhəmiyyətə malik elmi istiqamət kimi çıxış edir.

Beləliklə, funksional qrammatika dil vahidlərinin kommunikativ və semantik funksiyalarını araşdıran mühüm dilçilik istiqamətidir. Bu yanaşma dilin yalnız formal quruluşunu deyil, həm də nitq fəaliyyəti və kommunikativ məqsədlərlə əlaqəsini öyrənməyə imkan verir. Müasir dilçilikdə funksional qrammatikanın rolu dilin insan fəaliyyəti və sosial kommunikasiya ilə bağlılığını daha dərinə izah etməsi ilə müəyyən olunur.

YÖNTEM

Tədqiqatda funksional qrammatikanın dil sistemindəki rolu nəzəri və praktik aspektlərdən araşdırılmışdır. Araşdırma zamanı müqayisəli-təsviri, funksional-semantik, struktur və kontekstual təhlil metodlarından istifadə edilmişdir. İlk mərhələdə funksional qrammatikanın nəzəri əsasları öyrənilmiş, müxtəlif dilçilik məktəblərinin bu sahəyə dair baxışları müqayisəli şəkildə təhlil edilmişdir. Praqa dilçilik məktəbi, sistemli-funksional dilçilik və müasir funksional-semantik yanaşmaların əsas prinsipləri nəzərdən keçirilmişdir.

Tədqiqat prosesində dil vahidlərinin kommunikativ funksiyalarını müəyyən etmək məqsədilə müxtəlif mətn nümunələri təhlil edilmişdir. Bu zaman qrammatik vahidlərin nitq situasiyasına uyğun istifadəsi, onların semantik yükü və kommunikativ məqsədlərlə əlaqəsi araşdırılmışdır. Morfoloji və sintaktik vahidlərin funksional xüsusiyyətləri müəyyən edilərək onların mətn daxilində yaratdığı semantik münasibətlər təhlil edilmişdir.

Araşdırmada funksional-semantik təhlil metodundan geniş istifadə olunmuşdur. Bu metod vasitəsilə dil vahidlərinin yalnız formal quruluşu deyil, həm də kommunikativ məna yaratma imkanları öyrənilmişdir. Xüsusilə modal münasibətlər, zaman və şəxs kateqoriyalarının funksional xüsusiyyətləri, aktual üzlənmə və informasiya strukturu məsələləri diqqət mərkəzində saxlanılmışdır.

Tədqiqat zamanı kontekstual təhlil metodundan da istifadə edilmişdir. Müxtəlif üslublarda yazılmış mətnlər araşdırılaraq qrammatik vahidlərin kommunikativ mühitə uyğun funksional dəyişiklikləri müəyyən edilmişdir. Bu metod dil vahidlərinin mətn daxilində necə semantik çalar qazandığını və kommunikativ məqsədlərə necə xidmət etdiyini müəyyən etməyə imkan vermişdir.

Eyni zamanda funksional qrammatikanın tədris prosesində rolu da nəzərə alınmışdır. Müasir dil tədrisi metodikalarında funksional yanaşmanın tətbiqi imkanları araşdırılmış, qrammatik vahidlərin praktik nitq fəaliyyəti əsasında öyrədilməsinin üstünlükləri təhlil edilmişdir. Bu istiqamətdə kommunikativ təlim metodlarının və interaktiv fəaliyyətlərin funksional qrammatikanın mənimsənilməsinə təsiri qiymətləndirilmişdir.

Beləliklə, tədqiqatın metodoloji bazasını funksional-semantik yanaşma, müqayisəli təhlil, kontekstual araşdırma və struktur-funksional metodlar təşkil etmişdir. Bu metodlar funksional qrammatikanın dil sistemindəki rolunu kompleks şəkildə araşdırmağa və onun kommunikativ imkanlarını müəyyən etməyə şərait yaratmışdır.

BULGULAR

Funksional qrammatikanın əsası dilçilikdə 1920-1930-cu illərdə Praqa dilçilik məktəbi tərəfindən qoyulmuşdur. Funksional dilçilikdə əsas məsələ kommunikativ vasitə kimi dilin funksionallaşmasına diqqət yetirməkdir. Funksional dilçilik XX əsrin 50-60-cı illərində struktur dilçiliyin bir qolu kimi yaranmışdır. 1980-ci illərdən başlayaraq funksional qrammatikanın öyrənilməsi yeni istiqamət almışdır. Müxtəlif dilçilik məktəbləri funksional-konseptual cəhətlərə diqqət yetirmiş və müəyyən elmi-praktik səciyyəli konkret nəticələr alınmışdır. Aleksandr Vasilyeviç Bondarko “funksional-semantik” sahə anlayışını gətirmişdir. Bu baxımdan S. Peterburq dilçilik məktəbinin nümayəndəsi A. V. Bondarkonun funksional qrammatikaya dair elmi nəticələri daha təqdirə layiq olmuşdur. Görkəmli tədqiqatçı ilk dəfə olaraq funksional qrammatikaya “funksional-semantik sahə” anlayışını gətirmişdir. Müasir dilçilik araşdırmaları və indi yazılan qrammatika kitabları keçən əsrin 70-80-ci illərində aparılan uyğun işlərdən çox böyük bir ölçüdə fərqlənir. Hər şeydən öncə, qrammatikada bu gün sadəcə söz və onun formaları, bunlarla bağlı qrammatik kateqoriyalar, söz birləşmələri, sadə və mürəkkəb cümlə mövzuları diqqət mərkəzində

deyildir. İndi morfemlər, morfonemlər və ya alternasiyalar ,səs birləşmələri , mürəkkəb sintaktik bütövlərin də hər biri dilçilikdə və ya qrammatik cərçivə içərisində ayrıca bir sahə olaraq araşdırılır. “Söz yaradıcılığı” mövzusu daha çox qrammatikanın içərisində dilin leksika, leksikologiya və leksikoqrafiya şöbələri ilə bağlı olaraq işıqlandırılır. Bu mövzular; təsviri, tarixi-müqayisəli və tipoloji metodlarla bərabər, filologiya elmində keçən əsrin 70-ci illərindən bəri tətbiq olunan mətn qrammatikası, semantik və funksional, son zamanlarda isə koqnitiv və konseptual dilçilik metodları ilə öyrənilir. Sözü geniş mənasında dil və nitq vahidlərinin ümumi semantikasi, dar mənasında isə onların ayrı-ayrı anlamları bir-birindən fəqləndirilir. Qrammatik mənalara dil və nitq vahidlərinin dildəki konkret ifadə vasitələrinin həm normativ, həm üslubi norma, həm də müxtəlif variantlarda gerçəkləşən funksiyaları ilə araşdırılmaya cəlb olunur. Sözügedən araşdırmalar geniş kommunikasiya prosesinə əsasən aparılır və beləliklə müxtəlif dillərin funksional qrammatika kitabları yazılır (Musayev, 2012).

Funksional qrammatikada dilin faktik istifadəsini təsvir etməyə cəhd göstərilir və bunun üçün mənlərə və onlardakı kontekstlərə diqqət yetirilir, yalnız forma, strukturlar deyil, həmin strukturların ifadə etdikləri mənə məsələsi araşdırılır. Funksional qrammatika “Bir cümlənin, mətnin ifadə etdiyi mənə necə başa düşülür?” sualına cavab verməklə başlayır. Dildə hər bir ünsür müəyyən funksiya yerinə yetirdiyindən dil ünsürləri də funksional qrammatika baxımından tədqiq olunmalıdır. Dildə forma və funksiya arasındakı əlaqə çox mürəkkəbdir. Funksional qrammatika da əsas diqqət bu istiqamətə yönəlir. Onun başlıca məqsədi insanların öz fikirlərini, məlumatları, faktları dil vasitələri ilə necə çatdırmasını, başqa sözlə, bu vasitələrlə necə ünsiyyət qurmasını öyrənməkdir. İnsan dil vahidlərini müxtəlif vəziyyətlərdə yalnız düzgün şəkildə söyləmək və başa düşməklə kifayətlənmir, eyni zamanda məlumat alır, düşünür və aldığı məlumata fikir bildirir. Funksional qrammatikanı, ilk növbədə, insanın dil bacarıqları maraqlandırır. “İnsanlar dil vasitəsilə necə əlaqə qururlar?” sualına cavab axtaran Q. Şaik belə bir fikir bildirir: “Müəyyən bir vəziyyətdə insanlar nə söyləyəcəklərini deyil, həmçinin necə söyləmək lazım olduğunu da bilirlər. Buradan belə bir qənaətdə gəlmək olar ki, dil artıq qaydalar, normalar toplusu olmaqdan çıxıb müəyyən bir funksiya yerinə yetirən vasitəyə çevrilir” (Musaoğlu, 2003).

Ünsiyyətin baş tutması üçün yalnız sözlərin formalaşdırılması qaydalarını və onların mənasını bilmək kifayət deyildir, eyni zamanda sözlərin nitqdə istifadə qaydalarını da bilmək lazımdır. Dilə bu prizmadan yanaşmanın bir çox üstünlükləri vardır. “Sahə nəzəriyyəsi qrammatik kateqoriyaları təbii nitq prosesində öyrənməyə imkan verir. Ünsiyyət zamanı qrammatik, leksik və fonetik vasitələr bir-biri ilə qarşılıqlı əlaqə və təsirdə olur. Ünsiyyət şəraitindən asılı olaraq, bir vasitə digərini tamamlayır, gücləndirir və ya əvəz edir. Sahə nəzəriyyəsi dilin funksiya ümumiliyinə görə, qarşılıqlı təsirdə olan müxtəlif səviyyəli vahidlərini öyrənir” (Aslanov, 1985). İzahdan da göründüyü kimi, dil vahidlərini funksional-semantik sahələrdə birləşdirməyə, onların spesifik xüsusiyyətləri arasında əlaqələrin mexanizmlərini, qanunauyğunluqlarını tam şəkildə qurmağa yalnız belə yanaşma imkan verə bilərdi. XX əsrdə Azərbaycan ədəbi dilinin qrammatik quruluşunun müxtəlif sahələri geniş, əhatəli tədqiqata cəlb edilmiş, bir sıra fundamental əsərlər yaradılaraq diqqətəlayiq linqvistik uğurlar qazanılmışdır. Bununla belə, tədqiq olunması problemlər də az deyildir. Hazırda Azərbaycan dili qrammatikasının tərkib hissəsi olan morfologiyaya dair bir sıra problemin həlli ciddi şəkildə qarşıya çıxmışdır.

1. Budaq morfemlərin əhatəli tədqiqinin zəruriliyi Azərbaycan ədəbi dili dünyanın zəngin morfoloji imkanlara malik dillərindəndir. Bu dilin şəkilçiləri – budaq morfemləri müxtəlif mövqelərdən xeyli tədqiq edilmişdir. Lakin Azərbaycan ədəbi dilinin morfoloji xəzinəsini təşkil edən ünsürlərin, demək olar ki, müəyyən hissəsi tədqiqatdan kənarda qalmışdır. Hazırda Azərbaycan dilinin çoxsaylı şəkilçilərinin ətraflı və dərinlən təhlil olunması dilçiliyin mühüm problemləri sırasına keçmişdir. Buna görə də indi morfoloji tədqiqatların da genişləndirilməsinə xüsusi ehtiyac duyulur.

2. Nitq hissələrinin quruluşca növlərinin dəqiqləşdirilməsi Tarixən dünya dillərinin bir çoxunun nitq hissələri quruluşca təhlil edilərək üç növü (sadə, düzəltmə və mürəkkəb) göstərilmişdir. Bu sahədəki qeyri-dəqiqlik bəzən nəzərləri cəlb etsə də, buna xüsusi əhəmiyyət verilməmiş və heç bir düzəliş aparılmamışdır. Nitq hissələrinin quruluşca növlərinə dair qeyri-dəqiqliyi görmək üçün sayların quruluşca növlərinə nəzər yetirilsə, hər şey aydın

olar. Elmi ədəbiyyatda sayların quruluşca üç növü olduğu bildirilir: sadə say – bir, düzəltmə say – birinci, mürəkkəb say – onbirinci. Misallardan görüldüyü kimi, birinci və onbirinci nitq vahidləri bir leksemindən əmələ gətirilmişdir. Buna görə onların hər ikisi də düzəltmədir. Bu qeyri-dəqiqlik iki məsələnin qarışdırılması – sözlərin yaranmasının və söz köklərinin miqdarca nəzərə alınmaması nəticəsində yaranmışdır (Qurbanov, 2019).

Dili qrammatik quruluşsuz təsəvvür etmək olmaz. Qrammatik quruluşsuz dildəki sözlər, söz birləşmələri, cümlələr bir-birinə bağlanmış və nəticədə də fikir ifadə edilə bilmir. Ona görə də hər bir dildə sözlər, söz birləşmələri və cümlələr qrammatik quruluşun ixtiyarına keçərək ona yiyələnmişdir. Eyni zamanda yiyələndiyi qrammatik quruluşun bütün əlamətlərini də daşmalıdır. Demək olar ki, qrammatik quruluş dilin əsəb sistemini təşkil edir və dildə olan əsas proses və hadisələri ifadə edir, nizama salır (Dəmirçizadə, 1965). Dili bir orqanizmə bənzətməş olsaq, onda qrammatik quruluşu da onun əti, qanı, canı, sümüyü, ilişi kimi başa düşməliyik. Ətsiz, qansız, cansız, sümüksüz, iliksiz orqanizm olmadığı kimi, qrammatik quruluşsuz da dil yoxdur. Eyni zamanda müstəqil fərdlər, şəxslər bir-birilə, müstəqil dillər isə öz aralarında genetik cəhətdən qohum ola bilərlər. Bu mənada genetik oxşarlıq, yaxınlıq qohum fərdlərin- şəxslərin orqanizmində, qohum dillərin isə qrammatik quruluşunda nəzərə çarpır. Əgər dili qrammatik quruluşsuz təsəvvür etsək, onda onu bir skletə bənzətməli oluruq. Quru sklet hərəkətsiz hissələrdən qurulduğu kimi, qrammatik quruluşsuz dil də müxtəlif sözlərin yığımindan ibarət olmaqla heç bir mütəhərrikiyə və forma dinamikliyinə malik deyildir. Hər bir dilin qrammatikasında özünəməxsus xarakterik qrammatik anlayış da vardır. Qrammatik anlayışsız dilin qrammatikasında da danışmaq mümkün deyildir. Qrammatik anlayışlar dilin qrammatikasına aid olan qayda-qanunlardan ibarətdir. Azərbaycan dilçiliyində qrammatik anlayış ifadəsi qrammatik məfhum kimi də adlandırılmışdır. Həm də qrammatik məfhumlar dedikdə «dildə obyektiv olaraq mövcud olan qrammatik qaydalar sisteminin ümumiləşmiş şəkildəki inikası» başa düşülür. Qrammatik anlayış hər hansı bir dildə morfoloji və sintaktik cəhətdən ifadə oluna bilən müşayiətedici mənələrdir. Qrammatik anlayışa qrammatik məna, qrammatik kateqoriya, qrammatik forma, qrammatik üsul (ifadə vasitələri), qrammatik quruluş daxildir. Qrammatik məna sözün formal elementlərinin, şəkilçilərinin, köməkçi sözlərin, köməkçi vasitələrin ifadə etdiyi mənədir. Qrammatik məna sözün əsas (leksik) mənasına sonradan əlavə edilir.

Qrammatikada morfoloji və sintaktik qanunauyğunluqlardan bəhs edilsə də, onun dilçilik elminin digər şöbələri ilə olan əlaqəsini də inkar etmək olmaz. Hər şeydən əvvəl dilçiliyin şöbələrinin bir-biri ilə ardıcıl və əlaqəli şəkildə öyrənilməsi daha faydalıdır. Doğrudan da qrammatikadakı bir sıra mövzuları yaxşı mənimsəmək üçün dilçiliyin digər şöbələrinə müraciət etmək lazımdır. Bu mənada qrammatikanın fonetika, orfoepiya və orfoqrafiya, dialektologiya, leksikologiya, söz yaradıcılığı, frazeologiya, üslubiyyat, etimologiya və tarixi qrammatika ilə əlaqəsi vardır (Xəlilov, 2000).

Fonetika ilə əlaqəsi. Fonetikada tədris olunan ahəng qanunu, cingiltişmə qanunu, vurğu qəbul etməyən şəkilçilər, söz köklərinin heca tipləri, səstərtimi, səsdüşümü və s. mövzular qrammatikanın morfolojiya şöbəsi ilə bağlıdır

Orfoepiya və orfoqrafiya ilə əlaqəsi. Dilimizdəki sözlərin hamısı necə yazılırsa, eləcə də tələffüz olunmur. Məsələn, çiçək yazılır, çiçək' tələffüz norması sayılır. Yaxud, otaq yazılır, otax tələffüz norması qəbul edilir. Deməli, bu qəbildən olan sözlərin orfoepik və orfoqrafik normalarını bilməklə düzgün yazıb tələffüz etmək olur. Eyni zamanda qrammatik qanunlara əsasən ədəbi tələffüz qaydaları müəyyənləşir. Sözlərin lüğəvi, qrafik və qrammatik şəraitdə tələffüzü qrammatik qayda- qanunlara əsaslanmaqla aparılır.

Dialektologiya ilə əlaqəsi. Morfolojiyanın dialektologiya şöbəsi ilə geniş əlaqəsi vardır. Dialektlərimizdə mövcud olan bir çox morfoloji qanunauyğunluqları bilmədən qrammatikanı dərinlən öyrənmək mümkün deyildir. Demək olar ki, morfolojiyada tədris olunan mövzuların əksəriyyətinin dialektologiya ilə bağlılığını təsdiq edən çoxlu dil faktları vardır. Onlardan bir neçəsinə diqqət yetirək. Əksər dialektlərimizdə ismin təsirlik hal şəkilçisi y samiti ilə birgə özünü göstərir: qapını əvəzinə qapıyı, atanı əvəzinə atayı, ananı əvəzinə anayı, bayatını əvəzinə bayatıyı, qutunu əvəzinə qutuyu və s. Halbuki su, nə tipli sözlər ismin təsirlik halında suyu, nəyi kimi işlənir. Bu dil faktı

da təsdiq edir ki, y samitinin ədəbi dilimizdə təsirlik hal şəkilçisi ilə işlənməsi qanunauyğun bir hal kimi özünü göstərmir. Beləliklə, dialektologiyayı bilməklə bu məsələləri müəyyənləşdirmək asan olur.

Leksikologiya ilə əlaqəsi. Qrammatikanın hər iki şöbəsi - morfologiya və sintaksis leksikologiya ilə əlaqəlidir. Belə ki, lüğət tərkibi olmasa, onda sözlərdən söz birləşməsi və cümlə yarana bilməz. Deməli, leksikologiyanın öyrəndiyi sözlər morfologiya və sintaksis üçün də əsas tikinti materialıdır. Əgər bu tikinti materialı yoxdursa, morfologiya və sintaksis şöbələrindən danışmağa ehtiyac yoxdur. Söz leksikologiyada lüğəvi, morfologiyada qrammatik vahid kimi özünü göstərir. Sintaksisdə isə söz birləşməsini, cümləni əmələ gətirir. Əslində hər üç şöbənin bazasında söz dayanır. Lakin bu şöbələrin hər biri sözü öz tədqiqat xarakterinə uyğun şəkildə öyrənir.

Frazeologiya ilə əlaqəsi. Frazeologiya şöbəsində sabit söz birləşmələri öyrənilir. Məsələn: başa düşmək, iztirab çəkmək, başını itirmək, mat qalmaq, boğazına çəkmək, pəl vurmaq və s. Frazeologiya şöbəsini dərinlən öyrənmədən mürəkkəb sözləri, sərbəst birləşmələri və onların xüsusiyyətlərini, bundan başqa, frazeologi birləşmələrin morfoloji rolunu və sintaktik vəzifəsini müəyyənləşdirə bilmərik.

SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu araşdırmada dil sistemində funksional qrammatikanın rolu nəzəri və tətbiqi aspektləri ilə tədqiq edilmiş, dil vahidlərinin yalnız struktur xüsusiyyətləri ilə deyil, eyni zamanda kommunikativ funksiyaları ilə də qiymətləndirilməsi zərurəti ortaya qoyulmuşdur. Əldə edilən nəticələr göstərir ki, müasir dilçilikdə funksional yanaşma getdikcə daha çox əhəmiyyət qazanmaqda və ənənəvi struktur dil tədqiqatlarının hüdudlarını aşaraq dili insan kommunikasiyası, düşüncə sistemi və sosial qarşılıqlı əlaqə kontekstində nəzərdən keçirməkdədir.

Tədqiqat nəticələri göstərmişdir ki, funksional qrammatika dilin yalnız formal qaydalar sistemi olmadığını, eyni zamanda kommunikativ ehtiyaclar istiqamətində formalaşan dinamik bir quruluş olduğunu ortaya qoyur. Ənənəvi qrammatika anlayışında dil vahidləri əsasən morfoloji və sintaktik xüsusiyyətlərinə görə təsnif edilərkən, funksional yanaşma bu vahidlərin istifadə kontekstlərini, məna əlaqələrini və kommunikativ funksiyalarını mərkəzə yerləşdirir. Bu hal xüsusilə mətn dilçiliyi, diskurs təhlili və praqmatika sahələrində daha aydın şəkildə üzə çıxır.

Tədqiqat prosesində təhlil edilən nümunələr göstərmişdir ki, eyni qrammatik quruluş fərqli kontekstlərdə fərqli funksiyalar daşıya bilər. Bir dil vahidinin mənası yalnız lüğəvi məna ilə məhdudlaşmır, danışq mühiti, kommunikasiya məqsədi, danışanın niyyəti və sosial kontekst kimi amillərə görə dəyişə bilər. Bu hal funksional qrammatikanın dil tədqiqatlarında nə üçün mühüm yerə sahib olduğunu aydın şəkildə ortaya qoyur.

Tədqiqat həmçinin dilin sosial aspektinin funksional qrammatika baxımından böyük əhəmiyyət daşıdığını göstərmişdir. İnsanlar dili yalnız məlumat ötürmək məqsədilə istifadə etmirlər; eyni zamanda duyğu ifadə etmək, istiqamətləndirmək, inandırmaq, sosial əlaqə qurmaq və sosial kimlik yaratmaq üçün də istifadə edirlər. Bu səbəbdən dil vahidlərinin funksional xüsusiyyətləri nəzərə alınmadan aparılan qrammatika tədqiqatları natamam qalır. Funksional yanaşma dilin canlı və dəyişən kommunikasiya sistemi olduğunu ortaya qoyaraq dil araşdırmalarına daha geniş perspektiv qazandırır.

Tədqiqat nəticələri Hallidayin sistemli-funksional dilçilik yanaşmasının müasir dil tədqiqatlarında hələ də böyük əhəmiyyət daşıdığını göstərir. Hallidayin dilin ideasional, interpersonal və mətn funksiyalarına əsaslanan yanaşması, dilin çoxqatlı quruluşunu izah etmədə mühüm nəzəri zəmin yaradır. Xüsusilə mətn daxilində məlumat axını, tema-rema əlaqələri və diskurs təşkili kimi mövzuların anlaşılmasında funksional yanaşmanın təsirli olduğu müşahidə edilmişdir.

Bununla yanaşı, Praq dilçilik məktəbinin kommunikativ funksiyalara əsaslanan fikirləri də müasir funksional dil tədqiqatlarının əsasını təşkil edir. Roman Jakobsonun dilin müxtəlif funksiyalarına dair fikirləri göstərmişdir ki, dil yalnız məlumat ötürmə vasitəsi deyil; həm də estetik, emosional, istiqamətləndirici və sosial funksiyalara malikdir. Bu hal müasir kommunikasiya tədqiqatlarında funksional qrammatikanın əhəmiyyətini daha da artırır.

Tədqiqat zamanı təhlil edilən mətn nümunələri göstərmişdir ki, funksional qrammatika xüsusilə diskurs təhlillərində təsirli nəticələr verməkdədir. Mətn daxilində dil vahidlərinin vəzifələri, kontekst daxilində mənə dəyişiklikləri və kommunikativ strategiyalar funksional yanaşma sayəsində daha ətraflı şəkildə izah edilə bilməkdədir. Bu kontekstdə funksional qrammatika yalnız nəzəri deyil, həm də tətbiqi dil araşdırmalarında mühüm alət kimi qiymətləndirilə bilər.

Tədqiqatın mühüm nəticələrindən biri də funksional yanaşmanın dil tədrisindəki təsiridir. Ənənəvi dil tədrisində qrammatika qaydaları əsasən əzbərə əsaslanan şəkildə öyrədilərkən, funksional yanaşma qrammatik quruluşları kommunikativ istifadə kontekstində öyrətməyi hədəfləyir. Bu hal şagirdlərin dili daha şüurlu və effektiv istifadə etməsinə töhfə verir. Xüsusilə xarici dil tədrisində funksional yanaşmanın şagirdlərin kommunikativ bacarıqlarını inkişaf etdirdiyi müəyyən edilmişdir.

Funksional qrammatikanın texnologiya və rəqəmsal kommunikasiya sahəsindəki rolu da diqqət cəkir. Sosial media dili, rəqəmsal diskurs, onlayn kommunikasiya və media mətnləri kimi sahələrdə dilin funksional aspekti daha aydın hal almaqdadır. Müasir dövrdə rəqəmsal platformalarda istifadə edilən dil quruluşlarının qısa, sürətli və qarşılıqlı təsir yönümlü olması funksional yanaşmanın əhəmiyyətini artırır. Bu səbəbdən müasir dil araşdırmalarında rəqəmsal kommunikasiya mətnlərinin funksional aspektdən tədqiqi böyük əhəmiyyət daşıyır.

Tədqiqat prosesində bəzi məhdudiyyətlər də müəyyən edilmişdir. Xüsusilə funksional qrammatikanın müxtəlif dillərdə tətbiqlərinə dair əhatəli müqayisəli tədqiqatların kifayət qədər səviyyədə olmadığı müşahidə edilmişdir. Bundan əlavə, türk dili və Azərbaycan türkcəsi üzərində aparılan funksional dil tədqiqatları son illərdə artsa da, bu sahədə daha sistemativ və genişmiqyaslı araşdırmalara ehtiyac duyulmaqdadır.

Bu kontekstdə aşağıdakı təkliflər irəli sürülə bilər:

Öncəliklə funksional qrammatika tədqiqatlarının yalnız nəzəri səviyyədə qalmaması, tətbiqi dil araşdırmaları ilə dəstəklənməsi zəruridir. Xüsusilə media dili, təhsil dili, siyasi diskurs və rəqəmsal kommunikasiya sahələrində aparılacaq funksional təhlillər dilin sosial funksiyalarını daha əhatəli şəkildə ortaya qoya bilər.

Dil tədrisi proqramlarında funksional yanaşmanın daha geniş yer alması tövsiyə edilir. Qrammatika qaydalarının yalnız formal quruluşlar kimi deyil, kommunikativ istifadə kontekstləri ilə birlikdə öyrədilməsi şagirdlərin dil bacarıqlarını inkişaf etdirə bilər. Bu məqsədlə dərsləklərdə funksional dil nümunələrinə daha çox yer verilməsi faydalı olardı.

Həmçinin universitetlərin dilçilik bölmələrində funksional qrammatika və diskurs təhlili dərslərinin artırılması tövsiyə olunur. Bu hal şagirdlərin müasir dilçilik yanaşmalarını daha yaxşı başa düşmələrinə töhfə verərdi.

Rəqəmsal kommunikasiya mühitlərinin sürətlə inkişaf etməsi səbəbindən sosial media sözləmləri, onlayn kommunikasiya formaları və rəqəmsal mətnlərin funksional aspektdən tədqiqi gələcək araşdırmalar üçün mühüm iş sahələrindən biri ola bilər. Xüsusilə süni intellekt dəstəkli dil istehsalı sistemlərinin dilin funksional quruluşu üzərindəki təsirləri yeni tədqiqat perspektivləri təqdim edir.

Nəticə olaraq, funksional qrammatika müasir dilçilikdə dilin kommunikativ, semantik və sosial aspektlərini izah edən mühüm nəzəri yanaşmalardan biridir. Bu yanaşma dilin yalnız struktur deyil, həm də funksional və dinamik bir sistem olduğunu ortaya qoyur. Müasir dövrdə dil tədqiqatlarında, dil tədrisində və kommunikasiya tədqiqatlarında funksional yanaşmanın əhəmiyyəti getdikcə artmaqda və bu sahə yeni elmi araşdırmalar üçün geniş perspektivlər təqdim etməkdədir.

KAYNAKLAR

- Aslanov A.Ə. (1985). Müasir Azərbaycan dilində qrammatik kateqoriyalar (mənsubiyyət, inkarlıq, kəmiyyət). Bakı
- Dəmirçizadə Ə.M. (1965). Dilin lüğət tərkibi və qrammatik quruluşu. Bakı
- Xəlilov B. (2000). Müasir Azərbaycan dilinin morfolojiyası. Bakı
- Qurbanov A. (2019). "Azərbaycan Dilçiliyi Problemləri". Bakı
- Musaoğlu M. (2003). Türkçenin işlevsel dil bilgisi ve metin kompozisyonu. Dil Dergisi
- Musayev M.M. (2012). Azərbaycan Dilinin Funksional Qrammatikası Morfolojiyaya yeni baxışlar və leksematika. Bakı

ADVANCED ENERGY-BASED APPROACHES IN HEMORRHOIDAL SURGERY: A COMPARATIVE STUDY OF LASER THERAPY AND LIGASURE TECHNIQUE

P.H. Najafgulieva

Azerbaijan Medical University, Department of Surgical Diseases II

P.A. Abbasov

Azerbaijan State Institute of Advanced Medical Training

Hemorrhoidal disease is among the most frequently encountered benign anorectal disorders that often require surgical management, particularly in advanced stages. In recent years, modern energy-based technologies, including laser therapy and the LigaSure system, have gained popularity as less invasive alternatives to traditional hemorrhoidectomy. The present study was designed to evaluate and compare the effectiveness, postoperative outcomes, and complication rates associated with these two surgical methods.

Materials and Methods: From 2014 to 2026, 158 patients diagnosed with grade III–IV hemorrhoids were treated surgically at the Department of Surgical Diseases II of Azerbaijan Medical University and at the Malikov Hospital №6. The study included 92 men and 66 women aged between 25 and 68 years. Participants were equally divided into two groups based on the surgical technique applied. Group I consisted of 84 patients treated with a 1470-nm diode laser (laser ablation), while Group II included 74 patients who underwent surgery using the LigaSure vessel-sealing device. Preoperative assessment involved digital rectal examination, anoscopy, and colonoscopy when necessary. All operations were performed under spinal anesthesia. Key parameters such as duration of surgery, intraoperative blood loss, postoperative pain (measured using the VAS scale), healing period, time to return to daily activities, and complications were carefully documented. Follow-up was conducted for 12–24 months to evaluate recurrence and long-term complications.

Results: The average duration of surgery was significantly shorter in the LigaSure group (22 ± 6 minutes) compared to the laser group (28 ± 8 minutes) ($p < 0.05$). Blood loss during surgery was minimal in both groups but slightly lower in patients treated with laser. Postoperative pain levels were notably reduced in the laser group, especially during the first 48 hours ($p < 0.01$). Healing occurred more rapidly in the laser group, with complete epithelialization achieved around day 21, whereas in the LigaSure group it occurred around day 26. Patients treated with laser resumed normal daily activities earlier (approximately 8 days) compared to those in the LigaSure group (around 11 days). Minor complications, including mild bleeding and temporary urinary retention, were observed in 7.8% of laser patients and 9.3% of LigaSure patients. No cases of anal stenosis, incontinence, or recurrence were reported during the follow-up period.

Both techniques demonstrated high effectiveness and safety in the management of advanced hemorrhoidal disease. The LigaSure method provides advantages such as shorter operation time and reliable vessel sealing, while laser therapy ensures reduced postoperative discomfort and faster recovery due to minimal tissue damage. The selection of technique should depend on the surgeon's expertise, available resources, and individual patient considerations.

Conclusion: Laser and LigaSure hemorrhoidectomy are both reliable and minimally invasive surgical options with positive clinical outcomes. Laser therapy offers better postoperative comfort and quicker healing, whereas LigaSure ensures shorter operative duration and effective hemostasis.

Keywords: hemorrhoids, laser therapy, LigaSure, surgical treatment, hemostasis

HEMOROID CERRAHİSİNDE MODERN ENERJİ TABANLI YAKLAŞIMLAR: LAZER TEDAVİSİ VE LIGASURE TEKNİĞİNİN KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ

P.H. Najafgulyeva

Azerbaycan Tıp Üniversitesi, II. Cerrahi Hastalıklar Anabilim Dalı

P.A. Abbasov

Azerbaycan Devlet Tabipleri Geliştirme Enstitüsü

ÖZET

Hemoroidal hastalık, anorektal bölgenin en sık rastlanan benign hastalıklarından biri olup özellikle ileri evrelerde cerrahi tedavi gerektirmektedir. Son yıllarda klasik hemoroidektomi yöntemlerine alternatif olarak lazer tedavisi ve LigaSure sistemi gibi enerji tabanlı minimal invaziv teknikler yaygın şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Bu çalışmanın amacı, lazer ablasyonu ile LigaSure hemoroidektomisinin klinik etkinliğini, postoperatif sonuçlarını ve komplikasyon oranlarını karşılaştırmalı olarak değerlendirmektir.

Gereç ve Yöntem. 2014–2026 yılları arasında Azerbaycan Tıp Üniversitesi II. Cerrahi Hastalıklar Anabilim Dalı ile Malikov Hastanesi №6'da grade III–IV hemoroid tanısı alan toplam 158 hasta çalışmaya dahil edilmiştir. Hastaların 92'si erkek, 66'sı kadın olup yaşları 25–68 arasında değişmiştir. Hastalar uygulanan cerrahi yönetime göre iki gruba ayrılmıştır. Grup I'de 1470 nm diyot lazer ile lazer ablasyonu uygulanan 84 hasta, Grup II'de ise LigaSure damar mühürleme sistemi kullanılan 74 hasta yer almıştır. Tüm hastalara preoperatif dönemde dijital rektal muayene, anoskopi ve gerekli olgularda kolonoskopi yapılmıştır. Operasyonlar spinal anestezi altında gerçekleştirilmiştir. Cerrahi süre, intraoperatif kan kaybı, postoperatif ağrı düzeyi, iyileşme süresi, günlük yaşama dönüş zamanı ve komplikasyonlar değerlendirilmiştir. Hastalar 12–24 ay süreyle takip edilmiştir.

Bulgular. Ortalama operasyon süresi LigaSure grubunda anlamlı derecede daha kısa bulunmuştur (22 ± 6 dk), lazer grubunda ise bu süre 28 ± 8 dakika olarak saptanmıştır ($p < 0,05$). Her iki grupta intraoperatif kanama minimal düzeyde olmakla birlikte lazer grubunda daha az gözlenmiştir. Postoperatif ağrı özellikle ilk 48 saatte lazer grubunda belirgin derecede düşük bulunmuştur ($p < 0,01$). Tam epitelizeasyon lazer grubunda yaklaşık 21. günde, LigaSure grubunda ise 26. günde gerçekleşmiştir. Günlük yaşama dönüş süresi lazer grubunda ortalama 8 gün, LigaSure grubunda ise 11 gün olarak değerlendirilmiştir. Hafif kanama ve geçici üriner retansiyon gibi minör komplikasyonlar lazer grubunda %7,8; LigaSure grubunda %9,3 oranında görülmüştür. Takip süresince anal stenoz, inkontinans veya nüks izlenmemiştir.

Sonuç. Lazer ve LigaSure hemoroidektomi yöntemleri ileri evre hemoroidal hastalığın tedavisinde güvenilir ve etkili minimal invaziv seçeneklerdir. Lazer tedavisi daha düşük postoperatif ağrı ve hızlı iyileşme avantajı sağlarken, LigaSure yöntemi kısa operasyon süresi ve etkili hemostaz ile öne çıkmaktadır. Cerrahi yöntemin seçimi cerrahın deneyimi, teknik imkanlar ve hasta özelliklerine göre belirlenmelidir.

Anahtar Kelimeler: hemoroid, lazer tedavisi, LigaSure, cerrahi tedavi, hemostaz

GİRİŞ. Hemoroidal hastalık, anal kanalın vasküler yastıkçıklarının patolojik genişlemesi sonucu ortaya çıkan ve toplumda oldukça sık görülen anorektal hastalıklardan biridir. Özellikle ileri evre hemoroidlerde konservatif tedavi yöntemleri yetersiz kalmakta ve cerrahi girişim gerekmektedir. Geleneksel Milligan-Morgan ve Ferguson hemoroidektomi teknikleri uzun yıllardır kullanılmasına rağmen postoperatif ağrı, kanama ve iyileşme süresinin uzunluğu gibi dezavantajlara sahiptir.

Teknolojik gelişmelerin cerrahi alana entegrasyonu ile birlikte enerji tabanlı cihazlar hemoroid cerrahisinde yeni bir dönemin başlamasına neden olmuştur. Bunlar arasında diyot lazer sistemleri ve bipolar enerji esaslı LigaSure cihazı yaygın kullanım alanı bulmuştur. Bu yöntemlerin temel amacı doku travmasını azaltmak, etkili hemostaz sağlamak ve postoperatif konforu artırmaktır.

Lazer teknolojisi, hedef dokuda kontrollü koagülasyon oluşturarak çevre dokulara minimal zarar verir. Özellikle 1470 nm diyot lazerler su absorpsiyonu yüksek olduğundan hemoroidal vasküler yapılar üzerinde etkili sonuçlar vermektedir. LigaSure sistemi ise damar duvarındaki kollajen ve elastin liflerini birleştirerek güvenilir damar mühürleme sağlamaktadır.

Bu çalışmada ileri evre hemoroid hastalarında uygulanan lazer ablasyonu ve LigaSure hemoroidektomisinin klinik sonuçlarının karşılaştırılması amaçlanmıştır.

GEREÇ VE YÖNTEM. Bu retrospektif çalışmaya 2014–2026 yılları arasında cerrahi tedavi uygulanan grade III–IV hemoroidli 158 hasta dahil edilmiştir. Çalışma Azerbaycan Tıp Üniversitesi II. Cerrahi Hastalıklar Anabilim Dalı ve Malikov Hastanesi №6’da gerçekleştirilmiştir.

Hastaların 92’si erkek (%58,2), 66’sı kadın (%41,8) olup yaş ortalaması $46,3 \pm 11,4$ yıl olarak belirlenmiştir. Dahil edilme kriterleri:

- Grade III–IV hemoroid tanısı,
- 18 yaş üzeri olmak,
- Cerrahi tedavi endikasyonu bulunması.
- Hariç tutulma kriterleri:
- Anal fissür veya fistül birlikteliği,
- İnflamatuvar bağırsak hastalığı,
- Malignite şüphesi,
- Koagülasyon bozukluğu.

Hastalar iki gruba ayrılmıştır:

Grup I – Lazer Ablasyonu

84 hastaya 1470 nm diyot lazer ile hemoroidal doku ablasyonu uygulanmıştır.

Grup II – LigaSure Hemoroidektomi

74 hastada bipolar damar mühürleme sistemi olan LigaSure kullanılmıştır.

Tüm hastalarda preoperatif dönemde:

- Dijital rektal muayene,
- Anoskopi,
- Gerekğinde kolonoskopi uygulanmıştır.

Cerrahiler spinal anestezi altında gerçekleştirilmiştir. Operasyon süresi, intraoperatif kan kaybı, postoperatif ağrı düzeyi (VAS skalası), iyileşme süresi ve komplikasyonlar kaydedilmiştir.

İstatistiksel analiz SPSS programı kullanılarak yapılmış, $p < 0,05$ değeri anlamlı kabul edilmiştir.

BULGULAR. Çalışmada her iki cerrahi yöntemin başarılı sonuçlar verdiği gözlenmiştir.

Operasyon Süresi

LigaSure grubunda operasyon süresi anlamlı derecede daha kısa bulunmuştur:

LigaSure: 22 ± 6 dakika

Lazer: 28 ± 8 dakika

Bu fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0,05$).

İntraoperatif Kanama

Her iki grupta da minimal kanama görülmüştür. Ancak lazer grubunda termal koagülasyon etkisine bağlı olarak kan kaybı daha düşük düzeyde saptanmıştır.

Postoperatif Ağrı

VAS skorlarına göre ilk 48 saatte lazer grubunda ağrı belirgin olarak daha az bulunmuştur. Bunun temel nedeni çevre dokuların daha az travmatize olmasıdır.

İyileşme Süreci

Tam epitelizeasyon süresi:

Lazer grubu: yaklaşık 21 gün

LigaSure grubu: yaklaşık 26 gün

Lazer grubunda doku iyileşmesinin daha hızlı gerçekleştiği gözlenmiştir.

Günlük Aktivitelere Dönüş

Hastaların günlük yaşamlarına dönüş süreleri:

Lazer grubu: ortalama 8 gün

LigaSure grubu: ortalama 11 gün

Komplikasyonlar

Minör komplikasyonlar:

Lazer grubu: %7,8

LigaSure grubu: %9,3

Komplikasyonlar arasında:

Hafif postoperatif kanama,

Geçici üriner retansiyon yer almıştır.

Takip süresince:

Anal stenoz,

Fekal inkontinans,

Nüks

olgularına rastlanmamıştır.

TARTIŞMA. Hemoroid cerrahisinde temel hedef etkili semptom kontrolü sağlarken postoperatif morbiditeyi azaltmaktır. Geleneksel yöntemlerde görülen yoğun ağrı ve uzun iyileşme süresi yeni tekniklerin geliştirilmesine neden olmuştur.

Literatürde lazer hemoroidoplastinin özellikle postoperatif ağrı açısından avantaj sağladığı bildirilmektedir. Bunun nedeni lazer enerjisinin sınırlı termal yayılım göstermesi ve çevre dokuların korunmasıdır. Çalışmamızda da lazer grubunda ilk 48 saatte ağrı düzeyinin anlamlı derecede düşük bulunması bu verileri desteklemektedir.

LigaSure sisteminin en önemli avantajı operasyon süresini kısaltması ve etkili damar mühürleme sağlamasıdır. Bipolar enerji ile damarların kontrollü şekilde kapatılması intraoperatif kanamayı azaltmaktadır. Çalışmamızda operasyon süresinin LigaSure grubunda daha kısa olması literatür ile uyumludur.

Her iki yöntemde ciddi komplikasyon oranlarının düşük olması minimal invaziv enerji tabanlı tekniklerin güvenilirliğini göstermektedir. Özellikle anal stenoz ve inkontinans gibi ciddi komplikasyonların görülmemesi önemli bir avantajdır.

Son yıllarda yapılan çalışmalar lazer tedavisinin hasta memnuniyetini artırdığını ve daha hızlı sosyal yaşama dönüş sağladığını göstermektedir. Bununla birlikte cihaz maliyeti ve teknik donanım gereksinimi bazı merkezlerde kullanımını sınırlayabilmektedir.

LigaSure sistemi ise öğrenme eğrisi kısa olan, güvenilir ve etkili bir yöntem olarak değerlendirilmektedir. Özellikle yoğun hasta sirkülasyonu olan merkezlerde kısa operasyon süresi önemli avantaj sağlamaktadır.

SONUÇ. Lazer ablasyonu ve LigaSure hemoroidektomi ileri evre hemoroidal hastalığın tedavisinde başarılı sonuçlar veren modern enerji tabanlı cerrahi yöntemlerdir.

Lazer tedavisi:

Daha az postoperatif ağrı,

Hızlı iyileşme,

Erken günlük yaşama dönüş avantajı sağlamaktadır.

LigaSure yöntemi:

Kısa operasyon süresi,

Güçlü hemostaz,

Teknik güvenilirlik açısından üstünlük göstermektedir.

Cerrahi yöntem seçimi hasta özellikleri, cerrahın deneyimi ve mevcut teknik altyapıya göre bireyselleştirilmelidir.

KAYNAKLAR

1. Giamundo P, et al. Hemorrhoidal laser procedure for advanced hemorrhoids. Tech Coloproctol. 2018;22(11):831-835.
2. Filingeri V, et al. LigaSure versus conventional hemorrhoidectomy: long-term results. Int J Colorectal Dis. 2019;34(4):689-695.
3. Naderan M, et al. Outcomes of laser hemorrhoidoplasty in patients with symptomatic hemorrhoids. Lasers Med Sci. 2020;35(2):405-411.
4. Brown SR, et al. Haemorrhoids: diagnosis and management. BMJ. 2021;373:n1494.
5. Emile SH, et al. Systematic review of energy devices in hemorrhoid surgery. Surg Innov. 2022;29(1):77-86.
6. Zheng MH, et al. LigaSure hemorrhoidectomy versus conventional excision. World J Gastroenterol. 2018;24(14):1565-1572.
7. Wilhelm A. Modern treatment strategies for hemorrhoidal disease. Clin Colon Rectal Surg. 2023;36(2):98-106.
8. Ratto C, et al. New technologies in hemorrhoidal surgery. Updates Surg. 2024;76(1):15-24.
9. Sun Z, et al. Comparative outcomes of laser hemorrhoidoplasty and LigaSure hemorrhoidectomy. BMC Surg. 2025;25:114.
10. Altomare DF, et al. Surgical management of advanced hemorrhoidal disease. Colorectal Dis. 2022;24(7):812-820.

İBTİDAİ SINIFLARDƏ AZƏRBAYCAN DİLİ DƏRSLƏRİNDƏ LAYİHƏ ƏSASLI TƏLİMİN TƏTBİQİ İMKANLARI

Qasımova Maya Rəhim qızı

Pedaqogika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent

Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti, Azərbaycan

maya0866@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-9116-4331>

Müasir təhsil sistemində baş verən yeniliklər təlim prosesinə yeni yanaşmaların gətirilməsini zəruri edir. Ənənəvi təlim modelində şagird əsasən hazır bilikləri qəbul edən tərəf kimi çıxış etdiyi halda, müasir pedaqoji yanaşmalarda onun fəal iştirakçı olması əsas məqsəd hesab edilir. Bu baxımdan yeni təlim texnologiyalarının tətbiqi xüsusi aktuallıq qazanır. Belə texnologiyalardan biri də layihə əsaslı təlimdir.

Layihə əsaslı təlim şagirdlərin müəyyən problem üzərində araşdırma aparmasına, məlumat toplamasına, əldə olunan nəticələri təqdim etməsinə və praktik məhsul yaratmasına əsaslanan öyrənmə modelidir. Bu texnologiya şagirdlərdə müstəqil düşünmə, yaradıcı yanaşma, əməkdaşlıq və kommunikativ bacarıqların inkişafına şərait yaradır.

İbtidai siniflərdə Azərbaycan dili dərsləri şagirdlərin nitq bacarıqlarının, oxu vərdişlərinin, məntiqi və yaradıcı təfəkkürünün formalaşdırılmasında mühüm rol oynayır. Bu dərslərdə layihə texnologiyalarından istifadə şagirdlərin dilə marağını artırmaqla yanaşı, onların praktik fəaliyyətə cəlb edilməsinə də imkan yaradır. Layihələr vasitəsilə şagirdlər yalnız müəyyən biliklər əldə etmir, həm də həmin bilikləri fəal şəkildə tətbiq etməyi öyrənirlər. Öyrənmə prosesində şagirdin aktiv iştirakı biliklərin daha davamlı və effektiv mənimsənilməsinə yol açır.

Digər tərəfdən, sosial öyrənmə nəzəriyyəsində əməkdaşlıq və ünsiyyətin uşağın inkişafında mühüm rol oynadığı qeyd edilir. Layihə fəaliyyəti də məhz kollektiv əməkdaşlıq və qarşılıqlı fəaliyyət üzərində qurulduğu üçün uşağın inkişafında töhfəsini verir.

Layihə əsaslı təlimə şagirdyönümlülük, problem əsaslı yanaşma, tədqiqatçılıq fəaliyyəti, əməkdaşlıq və qrup işi, yaradıcı fəaliyyət, praktik nəticəyə yönəlmə kimi xüsusiyyətlər xasdır. Bu texnologiyaya əsasən şagirdlər məlumat toplamağı, təqdimat hazırlamağı, öz fikirlərini əsaslandırmağı və komanda şəklində işləməyi öyrənirlər.

Azərbaycan dili dərslərində layihələrin hazırlanması aşağıdakı bacarıqların inkişafına müsbət təsir göstərir:

- **Nitq bacarıqlarının inkişafı.** Layihə fəaliyyəti zamanı şagirdlər təqdimatlar edir, müzakirələr aparır və öz fikirlərini sərbəst ifadə etməyə çalışırlar. Bu isə onların şifahi nitqinin inkişafına kömək edir.
- **Oxu və mətnlə işləmə bacarıqları.** Layihələrin hazırlanması prosesində müxtəlif mənbələrdən istifadə olunur, mətnlər oxunur və təhlil edilir. Nəticədə şagirdlərin oxuyub-anlama bacarıqları inkişaf edir.
- **Yaradıcılıq qabiliyyətinin formalaşması.** Layihə tapşırıqları şagirdlərin sərbəst düşünməsinə və yaradıcı məhsul hazırlamasına imkan yaradır. Onlar müxtəlif təqdimatlar, albomlar, posterlər və kiçik kitabçalar hazırlayırlar.
- **Əməkdaşlıq və sosial bacarıqlar.** Qrup layihələri zamanı şagirdlər birlikdə işləməyi, vəzifə bölgüsü aparmağı və qarşılıqlı ünsiyyət qurmağı öyrənirlər.
- **Təlim motivasiyasının yüksəlməsi.** Praktik fəaliyyət şagirdlərin dərse marağını artırır və onları öyrənmə prosesində daha fəal edir.

Azərbaycan dili dərslərində layihələrin təşkili müəyyən mərhələlər üzrə həyata keçirilir:

1. Mövzunun seçilməsi. Mövzu şagirdlərin yaş xüsusiyyətlərinə və maraqlarına uyğun seçilməlidir. Layihə mövzusu həm praktik, həm də öyrədici xarakter daşmalıdır. Məsələn: “Mənim ailəm”; “Azərbaycan nağılları”; “Atalar sözləri xəzinəsi”; “Doğma yurdum”; “Sevimli kitabım”.

2. Planlaşdırma mərhələsi. Bu mərhələdə layihənin məqsədi müəyyən edilir, tapşırıqlar bölüşdürülür və istifadə olunacaq resurslar seçilir.

3. Tədqiqat mərhələsi. Şagirdlər kitablar, dərsliklər və digər mənbələr vasitəsilə məlumat toplayırlar. Bu zaman müəllim istiqamətləndirici rol oynayır.

4. Yekun məhsulun hazırlanması. Layihənin nəticəsi kimi müxtəlif məhsullar hazırlanır: təqdimatlar; posterlər; albomlar; divar qəzetləri; səhnəciklər; mini kitabçalar və s.

5. Təqdimat və qiymətləndirmə. Şagirdlər hazırladıqları layihələri sinif qarşısında təqdim edir və nəticələr müzakirə olunur. Qiymətləndirmə zamanı yalnız yekun nəticə deyil, prosesdə iştirak səviyyəsi də nəzərə alınmalıdır.

Praktik layihə nümunəsi:

Layihənin adı: "Sehrli söz dünyası"

Məqsəd:

- * Şagirdlərdə düzgün yazı (orfoqrafiya) qaydalarını formalaşdırmaq.
- * Söz ehtiyatını zənginləşdirmək və lüğətlərlə işləmək vərdişi yaratmaq.
- * Komandada işləmək və təqdimat bacarıqlarını inkişaf etdirmək.

Layihənin mərhələləri:

1. Hazırlıq mərhələsində mövzunun elan edilir, şagirdlərə layihənin məqsədi və “Sehrli söz dünyası” konsepsiyası izah edilir. Sinif 4-5 nəfərlik kiçik qruplara bölünür. Hər qrupda lüğətçi, rəssam, yazıçı və təqdimatçı rolları müəyyən edilir.

2. Tədqiqat və icra mərhələsi. Şagirdlər tez-tez səhv yazılan sözləri (məsələn: ekskavator, dovşan, teatr, layihə) toplayırlar. Hər qrup konkret bir orfoqrafik qaydanı (məsələn: qoşa samitli sözlər, böyük hərflərin yazılışı) araşdırır. Qruplar tapdıqları sözlər və qaydalar əsasında materiallar hazırlayırlar.

3. Təqdimat və qiymətləndirmə. Hazırlanan materiallar sinifdə və ya məktəb dəhlizində nümayiş etdirilir. Şagirdlərin fəallığı, düzgünlük və yaradıcılıq meyarları əsasında rəylər verilir.

Şagirdlər yaradıcı təqdimat üçün nə hazırlaya bilərlər? Məsələn, “Sehrli lüğət” kitabçası hazırlana bilər. Hər qrup çətin sözlərin rəsmini çəkir və düzgün yazılışını rəngli hərflərlə qeyd edərək kiçik lüğət hazırlayır. Orfoqrafik divar qəzetinin hazırlanması da maraqlı ola bilər. Səhv və düzgün yazılan sözlərin qarşılaşdırıldığı vizual posterlər (Məsələn: Yanlış: “əhvalad”, Doğru: “əhvalat” və s.). “Söz labirinti” oyunu təşkil edə bilərlər. Bu zaman şagirdlər yoldaşları üçün yalnız düzgün yazılmış sözlərdən keçən krossvordlar və ya vizual oyunlar qururlar. “Sözlərin nağılı” mövzusunda hekayələr tərtib edə bilərlər. Belə ki, tez-tez səhv yazılan sözləri nağıl qəhrəmanına çevirərək qısa və maraqlı nağıllar uydura bilərlər. Yazılışı tələffüzündən fərqlənən sözlərlə bağlı şəkilli kartların hazırlanması da şagirdlər üçün maraqlı ola bilər.

Müəllim layihə zamanı şagirdlərin səhvlərinə qarşı həssaslıq göstərməli, bu səhvləri qorxu obyektinə deyil, “öyrənmə fərsətinə” çevirməlidir. Müəllim sinifdə “Kahoot” və ya “Wordwall” vasitəsilə layihəyə uyğun kiçik orfoqrafiya yarışları da təşkil edə bilər. Valideynləri də layihənin yekun təqdimatına dəvət etməklə şagirdlərin motivasiyasını artırmaq olar.

Bu tip layihələr şagirdlərin nitq bacarıqlarını, dilə həssaslığını inkişaf etdirir.

Layihə texnologiyasının tətbiqi bir sıra üstünlüklərlə müşayiət olunur: şagird fəallığını artırır; müstəqil öyrənməni inkişaf etdirir; yaradıcı təfəkkürü formalaşdırır; kommunikativ bacarıqları gücləndirir; nəzəri biliklərin praktik tətbiqini təmin edir.

Bununla yanaşı, müəyyən çətinliklər də mövcuddur. Bu, vaxtın düzgün planlaşdırılmaması; bəzi şagirdlərin passivliyi; resurs çatışmazlığı; müəllimlərin layihə texnologiyaları üzrə hazırlıq səviyyəsinin kifayət etməməsidir ki, bu problemlərin aradan qaldırılması üçün müəllimlərin metodiki hazırlığının artırılması və dərs prosesində layihə fəaliyyətinə daha geniş yer verilməsi vacibdir.

Aparılmış araşdırma göstərir ki, layihə əsaslı təlim ibtidai siniflərdə Azərbaycan dili dərslərinin səmərəliliyinin artırılmasında mühüm rol oynayır. Bu texnologiya şagirdlərin dərsə marağını artırır və müstəqil fəaliyyətini stimullaşdırır. Nəticə etibarilə, Azərbaycan dili dərslərində layihə əsaslı təlim texnologiyalarının sistemli və məqsədyönlü tətbiqi müasir ibtidai təhsilin keyfiyyətinin yüksəldilməsi baxımından mühüm əhəmiyyət kəsb edir.

Açar sözlər: layihə əsaslı təlim, yeni təlim texnologiyaları, Azərbaycan dili, ibtidai təhsil, fəal təlim, şagirdyönlü yanaşma.

THE POSSIBILITY OF IMPLEMENTING PROJECTED TRAINING IN LESSONS OF THE AZERBAIJAN LANGUAGE IN PRIMARY CLASSES

Innovations in the modern education system necessitate the introduction of new approaches to the learning process. While in the traditional learning model the student mainly acts as a receiver of ready-made knowledge, in modern pedagogical approaches the main goal is to make him an active participant. In this regard, the application of new learning technologies is of particular relevance. One of such technologies is project-based learning.

Project-based learning is a learning model based on students conducting research on a specific problem, collecting information, presenting the results obtained, and creating a practical product. This technology creates conditions for the development of independent thinking, creative approach, cooperation, and communicative skills in students.

Azerbaijani language lessons in primary grades play an important role in the formation of students' speech skills, reading habits, logical and creative thinking. The use of project technologies in these lessons not only increases students' interest in the language, but also allows them to be involved in practical activities. Through projects, students not only acquire certain knowledge, but also learn to actively apply that knowledge. The active participation of the student in the learning process leads to a more sustainable and effective assimilation of knowledge.

On the other hand, social learning theory notes that cooperation and communication play an important role in the development of the child. Project activity also contributes to the development of the child because it is based on collective cooperation and interaction.

Project-based learning is characterized by features such as student-centeredness, problem-based approach, research activity, cooperation and group work, creative activity, and focus on practical results. Based on this technology, students learn to collect information, prepare presentations, justify their ideas, and work in teams.

Preparing projects in Azerbaijani language lessons has a positive effect on the development of the following skills:

- Development of speech skills. During project activities, students make presentations, hold discussions and try to express their ideas freely. This helps to develop their oral speech.
- Reading and text processing skills. In the process of preparing projects, various sources are used, texts are read and analyzed. As a result, students' reading comprehension skills develop.

- Formation of creative abilities. Project tasks allow students to think freely and prepare creative products. They prepare various presentations, albums, posters and booklets.
- Cooperation and social skills. During group projects, students learn to work together, divide tasks and communicate with each other.
- Increased motivation for learning. Practical activities increase students' interest in the lesson and make them more active in the learning process.

The organization of projects in Azerbaijani language lessons is carried out in certain stages:

1. Selection of the topic. The topic should be selected in accordance with the age characteristics and interests of the students. The topic of the project should be both practical and educational. For example: "My family"; "Azerbaijani fairy tales"; "Treasure of proverbs"; "My native land"; "My favorite book".

2. Planning stage. At this stage, the goal of the project is determined, tasks are distributed and the resources to be used are selected.

3. Research stage. Students collect information through books, textbooks and other sources. At this time, the teacher plays a guiding role.

4. Preparation of the final product. Various products are prepared as a result of the project: presentations; posters; albums; wall newspapers; skits; mini-booklets, etc.

5. Presentation and evaluation. Students present their projects to the class and the results are discussed. During evaluation, not only the final result, but also the level of participation in the process should be taken into account.

Practical project example:

Project Title: "The Magical World of Words"

Objective:

- * To develop students' correct spelling skills.
- * To enrich their vocabulary and develop the habit of using dictionaries.
- * To develop teamwork and presentation skills.

Project Stages:

1. During the preparatory stage, the topic is announced, and the goal of the project and the concept of "The Magical World of Words" are explained to students. The class is divided into small groups of 4-5 people. Each group is assigned the roles of lexicographer, artist, writer, and presenter.

2. Research and Implementation Stage. Students collect words that are frequently misspelled. Each group studies a specific spelling rule. Groups prepare materials based on the words and rules they have discovered.

3. Presentation and Evaluation. The prepared materials are displayed in the classroom or in the school hallway. Students' work is assessed based on their activity, accuracy, and creativity.

What can students prepare for a creative presentation? For example, they could create a brochure called "Magic Dictionary." Each group draws pictures of difficult words and creates a short dictionary, marking their correct spellings with colored letters. Creating a newspaper with spelling exercises could also be fun. Visual posters could be created that compare misspelled and correctly spelled words. A "Vocabulary Maze" game could be organized. During this time, students create crossword puzzles or visual games for their friends in which the path leads only through correctly spelled words. They could also compose stories on the theme "Fairy Tales of Words." This way, they can create short and engaging stories, transforming commonly misspelled words into fairy-tale characters. Students could also enjoy creating flashcards with pictures associated with words whose spelling differs from

their pronunciation. The teacher should be attentive to students' mistakes while working on the project and turn these errors into learning opportunities rather than a source of fear. The teacher can also organize small spelling bees in the classroom using Kahoot or Wordwall, appropriate to the project theme. Student motivation can be increased by inviting parents to the final project presentation.

Such projects develop students' oral communication skills and sensitivity to language.

The application of project technology is accompanied by a number of advantages: it increases student activity; develops independent learning; forms creative thinking; strengthens communicative skills; ensures the practical application of theoretical knowledge.

However, there are also certain difficulties. This is the lack of proper time planning; the passivity of some students; lack of resources; the insufficient level of preparation of teachers in project technologies, which means that in order to eliminate these problems, it is necessary to increase the methodological preparation of teachers and give a wider place to project activities in the teaching process.

The conducted research shows that project-based learning plays an important role in increasing the efficiency of Azerbaijani language lessons in primary grades. This technology increases students' interest in the lesson and stimulates independent activity. Consequently, the systematic and purposeful application of project-based learning technologies in Azerbaijani language lessons is of great importance in terms of improving the quality of modern primary education.

Keywords: project-based learning, new learning technologies, Azerbaijani language, primary education, active learning, student-centered approach.

INNOVATIVE APPROACHES TO ENHANCING PROFESSIONAL COMPETENCE OF FUTURE MATHEMATICS TEACHERS THROUGH DIGITAL GEOMETRY TECHNOLOGIES

Nafasov Ganisher Abdurashidovich¹,

¹Associate Professor of the Department of Mathematics, Doctor of Philosophy (PhD) in Pedagogical Sciences, Gulistan State University.

E-mail: gnafasov87@gmail.com

Ergashev Baxtiyor Baxriddinovich²,

²Senior Lecturer of the Department of Mathematics, Gulistan State University

Xayrullayeva Moxinabonu Sherzodovna³,

³1st-year Master's Student, Department of Mathematics, Gulistan State University, Uzbekistan

E-mail: xayrullayevamoxina30@gmail.com

Abstract

This article explores modern pedagogical strategies aimed at improving the professional competence of future mathematics teachers through the integration of digital geometry technologies. The study focuses on the role of interactive visualization tools and technology-based instructional methods in strengthening analytical thinking, geometric understanding, and teaching effectiveness. A mixed methodological approach involving observation, experimental activities, and comparative analysis was applied during the research process. The findings demonstrate that the systematic use of dynamic geometry software significantly improves students' visualization abilities, problem-solving performance, and pedagogical creativity. The research also highlights the importance of interdisciplinary integration and digital learning environments in contemporary teacher education. As a result, the proposed methodology serves as an effective model for preparing future mathematics teachers for innovative educational practices in the digital era.

Keywords: digital geometry, mathematics education, future teachers, visualization skills, interactive learning, pedagogical innovation, analytical thinking, educational technologies, professional competence, geometry instruction

INTRODUCTION

The rapid development of information technologies has transformed the educational system and created new demands for teacher preparation programs. In mathematics education, especially in geometry teaching, traditional instructional approaches are no longer sufficient for developing higher-order thinking skills and professional competence among future educators. Modern schools require teachers who can effectively combine theoretical mathematical knowledge with digital tools and interactive teaching methodologies.

Geometry is considered one of the most important branches of mathematics because it develops logical reasoning, spatial imagination, and analytical thinking. However, many students experience difficulties in understanding abstract geometric concepts when they are presented only through conventional teaching methods. Therefore, integrating digital technologies into geometry education has become a significant pedagogical necessity.

Recent educational studies emphasize that technology-supported visualization environments help learners better understand mathematical structures and improve cognitive engagement. Interactive software programs such as GeoGebra and other three-dimensional modeling platforms create opportunities for students to explore geometric relationships dynamically rather than passively memorizing formulas and definitions. Such environments also encourage independent learning, experimentation, and creative problem solving.

The purpose of this study is to investigate effective methodological approaches for developing the professional competence of future mathematics teachers through the use of digital geometry technologies. The research aims to determine how interactive modeling, visualization techniques, and technology-integrated instructional strategies influence analytical thinking and teaching readiness. In addition, the study examines the pedagogical value of interdisciplinary integration within mathematics education and its contribution to improving teaching quality in higher education institutions.

MATERIALS AND METHODS

The research was carried out among undergraduate students majoring in mathematics education at a higher educational institution. Both qualitative and quantitative methods were used to evaluate the effectiveness of digital technologies in developing professional competence and analytical skills.

The experimental process consisted of three main stages: diagnostic assessment, technological implementation, and pedagogical evaluation. During the first stage, students' initial knowledge of geometry, spatial reasoning abilities, and problem-solving skills were assessed through diagnostic tasks and surveys. The second stage involved the active use of digital geometry platforms, including GeoGebra, interactive modeling systems, and virtual visualization applications. Students completed a series of practical assignments related to geometric constructions, mathematical modeling, and analytical investigations.

Special attention was given to collaborative learning activities and project-based instruction. Students worked individually and in groups to create digital mathematical models and develop innovative lesson plans for secondary school geometry courses. Observation, interviews, and performance analysis were used to monitor cognitive development and instructional creativity throughout the experiment.

At the final stage, comparative statistical analysis was conducted to identify changes in students' professional competence, visualization skills, and methodological preparedness. The collected data allowed researchers to evaluate the pedagogical effectiveness of technology-supported instruction in mathematics teacher education.

RESULTS AND DISCUSSION

The results of the study showed that the integration of digital geometry technologies positively influenced the professional development of future mathematics teachers. Students who participated in technology-based learning

activities demonstrated higher levels of spatial imagination, analytical thinking, and problem-solving accuracy compared to those who studied through traditional instructional methods.

The use of interactive visualization tools significantly improved students' understanding of complex geometric concepts and strengthened their ability to connect theoretical knowledge with practical applications. In addition, students became more confident in designing innovative mathematics lessons and applying student-centered teaching approaches.

Another important finding of the research was the positive impact of interdisciplinary integration on learning motivation and cognitive engagement. By combining elements of technology, mathematics, and pedagogy, students developed a deeper understanding of educational processes and modern instructional requirements.

The study also revealed that digital educational environments reduce learning difficulties associated with abstract mathematical concepts. Through dynamic modeling and visual experimentation, learners were able to analyze geometric relationships more effectively and independently discover mathematical patterns.

Materials and methods. The experimental framework of this study was conducted with a cohort of preservice mathematics teachers to evaluate the effectiveness of the Integrative Technological Framework in fostering spatial reasoning skills. The research employs a mixed methods design which allows for a comprehensive analysis of both quantitative performance metrics and qualitative cognitive shifts [5]. The primary materials include dynamic geometry software systems such as GeoGebra 3D and various architectural modeling tools that facilitate the transition from theoretical abstraction to physical visualization. The methodology is structured into three progressive stages comprising diagnostic evaluation, integrative intervention, and didactic application. During the diagnostic stage students undergo standardized mental rotation assessments to establish a baseline for their spatial intuition. The intervention stage introduces specialized geometric tasks that require the synthesis of mathematical theory with engineering principles through digital manipulation [6]. Finally the didactic application phase requires participants to design original lesson plans that incorporate these integrative technologies for school level geometry instruction. This systematic approach ensures that participants do not merely learn to use digital tools but instead internalize the cognitive strategies necessary for advanced spatial transformation.

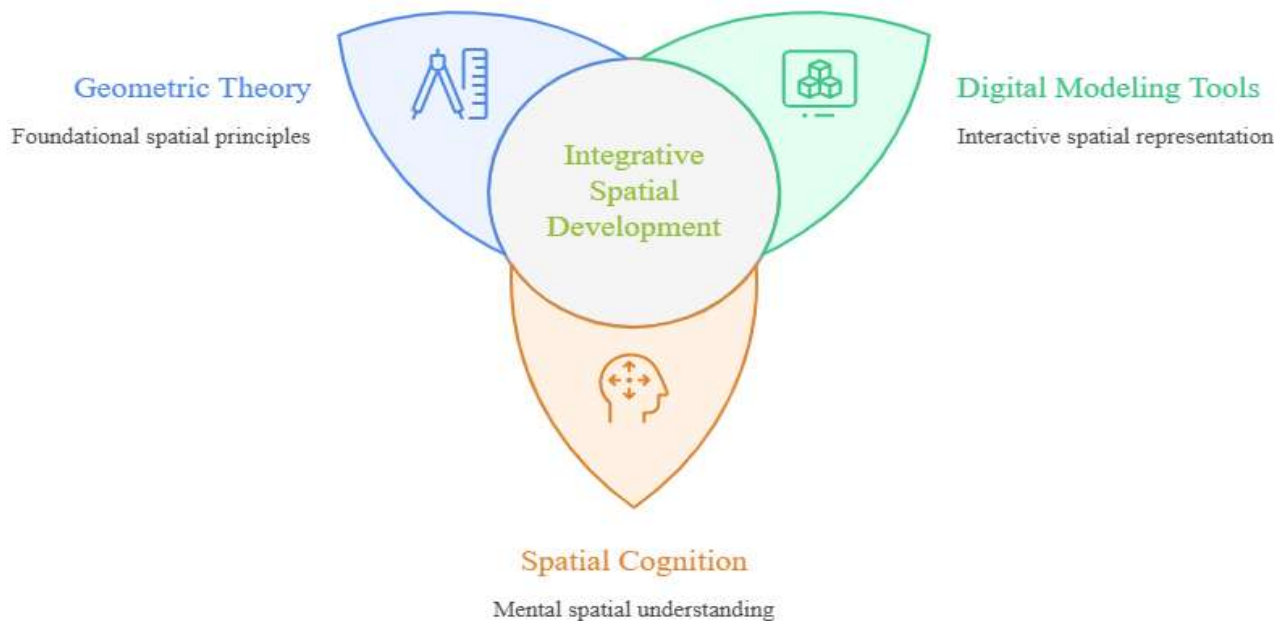


Figure 1. Conceptual framework of the integrative approach in geometry education

These findings confirm that technology-supported mathematics education contributes not only to academic achievement but also to the formation of essential professional competencies required in modern teaching practice.

CONCLUSION

In conclusion, the research demonstrates that the effective integration of digital geometry technologies into mathematics teacher education significantly improves the professional competence and analytical abilities of future educators. Interactive visualization tools and modeling environments create favorable conditions for developing logical reasoning, creative thinking, and pedagogical skills.

The study confirms that technology-enhanced instruction increases students' motivation, strengthens their understanding of geometric concepts, and supports innovative teaching practices. Moreover, interdisciplinary approaches in mathematics education contribute to the formation of flexible and adaptable professional competencies necessary for the digital age.

Therefore, higher education institutions should prioritize the systematic implementation of digital educational technologies in teacher training programs. Future research may focus on the long-term impact of technology-integrated instruction on classroom teaching effectiveness and students' academic performance in secondary education.

REFERENCES:

1. Alimov, Sh. A. (2021). Methods of developing spatial imagination of students in teaching geometry. Central Asian Journal of Mathematical Theory and Computer Sciences, volume 2, issue 11, pp. 24 29.
2. Battista, M. T. (2017). Conceptualizing and analyzing students' learning of geometry and visualization. Second Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning, volume 2, pp. 843 908.
3. Clements, D. H., & Sarama, J. (2020). Learning and Teaching Early Math: The Learning Trajectories Approach. Routledge, pp. 321 354.
4. Ismailov, A. S. (2022). Pedagogical conditions for the development of spatial thinking in future mathematics teachers through digital technologies. Scientific Reports of Bukhara State University, volume 6, issue 2, pp. 112 118.
5. Mix, K. S. (2019). The construction of spatial and numerical knowledge. Journal of Cognition and Development, volume 20, issue 2, pp. 210 235.
6. Newcombe, N. S. (2017). Harnessing spatial thinking to support STEM learning. OECD Education Working Papers, number 161, pp. 1 45.

DEVELOPING STUDENTS' SPATIAL THINKING AND ITS PEDAGOGICAL SIGNIFICANCE**Nafasov Ganisher Abdurashidovich¹,****¹Associate Professor of the Department of Mathematics, Doctor of Philosophy (PhD) in Pedagogical Sciences, Gulistan State University.****Nazirov Qobiljon Qosim o'g'li²,****²Senior Lecturer of the Department of Mathematics, Gulistan State University****A'zamova Ma'rifat Hamzayevna³,****³1st-year Master's Student, Department of Mathematics, Gulistan State University, Uzbekistan****E-mail: gnafasov87@gmail.com****Abstract**

This article examines the theoretical and practical foundations of developing students' spatial thinking and its pedagogical significance in the educational process. Spatial thinking is considered one of the essential cognitive components in mathematics education, especially in the study of geometry and analytical sciences. The research analyzes effective methods for improving students' spatial imagination, logical reasoning, and problem-solving abilities through innovative pedagogical technologies and digital learning tools. Interactive teaching methods, visualization strategies, and three-dimensional modeling technologies are explored as important factors in enhancing cognitive activity and professional competence. The findings reveal that the integration of modern educational technologies significantly improves students' creative and analytical thinking skills. Furthermore, the study highlights the importance of spatial thinking in the formation of future teachers' pedagogical competencies and professional readiness.

Keywords: spatial thinking, mathematics education, pedagogical technologies, geometric reasoning, cognitive development, visualization, digital learning, analytical thinking, professional competence, innovative teaching methods.

INTRODUCTION

In the context of rapid technological progress and educational modernization, the development of students' intellectual and creative potential has become one of the primary objectives of higher education institutions. Modern society requires specialists who are capable of independent thinking, analytical reasoning, and innovative problem solving. Therefore, the formation of spatial thinking among students is considered one of the most important pedagogical tasks in contemporary education.

Spatial thinking refers to the ability to perceive, analyze, imagine, and manipulate objects and their relationships in space. It plays a crucial role in mathematics, engineering, architecture, information technologies, and many other scientific disciplines. In mathematics education, especially in geometry, spatial thinking enables students to understand abstract concepts, interpret graphical representations, and solve complex problems effectively.

Traditional teaching methods often fail to provide sufficient opportunities for students to fully develop spatial imagination and visualization skills. As a result, many students experience difficulties in understanding geometric relationships and abstract mathematical structures. In this regard, the implementation of innovative pedagogical technologies and digital visualization tools has become increasingly important.

Modern educational approaches emphasize the use of interactive learning methods, multimedia resources, and three-dimensional modeling systems to enhance students' cognitive engagement and learning motivation. Such technologies not only improve academic achievement but also foster creativity, independent learning, and critical thinking.

The purpose of this research is to analyze the pedagogical significance of developing students' spatial thinking and to identify effective methodological approaches for improving spatial reasoning skills through modern educational technologies.

LITERATURE REVIEW AND METHODOLOGY

The issue of spatial thinking has been extensively studied in psychology, pedagogy, and mathematics education. Researchers such as Battista, Clements, Presmeg, and Newcombe have investigated the role of visualization and geometric reasoning in cognitive development and mathematics learning. Their studies confirm that spatial abilities can be significantly improved through systematic instructional interventions and technology-supported learning environments.

The methodology of this research is based on theoretical analysis, pedagogical observation, experimental activities, and comparative evaluation. During the study, diagnostic tasks and visualization exercises were designed to determine students' levels of spatial thinking and analytical reasoning.

The experimental research involved university students majoring in mathematics education. Participants were divided into two groups: an experimental group and a control group. The control group studied geometry through traditional teaching approaches, while the experimental group was taught using interactive pedagogical methods and digital technologies such as GeoGebra, 3D visualization software, and virtual modeling platforms.

Throughout the experiment, students completed practical assignments involving geometric constructions, spatial transformations, and analytical problem-solving tasks. Their performance, motivation, and cognitive development were systematically monitored and evaluated.

MAIN PART

The development of spatial thinking depends on several pedagogical and psychological factors. One of the most important factors is the effective use of visual learning materials in the educational process. Graphical representations, geometric models, and interactive diagrams help students understand abstract concepts more easily and accurately.

Interactive teaching methods also play a significant role in enhancing spatial reasoning. Techniques such as brainstorming, project-based learning, problem-based instruction, and collaborative activities encourage students to think independently and develop analytical skills.

Digital educational technologies create favorable conditions for improving students' visualization abilities. In particular, three-dimensional modeling systems allow learners to rotate, transform, enlarge, and analyze geometric objects from different perspectives. Such opportunities contribute to the formation of strong spatial imagination and cognitive flexibility.

The study demonstrated that students who participated in technology-supported learning activities showed higher levels of academic performance and problem-solving accuracy compared to those taught through conventional methods. Their ability to analyze geometric relationships and apply theoretical knowledge in practical situations improved considerably.

Moreover, spatial thinking has great pedagogical significance in the professional training of future teachers. A modern teacher should be able to explain complex concepts visually, use innovative technologies effectively, and organize student-centered learning environments. Therefore, the development of spatial reasoning skills contributes directly to the formation of professional pedagogical competence.

RESULTS AND DISCUSSION

The results of the experimental research revealed significant improvements in the spatial thinking abilities of students in the experimental group. Their performance in geometric visualization, analytical reasoning, and practical problem solving was considerably higher than that of students in the control group.

It was also observed that students became more motivated and actively engaged in the learning process when digital technologies and interactive methods were integrated into instruction. Visualization-based activities helped reduce learning difficulties associated with abstract mathematical concepts and increased students' confidence in solving complex tasks.

The discussion confirms that innovative pedagogical technologies play an essential role in modernizing mathematics education and improving the quality of teacher preparation. The integration of visualization tools and digital modeling systems contributes not only to cognitive development but also to the formation of creativity, independence, and professional readiness among future educators.

CONCLUSION

In conclusion, the development of students' spatial thinking is an essential component of modern education and professional training. Spatial reasoning significantly influences students' ability to understand mathematical concepts, solve analytical problems, and develop creative thinking skills.

The research demonstrates that the use of innovative pedagogical technologies, interactive teaching methods, and digital visualization tools effectively enhances students' spatial imagination and cognitive activity. Such approaches also contribute to the development of professional competencies required for future teachers in the digital age.

Therefore, higher educational institutions should prioritize the implementation of technology-supported instructional methods in mathematics and geometry education. Future studies may focus on exploring new strategies for improving spatial thinking and evaluating their long-term impact on educational quality and professional development.

REFERENCES

1. Battista, M. T. Spatial Visualization and Geometry Learning. Springer, 2019.
2. Clements, D. H., & Sarama, J. Learning and Teaching Geometry. Routledge, 2020.
3. Presmeg, N. Visualization in Mathematics Education // Journal of Mathematics Education. 2021, Vol. 15, pp. 45–58.
4. Newcombe, N. S. Spatial Thinking and STEM Education. Cambridge University Press, 2018.
5. Ismailov, A. S. Development of Spatial Thinking through Digital Technologies // Pedagogical Skills Journal. 2023, No. 4, pp. 112–118.
6. Sinclair, N., & Jackiw, N. Dynamic Geometry Environments in Mathematics Learning // International Handbook of Mathematics Education. 2018, pp. 115–140.
7. Alimuhamedov, A. Methods of Developing Mathematical Thinking. Tashkent: Fan Publishing, 2022.

PEDAGOGICAL TECHNOLOGY FOR DEVELOPING STUDENTS' SPATIAL IMAGINATION BASED ON A SYNERGETIC APPROACH

Nafasov Ganisher Abdurashidovich¹,

¹Associate Professor of the Department of Mathematics, Doctor of Philosophy (PhD) in Pedagogical Sciences, Gulistan State University.

Umarjonova Maxfirat Umidjonovna², Mamatkarimova Durdona Ikrom qizi³,

^{2,3}1st-year Master's Student, Department of Mathematics, Gulistan State University, Uzbekistan

E-mail: gnafasov87@gmail.com

Abstract

This article scientifically analyzes the pedagogical technology for developing students' spatial imagination based on a synergetic approach. Spatial imagination is considered one of the essential cognitive factors that shape logical thinking, geometric reasoning, and creative activity. The study reveals the essence of the synergetic approach, its integrative possibilities in the educational process, and its compatibility with innovative pedagogical technologies. Furthermore, the effectiveness of developing students' spatial thinking through digital modeling, interactive teaching methods, and visual educational tools is substantiated. The research findings demonstrate that the educational process organized on the basis of a synergetic approach contributes to the development of students' independent thinking, creativity, and professional competencies.

Keywords: synergetic approach, spatial imagination, pedagogical technology, mathematics education, visual thinking, innovative methods, geometric reasoning, interactive learning, digital modeling, pedagogical competence.

INTRODUCTION

Today, the modernization of the educational system and its organization based on innovative technologies have become one of the most urgent issues in pedagogy. Particularly in higher education, there is an increasing need to apply new pedagogical approaches aimed at developing students' creative and analytical thinking as well as preparing them for professional activity. From this perspective, the development of spatial imagination based on a synergetic approach acquires special scientific and pedagogical significance.

Spatial imagination refers to an individual's ability to visualize, analyze, and interpret the shapes, dimensions, positions, and relationships of objects in space. This ability plays a vital role in mastering disciplines such as mathematics, geometry, engineering, architecture, and information technologies. Students with well-developed spatial thinking can imagine complex geometric structures, think analytically, and approach problem-solving creatively.

The synergetic approach is a scientific concept based on the study of self-organization and interconnection within complex systems. In education, this approach requires an integrative and interdisciplinary organization of the learning process. It strengthens interdisciplinary integration, encourages students' independent inquiry, and promotes creative activity.

The purpose of this article is to scientifically substantiate the pedagogical technology for developing students' spatial imagination based on a synergetic approach and to determine its effectiveness in the educational process.

LITERATURE REVIEW AND METHODOLOGY

The issues of synergetic approaches and spatial thinking have been widely studied by both foreign and local researchers. In particular, G. Haken, one of the founders of synergetics theory, scientifically explained the principles of self-organization in complex systems. Problems related to mathematics education and spatial thinking development were investigated by researchers such as D. Clements, M. Battista, and N. Presmeg.

The methodology of the research was based on a systematic approach, pedagogical observation, experimental activities, diagnostic analysis, and statistical methods. The study involved students majoring in mathematics education at a higher educational institution.

The participants were divided into two groups:

- control group;
- experimental group.

Traditional teaching methods were applied in the control group, whereas the experimental group studied through pedagogical technologies based on the synergetic approach, interactive teaching methods, and digital visualization tools.

During the experiment, special assignments were developed using GeoGebra, 3D modeling software, virtual simulations, and multimedia technologies. Students' levels of spatial imagination were evaluated through diagnostic tests and practical tasks.

MAIN PART

Pedagogical Essence of the Synergetic Approach

The synergetic approach considers the educational process as a complex, open, and interconnected system. Within this approach, the student is not viewed as a passive recipient of knowledge but as an active participant capable of independently constructing knowledge. A synergetic educational environment is based on creative collaboration, integration, and interaction.

Lessons organized according to this approach help students develop:

- independent thinking;
- analytical problem-solving skills;
- innovative decision-making abilities;
- interdisciplinary understanding;
- creative activity.

Technology for Developing Spatial Imagination

The following pedagogical technologies are considered effective for developing students' spatial imagination:

Interactive Methods - Teaching methods such as brainstorming, clustering, project-based learning, case studies, and problem-based instruction contribute to the development of analytical and creative thinking.

Digital Modeling - Three-dimensional modeling and virtual visualization technologies allow students to observe geometric objects from different perspectives. This significantly enhances their spatial imagination and cognitive flexibility.

Integrative Education - The integration of mathematics, computer science, engineering, and pedagogy enables students to understand complex processes systematically.

Visual Pedagogical Tools - Graphic models, diagrams, animations, and multimedia resources facilitate the understanding of abstract concepts and improve cognitive perception.

RESEARCH RESULTS AND DISCUSSION

The results of the experimental research showed that students in the experimental group achieved significantly higher results in spatial imagination tasks. Their abilities in geometric modeling, logical analysis, and problem-solving improved considerably.

In addition, lessons organized on the basis of the synergetic approach increased students' motivation and active participation in the learning process. Students demonstrated greater independence and creativity in educational activities.

The findings indicate that the synergetic approach:

- improves educational effectiveness;
- develops spatial thinking;
- forms professional competencies;
- enhances innovative and creative thinking.

The discussion confirms that the integration of innovative pedagogical technologies and digital visualization tools is an effective means of modernizing mathematics education and preparing competitive future specialists.

CONCLUSION

In conclusion, the development of students' spatial imagination based on a synergetic approach is one of the important directions of modern pedagogy. Pedagogical technologies organized on the basis of this approach contribute to independent thinking, creative problem solving, and the formation of professional competencies.

The study proved that innovative pedagogical technologies, interactive teaching methods, and digital visualization tools are highly effective in developing spatial thinking. Therefore, it is advisable to widely implement synergetic approach-based methodologies in teaching mathematics and geometry in higher educational institutions.

Future research should focus on the application of artificial intelligence technologies and the creation of adaptive educational systems aimed at further improving students' spatial imagination and cognitive development.

REFERENCES

1. Haken, G. Synergetics: Introduction and Advanced Topics. Springer, 2017.
2. Battista, M. T. Spatial Visualization and Geometry Learning. Springer, 2019.
3. Clements, D. H., & Sarama, J. Learning and Teaching Geometry. Routledge, 2020.
4. Presmeg, N. Visualization in Mathematics Education // Journal of Mathematics Education. 2021. Vol. 15, pp. 45–58.
5. Newcombe, N. S. Spatial Thinking and STEM Education. Cambridge University Press, 2018.
6. Ismailov, A. S. The Role of Digital Technologies in Developing Spatial Thinking // Pedagogical Skills Journal. 2023. No. 4, pp. 112–118.
7. Xolmatov, Sh. Methods of Teaching Geometry. Tashkent: O'qituvchi Publishing House, 2021.

PEDAGOGICAL DESIGN TECHNOLOGY FOR DEVELOPING STUDENTS' SPATIAL IMAGINATION BASED ON PEDAGOGICAL-SYNERGETIC PRINCIPLES

Gaimnazarov Olimjon Gulmurodovich¹,

¹Associate Professor of the Department of Mathematics, Doctor of Philosophy (PhD) in Pedagogical Sciences, Gulistan State University.

Xikmatova Gulruh O'sar qizi², Ravshanova Sadabgul Azamat qizi³,

^{2,3}1st-year Master's Student, Department of Mathematics, Gulistan State University, Uzbekistan

E-mail: gnafasov87@gmail.com

Abstract

This article examines the scientific and pedagogical foundations of developing students' spatial imagination through design technology based on pedagogical-synergetic principles. In contemporary education, the formation of spatial imagination is considered one of the essential components of students' intellectual and professional development. The research analyzes the pedagogical possibilities of synergetic principles in organizing educational processes and improving students' cognitive activity. Particular attention is paid to project-based technologies, digital visualization tools, and integrative teaching methods aimed at enhancing spatial reasoning skills. The study substantiates the effectiveness of interdisciplinary integration, interactive learning environments, and innovative pedagogical technologies in fostering analytical thinking, creativity, and professional competence. The findings demonstrate that pedagogical design technology based on synergetic principles significantly improves students' spatial imagination, independent learning abilities, and innovative thinking.

Keywords: pedagogical synergetics, spatial imagination, design technology, innovative pedagogy, project-based learning, digital visualization, mathematics education, cognitive development, interdisciplinary integration, professional competence.

INTRODUCTION

The rapid development of science, technology, and digital education has created new demands for modern educational systems. Higher education institutions are now expected not only to provide theoretical knowledge but also to develop students' analytical thinking, creativity, and professional competencies. In this regard, the development of students' spatial imagination through innovative pedagogical technologies has become one of the urgent tasks of modern pedagogy.

Spatial imagination refers to the cognitive ability to visualize, manipulate, and analyze objects and their relationships in space. This ability is particularly important in mathematics, geometry, engineering, architecture, and information technologies. Students with highly developed spatial imagination can effectively interpret geometric structures, solve complex analytical problems, and apply theoretical knowledge in practical situations.

Traditional teaching methods often fail to ensure the effective development of spatial imagination because they mainly focus on reproductive learning rather than creative and interactive activity. Therefore, the implementation of pedagogical technologies based on synergetic principles has become increasingly important in higher education.

Pedagogical synergetics studies the educational process as an open, dynamic, and self-organizing system. According to this approach, learning occurs through interaction, integration, cooperation, and creative activity. The synergetic approach allows students to actively participate in knowledge construction, interdisciplinary problem solving, and project-based learning activities.

Project-based educational technology is considered one of the most effective methods for implementing synergetic principles in teaching. Through project activities, students independently explore educational problems, apply theoretical concepts in practical contexts, and develop creative and analytical skills.

The purpose of this article is to scientifically substantiate the pedagogical design technology for developing students' spatial imagination based on pedagogical-synergetic principles and to determine its effectiveness in the educational process.

LITERATURE REVIEW AND METHODOLOGY

Theoretical aspects of synergetic pedagogy and spatial thinking development have been widely investigated by foreign and local scholars. G. Haken, the founder of synergetics theory, explained the principles of self-organization and dynamic interaction within complex systems. Educational researchers such as D. Clements, M. Battista, N. Presmeg, and N. Newcombe emphasized the importance of visualization and spatial reasoning in mathematics education and cognitive development.

Project-based learning technologies were explored by J. Dewey and W. Kilpatrick, who highlighted the importance of active learning and practical experience in education. Modern studies also confirm that digital visualization environments and interactive technologies significantly improve students' spatial imagination and learning motivation.

The methodology of this research included:

- theoretical analysis;
- pedagogical observation;
- experimental research;
- diagnostic assessment;
- comparative statistical analysis.

The study was conducted among university students majoring in mathematics education. Participants were divided into control and experimental groups.

The control group studied through traditional instructional methods, while the experimental group was taught using pedagogical design technologies based on synergetic principles. During the experiment, students worked on interdisciplinary educational projects using GeoGebra, AutoCAD, 3D modeling systems, multimedia technologies, and virtual simulations.

Diagnostic tests, interviews, questionnaires, and practical assignments were used to evaluate the development of students' spatial imagination and professional competencies.

MAIN PART

Pedagogical-Synergetic Principles in Education

The pedagogical-synergetic approach considers education as a complex and self-organizing system based on interaction, cooperation, and integration. In this approach, the student becomes an active subject of the educational process rather than a passive recipient of information.

The main pedagogical-synergetic principles include:

- interdisciplinarity;
- openness and flexibility;

- self-organization;
- creativity and innovation;
- collaborative learning;
- integration of theory and practice.

These principles create favorable conditions for developing students' independent thinking and cognitive activity.

Design Technology for Developing Spatial Imagination

Project-based educational technology is one of the most effective means of implementing synergetic principles in the educational process. Through project activities, students develop practical skills, analytical reasoning, and creative problem-solving abilities.

The technology for developing spatial imagination includes several stages:

Diagnostic Stage - At this stage, students' initial levels of spatial imagination and analytical thinking are identified through special diagnostic tasks and visualization exercises.

Integrative Learning Stage - Students participate in interdisciplinary projects combining mathematics, geometry, computer science, engineering, and digital technologies. Interactive educational methods and collaborative learning activities are actively applied.

Digital Modeling Stage - Three-dimensional modeling software and virtual simulations are used to visualize geometric structures and spatial transformations. Students analyze objects from different perspectives and independently construct mathematical models.

Reflective-Evaluative Stage - Students evaluate project outcomes, analyze their learning experiences, and demonstrate the practical application of acquired knowledge and skills.

RESEARCH RESULTS AND DISCUSSION

The results of the experimental study demonstrated that students in the experimental group achieved significantly higher levels of spatial imagination and analytical thinking compared to the control group.

Students involved in project-based activities:

- solved geometric problems more effectively;
- demonstrated higher levels of creativity;
- showed increased motivation toward learning;
- improved their professional and communicative competencies.

Digital visualization technologies and interdisciplinary projects positively influenced students' ability to understand abstract mathematical concepts and apply them in practical contexts.

The research also revealed that pedagogical design technology based on synergetic principles contributes to the development of:

- independent learning skills;
- innovative thinking;
- collaborative activity;
- professional readiness.

These findings confirm the pedagogical effectiveness of integrating synergetic principles with project-based educational technologies in higher education.

CONCLUSION

In conclusion, the development of students' spatial imagination based on pedagogical-synergetic principles is one of the important directions of modern educational modernization. Project-based pedagogical technologies create effective conditions for developing students' analytical thinking, creativity, and professional competencies.

The study proved that interactive methods, digital visualization tools, and interdisciplinary integration significantly improve students' spatial reasoning and cognitive activity. Therefore, the implementation of pedagogical design technologies based on synergetic principles should become an essential component of higher education practice. Future research should focus on the integration of artificial intelligence technologies, adaptive educational systems, and virtual learning environments aimed at further improving students' spatial imagination and innovative competencies.

REFERENCES

1. Haken, G. Synergetics: Introduction and Advanced Topics. Springer, 2017.
2. Battista, M. T. Spatial Visualization and Geometry Learning. Springer, 2019.
3. Clements, D. H., & Sarama, J. Learning and Teaching Geometry. Routledge, 2020.
4. Presmeg, N. Visualization in Mathematics Education // Journal of Mathematics Education. 2021. Vol. 15, pp. 45–58.
5. Newcombe, N. S. Spatial Thinking and STEM Education. Cambridge University Press, 2018.
6. Dewey, J. Experience and Education. New York: Macmillan, 2015.
7. Kilpatrick, W. H. Project Method in Education // Teachers College Record. 2018. Vol. 19, pp. 319–335.
8. Ismailov, A. S. The Role of Digital Technologies in Developing Spatial Thinking // Pedagogical Skills Journal. 2023. No. 4, pp. 112–118.
9. Xolmatov, Sh. Methods of Teaching Geometry. Tashkent: O'qituvchi Publishing House, 2021. 

SOLVING PROBLEMS THAT DEVELOP STUDENTS' SPATIAL IMAGINATION BASED ON DESIGN TECHNOLOGY

Dushaboyev Olimjon Nazarovich¹,

¹Associate Professor of the Department of Mathematics, Doctor of Philosophy (PhD) in Pedagogical Sciences, Gulistan State University

Halimjonov Jamshid Panji o'g'li², Abdurashidov Javoxir Farxod o'g'li³,

^{2,3}1st-year Master's Student, Department of Mathematics, Gulistan State University, Uzbekistan

E-mail: gnafasov87@gmail.com

Abstract

This article discusses the scientific and pedagogical foundations of solving problems aimed at developing students' spatial imagination based on design technology. In modern education, spatial imagination is considered one of the important cognitive abilities that ensures students' analytical thinking, geometric reasoning, and creative activity. The study analyzes the role of project-based educational technologies, interactive methods, and digital visualization tools in improving spatial imagination. Special attention is paid to the use of geometrical modeling tasks, three-dimensional visualization, and interdisciplinary project activities in mathematics education. The research findings demonstrate that solving specially designed spatial problems through innovative pedagogical technologies significantly improves students' independent thinking, problem-solving skills, and professional competence. The article also substantiates the pedagogical effectiveness of integrating design technology into higher mathematics education.

Keywords: design technology, spatial imagination, mathematical problems, geometry education, project-based learning, visualization, innovative pedagogy, analytical thinking, digital modeling, professional competence.

INTRODUCTION

The modernization of the educational system and the rapid development of digital technologies require the implementation of innovative teaching methods aimed at improving students' intellectual and professional abilities. One of the important tasks of higher education is the development of students' spatial imagination, which plays a significant role in mastering mathematics, geometry, engineering, architecture, and technical sciences.

Spatial imagination refers to the ability to mentally visualize, transform, and analyze objects and their relationships in space. This ability enables students to understand geometric concepts deeply, solve complex analytical problems, and apply theoretical knowledge in practical situations. In mathematics education, especially in geometry, spatial imagination serves as an essential component of cognitive and professional development.

However, traditional teaching methods often focus mainly on theoretical explanation and mechanical memorization, which limits students' creative and analytical activity. As a result, many students experience difficulties in understanding abstract geometric structures and spatial relationships.

In this regard, project-based educational technologies and innovative pedagogical approaches become highly important. Design technology allows students to actively participate in the learning process, independently construct knowledge, and apply mathematical concepts in practical and interdisciplinary contexts. Through solving specially designed spatial problems, students develop logical reasoning, visualization skills, and creative thinking.

The purpose of this research is to scientifically substantiate the effectiveness of solving problems aimed at developing students' spatial imagination based on design technology and to identify pedagogical conditions that improve educational efficiency.

LITERATURE REVIEW AND METHODOLOGY

Theoretical aspects of spatial imagination and visualization in mathematics education were investigated by researchers such as M. Battista, D. Clements, N. Presmeg, and N. Newcombe. Their studies emphasize the importance of visual reasoning and interactive learning environments in cognitive development.

Project-based learning technologies were widely explored by J. Dewey and W. Kilpatrick, who considered practical activity and independent inquiry as the foundation of effective education. Modern pedagogical studies also confirm that digital technologies and visual modeling tools positively influence students' mathematical competence and learning motivation.

The methodology of this research included:

- theoretical analysis;
- pedagogical observation;
- experimental activities;
- diagnostic assessment;
- comparative statistical analysis.

The research was conducted among university students majoring in mathematics education. Students were divided into experimental and control groups.

The control group studied through traditional instructional methods, while the experimental group solved specially designed spatial imagination problems using project-based technologies, interactive teaching methods, and digital modeling systems such as GeoGebra and 3D visualization software.

Special mathematical tasks involving geometric transformations, projections, modeling, and spatial analysis were developed for the experiment. Students' levels of spatial imagination and analytical thinking were evaluated through practical assignments, tests, interviews, and project presentations.

MAIN PART

Theoretical Foundations of Spatial Imagination Development

Spatial imagination is considered an important component of intellectual activity and mathematical competence. It enables students to:

- mentally manipulate geometric objects;
- analyze spatial relationships;
- visualize multidimensional structures;
- solve non-standard mathematical problems;
- apply abstract concepts in practice.

The development of spatial imagination depends on active cognitive engagement, visualization activities, and practical problem-solving experiences.

Design Technology in Mathematics Education

Design technology is an educational approach based on project activity, creativity, and independent inquiry. In mathematics education, this technology creates favorable conditions for integrating theoretical knowledge with practical applications.

The main characteristics of design technology include:

- student-centered learning;
- interdisciplinary integration;
- practical problem solving;
- collaborative activity;
- innovative thinking;
- reflective evaluation.

Through project-based activities, students independently explore mathematical concepts, create visual models, and solve complex analytical problems.

Solving Spatial Imagination Problems

Specially designed mathematical problems aimed at developing spatial imagination include:

- geometric construction tasks;
- three-dimensional modeling problems;
- projection and transformation exercises;
- analytical visualization tasks;
- interdisciplinary modeling projects.

For example, students may construct geometric figures using digital modeling software, analyze spatial transformations, and create virtual mathematical models. Such activities strengthen visualization abilities and improve analytical reasoning.

Digital technologies play a significant role in this process. Interactive visualization systems allow students to rotate objects, examine them from different perspectives, and explore geometric relationships dynamically. As a result, students better understand abstract concepts and develop independent learning skills.

RESEARCH RESULTS AND DISCUSSION

The experimental research demonstrated that students in the experimental group achieved significantly higher results in spatial imagination tasks compared to the control group.

The findings revealed that:

- students improved their analytical and logical thinking abilities;
- visualization skills became more advanced;
- learning motivation increased considerably;
- students showed greater creativity and independence;
- professional competencies developed more effectively.

Project-based activities and digital modeling tasks positively influenced students' understanding of geometric structures and spatial relationships. Students became more confident in solving non-standard mathematical problems and applying theoretical concepts in practical contexts.

The research also confirmed that design technology contributes to:

active cognitive engagement;
collaborative learning;
interdisciplinary integration;
innovative and creative thinking.

The discussion highlights that solving spatial imagination problems through project-based technologies modernizes mathematics education and improves the quality of professional teacher preparation.

CONCLUSION

In conclusion, solving problems aimed at developing students' spatial imagination based on design technology is an effective pedagogical approach in modern education. Project-based learning activities, digital visualization tools, and interactive teaching methods significantly improve students' analytical thinking, creativity, and professional competence. The research proved that specially designed spatial imagination tasks help students better understand abstract mathematical concepts and apply them in practical situations. Therefore, the integration of design technology into mathematics and geometry education should become an important component of higher education modernization. Future research should focus on the implementation of artificial intelligence technologies, virtual educational environments, and adaptive learning systems for further improving students' spatial imagination and innovative competencies.

REFERENCES

1. Battista, M. T. Spatial Visualization and Geometry Learning. Springer, 2019.
2. Clements, D. H., & Sarama, J. Learning and Teaching Geometry. Routledge, 2020.
3. Presmeg, N. Visualization in Mathematics Education // Journal of Mathematics Education. 2021. Vol. 15, pp. 45–58.
4. Newcombe, N. S. Spatial Thinking and STEM Education. Cambridge University Press, 2018.
5. Dewey, J. Experience and Education. New York: Macmillan, 2015.
6. Kilpatrick, W. H. Project Method in Education // Teachers College Record. 2018. Vol. 19, pp. 319–335.
7. Haken, G. Synergetics: Introduction and Advanced Topics. Springer, 2017.
8. Ismailov, A. S. The Role of Digital Technologies in Developing Spatial Thinking // Pedagogical Skills Journal. 2023. No. 4, pp. 112–118.
9. Xolmatov, Sh. Methods of Teaching Geometry. Tashkent: O'qituvchi Publishing House, 2021.

IMPROVING THE EFFECTIVENESS OF MATHEMATICS TEACHING BASED ON STEM TECHNOLOGIES

Nafasov Ganisher Abdurashidovich¹,

¹Associate Professor of the Department of Mathematics, Doctor of Philosophy (PhD) in Pedagogical Sciences, Gulistan State University.

Shermatov Abduxoliq Sattorkulovich², Turaboev Og‘abek Usan o‘g‘li³,

^{2,3}1st-year Master’s Student, Department of Mathematics, Gulistan State University, Uzbekistan

E-mail: gnafasov87@gmail.com

Abstract

This article examines the pedagogical foundations and practical significance of improving the effectiveness of mathematics teaching through STEM technologies. Modern educational systems require innovative approaches that develop students’ analytical thinking, creativity, problem-solving abilities, and professional competencies. STEM education, which integrates science, technology, engineering, and mathematics, creates favorable conditions for organizing interdisciplinary and practice-oriented learning environments. The study analyzes the role of STEM technologies in enhancing students’ mathematical competence, cognitive activity, and learning motivation. Special attention is given to project-based learning, digital educational tools, modeling technologies, and interactive teaching methods. The research findings demonstrate that the implementation of STEM technologies significantly increases the effectiveness of mathematics teaching and contributes to the development of students’ independent and creative thinking skills.

Keywords: STEM education, mathematics teaching, innovative technologies, digital learning, project-based learning, analytical thinking, mathematical competence, interdisciplinary integration, educational technologies, problem-solving skills.

INTRODUCTION

The rapid development of science, technology, and digital transformation has fundamentally changed the requirements of modern education. Today, educational institutions are expected not only to provide theoretical knowledge but also to prepare students for practical problem solving, innovation, and professional activity in technologically advanced societies. In this context, improving the quality and effectiveness of mathematics teaching has become one of the most important priorities in educational modernization.

Mathematics is considered the foundation of scientific and technological development because it develops logical reasoning, analytical thinking, and problem-solving abilities. However, traditional teaching methods often focus mainly on memorization and theoretical explanation, which reduces students' motivation and practical understanding of mathematical concepts.

STEM education, which integrates Science, Technology, Engineering, and Mathematics, has emerged as an innovative educational approach aimed at solving this problem. STEM technologies create opportunities for interdisciplinary learning, practical experimentation, and project-based educational activities. Through STEM-oriented instruction, students apply mathematical knowledge to real-life situations and technological processes.

The integration of STEM technologies into mathematics education enhances students' creativity, critical thinking, collaboration, and digital competence. It also encourages active participation in the learning process and develops professional skills required in the modern labor market.

The purpose of this research is to scientifically substantiate the effectiveness of STEM technologies in improving mathematics teaching and to identify pedagogical conditions that contribute to the development of students' mathematical competencies and cognitive activity.

LITERATURE REVIEW AND METHODOLOGY

The theoretical foundations of STEM education were investigated by many researchers and educators. Studies conducted by J. Bybee, M. Sanders, and T. Kelley emphasized the importance of interdisciplinary integration and practice-oriented learning in modern education. Research by N. Newcombe and D. Clements highlighted the role of technological and visual learning environments in developing mathematical and analytical thinking.

Modern pedagogical studies confirm that STEM-based education positively influences students' academic achievement, creativity, and motivation. Digital educational tools, virtual laboratories, simulation technologies, and project-based learning environments are considered effective means for improving mathematics education.

The methodology of this research included:

- theoretical analysis;
- pedagogical observation;
- experimental activities;
- comparative statistical analysis;
- diagnostic assessment.

The study was conducted among university students and secondary school learners studying mathematics. Participants were divided into control and experimental groups.

The control group studied mathematics through traditional teaching methods, while the experimental group participated in STEM-based educational activities involving:

- digital modeling;

- engineering tasks;
- interactive simulations;
- project-based learning;
- mathematical experiments.

Various digital platforms such as GeoGebra, virtual laboratories, and multimedia educational tools were used during the experiment. Students' mathematical competence, analytical thinking, and learning motivation were evaluated through tests, practical assignments, and project presentations.

MAIN PART

Theoretical Foundations of STEM Education

STEM education is an interdisciplinary educational approach that combines science, technology, engineering, and mathematics into a unified learning system. The main purpose of STEM education is to prepare students for innovative and technological environments by developing practical and analytical skills.

The key principles of STEM education include:

- interdisciplinarity;
- problem-oriented learning;
- practical application of knowledge;
- creativity and innovation;
- collaborative learning;
- digital integration.

These principles contribute to the modernization of mathematics education and improve students' cognitive engagement.

STEM Technologies in Mathematics Teaching

The use of STEM technologies in mathematics education creates opportunities for transforming abstract mathematical concepts into practical and visual experiences. Digital educational tools and interactive technologies increase students' interest and improve learning efficiency.

Project-Based Learning - Project-based educational activities allow students to solve practical mathematical problems related to engineering, architecture, robotics, and programming. Such activities develop analytical reasoning and teamwork skills.

Digital Modeling and Visualization - Digital visualization technologies help students better understand geometric structures, functions, and mathematical relationships. Interactive simulations and 3D modeling systems make abstract concepts more accessible and understandable.

Engineering and Mathematical Integration - Engineering tasks integrated into mathematics lessons encourage students to apply formulas, measurements, and calculations in practical contexts. This strengthens mathematical competence and critical thinking.

Interactive Learning Technologies - Interactive educational platforms, multimedia resources, and virtual laboratories support active learning and increase students' motivation toward mathematics.

RESEARCH RESULTS AND DISCUSSION

The results of the experimental study showed that the implementation of STEM technologies significantly improved the effectiveness of mathematics teaching.

Students in the experimental group demonstrated:

- higher academic achievement;
- improved analytical and logical thinking;
- stronger problem-solving skills;
- increased motivation toward mathematics;
- better collaboration and communication abilities.

The use of project-based learning and digital modeling technologies positively influenced students' understanding of mathematical concepts and their practical application.

Students became more active participants in the educational process and showed greater creativity when solving mathematical tasks. STEM-based activities also contributed to the development of independent learning skills and professional competencies.

The discussion confirms that STEM technologies modernize mathematics education and create favorable conditions for preparing competitive specialists capable of adapting to rapidly changing technological environments.

CONCLUSION

In conclusion, STEM technologies play an important role in improving the effectiveness of mathematics teaching and modernizing the educational process. The integration of science, technology, engineering, and mathematics creates opportunities for interdisciplinary learning, practical problem solving, and cognitive development. The research demonstrated that STEM-based educational approaches significantly enhance students' mathematical competence, analytical thinking, creativity, and motivation. Digital technologies, project-based learning, and interactive educational environments improve students' understanding of mathematical concepts and support the formation of professional skills required in the digital age. Therefore, the implementation of STEM technologies should become one of the priority directions of mathematics education reform in higher and secondary educational institutions. Future research should focus on the integration of artificial intelligence technologies, adaptive educational systems, and virtual learning environments in STEM-oriented mathematics education.

REFERENCES

1. Bybee, R. W. The Case for STEM Education: Challenges and Opportunities. NSTA Press, 2018.
2. Sanders, M. STEM Education and Integrated Learning // Educational Review. 2019. Vol. 24, pp. 20–35.
3. Kelley, T., & Knowles, J. A Conceptual Framework for Integrated STEM Education // International Journal of STEM Education. 2016. Vol. 3, No. 11, pp. 1–12.
4. Clements, D. H., & Sarama, J. Learning and Teaching Mathematics with Technology. Routledge, 2020.
5. Newcombe, N. S. Spatial Thinking and STEM Education. Cambridge University Press, 2018.
6. Battista, M. T. Mathematical Visualization and Cognitive Development. Springer, 2019.
7. Dewey, J. Experience and Education. New York: Macmillan, 2015.
8. Ismailov, A. S. Digital Technologies in Mathematics Education // Pedagogical Skills Journal. 2023. No. 4, pp. 112–118.
9. Xolmatov, Sh. Modern Methods of Teaching Mathematics. Tashkent: O'qituvchi Publishing House, 2021.

METHODOLOGY FOR DEVELOPING CREATIVE COMPETENCIES OF FUTURE MATHEMATICS TEACHERS

Ergashev Baxtiyor Baxriddinovich¹,

¹Senior Lecturer of the Department of Mathematics, Gulistan State University

Rahimjonov Sanjarbek Qobiljon o'g'li², Teshayev Bekmurod Furqat o'g'li³,

^{2,3}1st-year Master's Student, Department of Mathematics, Gulistan State University, Uzbekistan

E-mail: gnafasov87@gmail.com

Abstract

This article examines the scientific and pedagogical foundations of developing creative competencies among future mathematics teachers. In the context of educational modernization and digital transformation, the formation of creativity-oriented professional competencies has become one of the most important objectives of teacher education. The study analyzes innovative pedagogical approaches, interactive teaching methods, and digital educational technologies aimed at improving the creative potential of future mathematics teachers. Particular attention is given to project-based learning, problem-oriented instruction, interdisciplinary integration, and reflective educational activities. The research findings demonstrate that the implementation of innovative methodologies significantly enhances students' creative thinking, professional readiness, and pedagogical competence. The article substantiates the effectiveness of competency-based educational technologies in preparing future mathematics teachers for modern educational environments.

Keywords: creative competence, mathematics education, future teachers, innovative pedagogy, professional competence, project-based learning, problem-based instruction, digital technologies, pedagogical creativity, interactive methods.

INTRODUCTION

The rapid development of science, technology, and information systems has created new demands for modern education. Today, higher educational institutions are expected not only to provide theoretical knowledge but also to prepare competitive specialists capable of creative thinking, innovation, and independent decision-making. In this regard, the development of creative competencies among future mathematics teachers has become one of the priority directions of educational reform.

Creativity is considered an important component of professional competence because it enables teachers to organize effective educational processes, apply innovative teaching methods, and solve pedagogical problems in non-standard ways. In mathematics education, creative competence plays a particularly significant role due to the abstract and analytical nature of mathematical thinking.

Traditional methods of teacher preparation often focus mainly on reproductive learning and theoretical instruction, which limits students' creative activity and independent inquiry. Therefore, there is a growing need for innovative pedagogical methodologies that encourage future teachers to think critically, solve problems creatively, and integrate digital technologies into the learning process.

Modern pedagogical approaches emphasize the importance of project-based learning, collaborative educational activities, interdisciplinary integration, and digital educational technologies in developing creativity. Such approaches create favorable conditions for improving students' professional competence, pedagogical flexibility, and innovative thinking.

The purpose of this research is to scientifically substantiate the methodology for developing creative competencies of future mathematics teachers and to identify effective pedagogical conditions that improve professional training in higher education institutions.

LITERATURE REVIEW AND METHODOLOGY

Theoretical aspects of creativity and professional competence development have been investigated by many researchers. Studies by J. Guilford, E. Torrance, and H. Gardner emphasized the importance of creativity in intellectual and professional activity. Modern pedagogical scholars such as D. Clements, N. Presmeg, and M. Battista highlighted the role of innovative educational environments and interactive technologies in mathematics education.

Research related to competency-based education confirms that professional competence includes not only subject knowledge but also creativity, communication, critical thinking, and technological literacy. Contemporary educational theories also stress the importance of student-centered instruction and active learning methods in teacher preparation.

The methodology of this research included:

- theoretical analysis;
- pedagogical observation;
- experimental activities;
- diagnostic assessment;
- comparative statistical analysis.

The study was conducted among university students majoring in mathematics education. Participants were divided into experimental and control groups.

The control group studied through traditional teaching methods, while the experimental group participated in innovative educational activities involving:

- project-based learning;
- problem-based instruction;
- collaborative tasks;
- digital educational technologies;
- reflective and creative assignments.

Various digital platforms, interactive software, and multimedia educational resources were applied during the experimental process. Students' levels of creative competence were evaluated through practical tasks, presentations, pedagogical projects, and diagnostic tests.

MAIN PART

Theoretical Foundations of Creative Competence

Creative competence is defined as the ability to generate original ideas, solve professional problems innovatively, and adapt effectively to changing educational conditions. For future mathematics teachers, creative competence includes:

- analytical and critical thinking;
- innovative pedagogical activity;

independent problem solving;
flexibility in educational situations;
technological and digital literacy.

The development of creative competence requires active cognitive engagement and innovative educational environments.

Methodology for Developing Creative Competencies

Project-Based Learning - Project-based learning creates opportunities for students to independently investigate educational problems and apply theoretical knowledge in practical contexts. Through mathematical projects, future teachers develop creativity, research skills, and collaborative abilities.

Problem-Based Instruction - Problem-oriented learning encourages students to solve non-standard mathematical and pedagogical tasks. Such activities improve analytical reasoning, independent thinking, and professional flexibility.

Interactive Teaching Methods - Interactive methods such as brainstorming, debates, case studies, and group discussions stimulate students' creative activity and communication skills.

Digital Educational Technologies - Digital tools and multimedia resources increase students' engagement and support innovative learning experiences. GeoGebra, virtual simulations, and interactive mathematical software improve visualization and creative exploration.

Reflective Activities - Reflection allows students to evaluate their learning experiences, identify strengths and weaknesses, and improve professional self-development.

RESEARCH RESULTS AND DISCUSSION

The results of the experimental study demonstrated that the methodology aimed at developing creative competencies significantly improved students' professional and cognitive abilities.

Students in the experimental group showed:

higher levels of creative thinking;
improved problem-solving abilities;
increased motivation toward professional activity;
stronger communication and collaboration skills;
better technological competence.

Project-based learning and interactive educational methods positively influenced students' independence and pedagogical creativity. Students became more active participants in the learning process and demonstrated innovative approaches to solving mathematical and educational problems.

The findings also revealed that digital educational technologies create favorable conditions for developing creative competence and modern professional skills required for future mathematics teachers.

The discussion confirms that innovative pedagogical methodologies modernize teacher education and contribute to the formation of highly qualified and creative specialists.

CONCLUSION

In conclusion, the development of creative competencies among future mathematics teachers is one of the essential objectives of modern higher education. Innovative pedagogical approaches, interactive teaching

methods, project-based learning, and digital educational technologies significantly improve students' creativity, professional competence, and pedagogical readiness. The research proved that competency-based educational methodologies create favorable conditions for preparing future teachers capable of adapting to modern educational challenges and implementing innovative instructional strategies. Therefore, higher educational institutions should widely integrate creativity-oriented pedagogical technologies into mathematics teacher training programs. Future research should focus on the implementation of artificial intelligence technologies, adaptive educational systems, and virtual educational environments aimed at further improving creative competence development.

REFERENCES

1. Guilford, J. P. The Nature of Human Intelligence. McGraw-Hill, 2018.
2. Torrance, E. P. Creativity in Education and Learning. Harper & Row, 2017.
3. Gardner, H. Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences. Basic Books, 2016.
4. Clements, D. H., & Sarama, J. Learning and Teaching Mathematics with Technology. Routledge, 2020.
5. Battista, M. T. Mathematical Visualization and Cognitive Development. Springer, 2019.
6. Presmeg, N. Visualization in Mathematics Education // Journal of Mathematics Education. 2021. Vol. 15, pp. 45–58.
7. Dewey, J. Experience and Education. New York: Macmillan, 2015.
8. Ismailov, A. S. Innovative Technologies in Mathematics Education // Pedagogical Skills Journal. 2023. No. 4, pp. 112–118.
9. Xolmatov, Sh. Modern Methods of Teaching Mathematics. Tashkent: O'qituvchi Publishing House, 2021.

DEVELOPING STUDENTS' CRITICAL THINKING THROUGH MATHEMATICAL PROBLEMS**Nafasov Ganisher Abdurashidovich¹,****¹ Associate Professor of the Department of Mathematics, Doctor of Philosophy (PhD) in Pedagogical Sciences, Gulistan State University.****Ashirqulov Azizbek Shavkat o'g'li², Mustafaulov Samandar Ilhom o'g'li³,****^{2,3} Student of Group 4-22, Department of Mathematics, Gulistan State University,
Uzbekistan****E-mail: gnafasov87@gmail.com****Abstract**

This article explores the pedagogical foundations of developing students' critical thinking skills through mathematical problem solving. In modern education, critical thinking is considered one of the most important competencies required for intellectual and professional development. Mathematics, as a discipline based on logical reasoning and analytical processes, creates favorable conditions for the formation of independent and critical thinking abilities. The research analyzes innovative pedagogical approaches, problem-based learning methods, and interactive educational technologies aimed at improving students' analytical reasoning and cognitive activity. Special attention is given to non-standard mathematical problems, project-based tasks, and digital educational environments. The findings demonstrate that systematic work with mathematical problems significantly enhances students' critical thinking, creativity, problem-solving abilities, and professional competence.

Keywords: critical thinking, mathematical problems, mathematics education, analytical reasoning, problem-based learning, innovative pedagogy, cognitive development, logical thinking, digital technologies, professional competence.

INTRODUCTION

The rapid development of science, technology, and information systems has fundamentally changed the objectives of modern education. Today, educational institutions are expected not only to provide theoretical knowledge but also to prepare individuals capable of independent thinking, analytical reasoning, and creative problem solving. In this regard, the development of students' critical thinking has become one of the priority directions of educational reform.

Critical thinking is defined as the ability to analyze information objectively, evaluate evidence logically, make reasoned conclusions, and solve problems effectively. It enables students to think independently, identify relationships between concepts, and approach problems from multiple perspectives. In mathematics education, critical thinking is especially important because mathematical activity is directly connected with analysis, logic, and reasoning.

Traditional teaching methods often emphasize memorization and repetitive exercises rather than independent inquiry and analytical thinking. As a result, students may experience difficulties in solving non-standard mathematical problems and applying theoretical knowledge in practical situations.

Mathematical problems play a significant role in overcoming these challenges. Through solving mathematical tasks, students develop logical reasoning, analytical thinking, creativity, and intellectual independence. Non-standard and problem-oriented mathematical exercises encourage learners to analyze conditions, formulate hypotheses, compare alternative solutions, and justify conclusions.

The purpose of this research is to scientifically substantiate the role of mathematical problems in developing students' critical thinking and to identify effective pedagogical conditions for improving analytical and cognitive competencies in mathematics education.

LITERATURE REVIEW AND METHODOLOGY

Theoretical aspects of critical thinking development were investigated by many researchers including J. Dewey, R. Ennis, and P. Facione. Their studies emphasized the importance of reflective thinking, logical analysis, and problem-solving activity in education.

Research related to mathematics education by D. Clements, M. Battista, and N. Presmeg highlighted the role of mathematical reasoning and visualization in cognitive development. Modern pedagogical studies confirm that problem-based learning and interactive teaching methods positively influence students' critical thinking skills and learning motivation.

The methodology of this research included:

- theoretical analysis;
- pedagogical observation;
- experimental activities;
- diagnostic assessment;
- comparative statistical analysis.

The study was conducted among university students studying mathematics and mathematics education. Participants were divided into experimental and control groups.

The control group studied mathematics through traditional instructional methods, while the experimental group solved specially designed mathematical problems aimed at developing critical thinking skills. The educational process included:

- problem-based learning;
- project activities;
- logical and analytical tasks;
- collaborative discussions;
- reflective assignments;
- digital educational technologies.

Students' levels of critical thinking were evaluated through practical assignments, analytical tests, mathematical projects, and interviews.

MAIN PART

Theoretical Foundations of Critical Thinking

Critical thinking is considered one of the essential intellectual competencies in modern education. It includes:

- analytical reasoning;
- logical evaluation;
- independent decision-making;

- argumentation and justification;
- problem-solving ability;
- reflective thinking.

Mathematics creates favorable conditions for developing these competencies because mathematical activity requires evidence-based reasoning and analytical interpretation.

The Role of Mathematical Problems in Critical Thinking Development

Mathematical problems encourage students to:

- analyze information systematically;
- identify relationships and patterns;
- formulate hypotheses;
- compare alternative methods;
- evaluate solutions critically.

Non-standard mathematical problems are especially effective because they require students to apply creative and analytical thinking rather than mechanical memorization.

Problem-Based Learning - Problem-based learning is one of the most effective approaches for developing critical thinking. In this method, students independently investigate mathematical situations, discuss possible solutions, and justify their conclusions logically.

Logical and Analytical Tasks - Logical tasks and analytical exercises improve students' ability to reason systematically and evaluate mathematical arguments critically.

Project-Based Mathematical Activities - Project activities help students connect mathematics with practical and interdisciplinary contexts. Through projects, students develop creativity, collaboration skills, and independent inquiry abilities.

Digital Educational Technologies - Interactive software, virtual simulations, and multimedia educational platforms enhance students' cognitive engagement and support analytical exploration. Digital tools create opportunities for visualizing mathematical processes and testing hypotheses dynamically.

RESEARCH RESULTS AND DISCUSSION

The results of the experimental study demonstrated that students in the experimental group showed significantly higher levels of critical thinking compared to the control group.

The findings revealed that students who regularly solved analytical and non-standard mathematical problems:

- improved logical reasoning abilities;
- became more independent in decision-making;
- demonstrated greater creativity in solving tasks;
- developed stronger analytical and evaluative skills;
- increased motivation toward mathematics learning.

Problem-based and project-oriented educational activities positively influenced students' communication and collaboration skills. Students actively participated in discussions, defended their solutions logically, and evaluated alternative approaches critically.

The research also confirmed that digital educational technologies and interactive learning environments create favorable conditions for enhancing students' cognitive activity and critical thinking development.

The discussion highlights that systematic work with mathematical problems modernizes mathematics education and improves the quality of professional and intellectual preparation.

CONCLUSION

In conclusion, mathematical problems play an important role in developing students' critical thinking skills and cognitive competencies. Problem-based learning, analytical exercises, project activities, and digital educational technologies significantly improve students' logical reasoning, creativity, and independent thinking abilities.

The research proved that specially designed mathematical problems create effective pedagogical conditions for forming analytical and evaluative skills required in modern educational and professional environments.

Therefore, higher educational institutions should widely integrate problem-oriented and interactive methodologies into mathematics education. Future research should focus on the use of artificial intelligence technologies, adaptive learning systems, and virtual educational environments aimed at further improving critical thinking development through mathematics teaching.

REFERENCES

1. Dewey, J. How We Think. Boston: D.C. Heath & Co., 2016.
2. Ennis, R. H. Critical Thinking Across the Curriculum. Routledge, 2018.
3. Facione, P. A. Critical Thinking: What It Is and Why It Counts. Insight Assessment, 2020.
4. Clements, D. H., & Sarama, J. Learning and Teaching Mathematics with Technology. Routledge, 2020.
5. Battista, M. T. Mathematical Visualization and Cognitive Development. Springer, 2019.
6. Presmeg, N. Visualization in Mathematics Education // Journal of Mathematics Education. 2021. Vol. 15, pp. 45–58.
7. Newcombe, N. S. Spatial Thinking and STEM Education. Cambridge University Press, 2018.
8. Ismailov, A. S. Innovative Technologies in Mathematics Education // Pedagogical Skills Journal. 2023. No. 4, pp. 112–118.
9. Xolmatov, Sh. Modern Methods of Teaching Mathematics. Tashkent: O'qituvchi Publishing House, 2021.

FORMING LOGICAL THINKING THROUGH GEOMETRIC PROBLEMS**Olimov Bahriddin Jalol o'g'li², Nafasov Ganisher Abdurashidovich¹,****^{1,2} Associate Professor of the Department of Mathematics, Doctor of Philosophy (PhD) in Pedagogical Sciences, Gulistan State University.****E-mail: gnafasov87@gmail.com****Eshmamatov Davron Mamarasul o'g'li³****³Student of Group 4-22, Department of Mathematics, Gulistan State University,****Uzbekistan****E-mail: davron1605@mail.ru****Abstract**

This article examines the pedagogical foundations of forming students' logical thinking through geometric problems. In modern education, the development of logical reasoning is considered one of the essential conditions for intellectual growth and professional competence. Geometry, as a branch of mathematics based on analysis, proof, and spatial reasoning, plays an important role in the formation of students' logical and analytical thinking abilities. The study analyzes innovative pedagogical approaches, problem-based learning methods, and interactive educational technologies aimed at improving students' reasoning skills through geometric problem solving. Particular attention is given to proof-based tasks, visualization techniques, modeling activities, and digital educational environments. The research findings demonstrate that systematic work with geometric problems significantly enhances students' logical thinking, analytical competence, creativity, and independent learning abilities.

Keywords: logical thinking, geometric problems, geometry education, mathematical reasoning, analytical thinking, problem-based learning, visualization, innovative pedagogy, digital technologies, cognitive development.

INTRODUCTION

The modernization of contemporary education requires the preparation of individuals who are capable of logical reasoning, analytical problem solving, and independent decision-making. In this regard, the formation of logical thinking has become one of the primary objectives of mathematics education.

Logical thinking refers to the ability to analyze information systematically, establish relationships between concepts, evaluate arguments critically, and make justified conclusions. It plays a vital role in intellectual activity and professional development. Among mathematical disciplines, geometry occupies a special place in the development of logical reasoning because it is based on deduction, proof, comparison, and spatial analysis.

Geometric problems encourage students to think analytically, identify patterns, formulate hypotheses, and justify mathematical conclusions. Through solving geometric tasks, students learn to apply theoretical knowledge practically and develop reasoning strategies necessary for scientific and professional activity.

However, traditional teaching approaches often emphasize memorization of formulas and mechanical problem solving rather than the development of reasoning abilities. As a result, students may face difficulties in understanding geometric relationships and constructing logical proofs independently.

Modern pedagogical technologies and problem-oriented instructional methods create favorable conditions for overcoming these difficulties. Interactive educational environments, digital visualization tools, and project-based

learning activities help students actively engage in mathematical inquiry and improve their analytical competencies.

The purpose of this article is to scientifically substantiate the role of geometric problems in forming students' logical thinking and to identify effective pedagogical conditions for improving analytical reasoning in geometry education.

LITERATURE REVIEW AND METHODOLOGY

Theoretical aspects of logical thinking and mathematical reasoning have been widely investigated by researchers such as J. Piaget, J. Dewey, G. Polya, and R. Ennis. Their studies emphasized the importance of problem-solving activity, reflective thinking, and analytical reasoning in education.

Research conducted by D. Clements, M. Battista, and N. Presmeg highlighted the role of geometry and visualization in cognitive development and mathematical competence formation. Contemporary pedagogical studies confirm that interactive learning environments and digital technologies positively influence students' reasoning abilities and motivation toward mathematics learning.

The methodology of this research included:

- theoretical analysis;
- pedagogical observation;
- experimental activities;
- comparative statistical analysis;
- diagnostic assessment.

The study was conducted among university students studying mathematics and mathematics education. Participants were divided into experimental and control groups.

The control group studied geometry through traditional teaching methods, while the experimental group participated in educational activities focused on:

- problem-based learning;
- proof-oriented geometric tasks;
- visualization exercises;
- collaborative discussions;
- digital modeling technologies.

Special geometric problems aimed at developing logical thinking were designed during the experiment. Students' analytical abilities and reasoning skills were evaluated through tests, practical assignments, interviews, and project activities.

MAIN PART

Theoretical Foundations of Logical Thinking

Logical thinking is considered one of the essential components of cognitive activity. It includes:

- analytical reasoning;
- comparison and classification;
- deduction and induction;

evaluation and justification;
independent problem solving.

Geometry provides effective opportunities for developing these competencies because geometric activity requires proof construction, visualization, and analytical interpretation.

The Role of Geometric Problems in Logical Thinking Formation

Geometric problems help students:

analyze mathematical relationships;
identify patterns and structures;
construct logical proofs;
compare alternative solution methods;
justify conclusions systematically.

Non-standard geometric tasks are especially effective because they require students to apply creative and analytical reasoning rather than memorized procedures.

Proof-Based Learning

Proof-oriented instruction develops students' ability to reason logically and defend mathematical arguments. Through proving geometric theorems, students learn systematic analysis and evidence-based thinking.

Visualization and Modeling - Visualization techniques and geometric modeling strengthen students' understanding of abstract mathematical concepts. Diagrams, graphical models, and dynamic geometry software improve cognitive perception and spatial reasoning.

Problem-Based Instruction - Problem-oriented educational activities encourage students to investigate geometric situations independently and develop critical and logical thinking skills.

Digital Educational Technologies - Interactive educational technologies such as GeoGebra and virtual geometry environments create opportunities for dynamic exploration of geometric relationships. Students can manipulate figures, test hypotheses, and analyze mathematical patterns visually.

RESEARCH RESULTS AND DISCUSSION

The results of the experimental study demonstrated that students in the experimental group showed significantly higher levels of logical thinking and analytical reasoning compared to the control group.

The findings revealed that students who regularly solved proof-based and non-standard geometric problems:

improved analytical reasoning abilities;
demonstrated stronger logical proof skills;
developed greater independence in problem solving;
increased motivation toward geometry learning;
enhanced creativity and cognitive flexibility.

Visualization technologies and interactive learning environments positively influenced students' understanding of geometric structures and logical relationships. Collaborative discussions and project-based activities also improved communication and argumentation skills.

The research confirmed that systematic work with geometric problems modernizes geometry education and contributes to the development of professional competencies required for future mathematics teachers and specialists.

CONCLUSION

In conclusion, geometric problems play an important role in forming students' logical thinking and analytical competencies. Problem-based learning, proof-oriented instruction, visualization techniques, and digital educational technologies significantly improve students' reasoning abilities, creativity, and independent thinking. The study proved that specially designed geometric tasks create effective pedagogical conditions for developing logical reasoning and cognitive activity. Therefore, modern geometry education should prioritize interactive and analytical approaches aimed at forming students' intellectual and professional competencies. Future research should focus on the integration of artificial intelligence technologies, adaptive educational systems, and virtual learning environments for further improving logical thinking development through geometry education.

REFERENCES

1. Piaget, J. The Psychology of Intelligence. Routledge, 2017.
2. Dewey, J. How We Think. Boston: D.C. Heath & Co., 2016.
3. Polya, G. How to Solve It. Princeton University Press, 2014.
4. Ennis, R. H. Critical Thinking Across the Curriculum. Routledge, 2018.
5. Clements, D. H., & Sarama, J. Learning and Teaching Geometry. Routledge, 2020.
6. Battista, M. T. Spatial Visualization and Geometry Learning. Springer, 2019.
7. Presmeg, N. Visualization in Mathematics Education // Journal of Mathematics Education. 2021. Vol. 15, pp. 45–58.
8. Newcombe, N. S. Spatial Thinking and STEM Education. Cambridge University Press, 2018.
9. Xolmatov, Sh. Methods of Teaching Geometry. Tashkent: O'qituvchi Publishing House, 2021.

DEVELOPING STUDENTS' ANALYTICAL THINKING BASED ON MATHEMATICAL MODELING

Narjigitov Husanbay¹,

¹Associate Professor of the Department of Mathematics, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Gulistan State University.

Kuchkarova Sarvinoz Ilhom qizi²,

²1st-year Master's Student, Department of Mathematics, Gulistan State University, Uzbekistan

Jonibekova Malikaxon Davronbek qizi³,

³1st-year Master's Student, Department of Mathematics, Gulistan State University, Uzbekistan

E-mail: gnafasov87@gmail.com

Abstract

This article examines the scientific and pedagogical foundations of developing students' analytical thinking through mathematical modeling. In modern education, analytical thinking is considered one of the key competencies necessary for solving complex scientific and practical problems. Mathematical modeling serves as an effective educational tool that integrates theoretical knowledge with practical application and develops students' logical reasoning, critical analysis, and problem-solving abilities. The study analyzes innovative pedagogical approaches, modeling technologies, and interdisciplinary methods aimed at improving analytical competence in mathematics education. Particular attention is given to real-world mathematical models, digital simulation technologies, and project-based educational activities. The research findings demonstrate that the systematic use of mathematical modeling significantly enhances students' analytical thinking, creativity, independent learning, and professional competence.

Keywords: mathematical modeling, analytical thinking, mathematics education, innovative pedagogy, problem-solving, digital technologies, cognitive development, project-based learning, interdisciplinary integration, professional competence.

INTRODUCTION

The rapid development of science, technology, engineering, and digital systems has significantly increased the demand for specialists capable of analytical reasoning and effective problem solving. Modern educational systems are therefore expected to prepare students not only with theoretical knowledge but also with the ability to apply mathematical concepts to real-life and scientific situations.

Analytical thinking is considered one of the essential intellectual competencies that enables individuals to analyze information systematically, identify relationships, evaluate evidence logically, and make reasoned decisions. Mathematics education plays a vital role in developing analytical thinking because mathematical activity is based on logic, abstraction, reasoning, and modeling.

Among modern pedagogical approaches, mathematical modeling occupies a special place as an effective means of connecting theoretical mathematics with practical applications. Mathematical modeling refers to the process of representing real-world phenomena through mathematical structures, equations, graphs, and algorithms. It enables students to investigate complex situations, formulate assumptions, test hypotheses, and interpret results analytically.

Traditional teaching methods often emphasize memorization and algorithmic exercises rather than analytical investigation and independent inquiry. As a result, many students experience difficulties in applying mathematical knowledge to practical situations and solving non-standard problems.

Mathematical modeling overcomes these limitations by creating interdisciplinary and practice-oriented educational environments. Through modeling activities, students actively participate in research processes, develop critical and analytical thinking, and improve their professional competencies.

The purpose of this research is to scientifically substantiate the role of mathematical modeling in developing students' analytical thinking and to identify effective pedagogical conditions for improving cognitive and professional competencies in mathematics education.

LITERATURE REVIEW AND METHODOLOGY

Theoretical aspects of mathematical modeling and analytical thinking have been investigated by many researchers including G. Polya, H. Freudenthal, E. Blum, and J. Dewey. Their studies emphasized the importance of problem-solving activity, practical application of mathematics, and reflective thinking in education.

Research conducted by D. Clements, M. Battista, and N. Presmeg highlighted the role of visualization, interdisciplinary integration, and digital technologies in cognitive development and mathematical competence formation.

Modern pedagogical studies confirm that mathematical modeling positively influences students' analytical reasoning, creativity, and independent learning abilities. Digital educational technologies, simulation systems, and project-based learning environments are considered effective tools for implementing modeling activities in mathematics education.

The methodology of this research included:

- theoretical analysis;
- pedagogical observation;
- experimental activities;
- diagnostic assessment;
- comparative statistical analysis.

The study was conducted among university students studying mathematics and mathematics education. Participants were divided into experimental and control groups.

The control group studied mathematics through traditional teaching approaches, while the experimental group participated in modeling-oriented educational activities involving:

- mathematical simulations;
- project-based learning;
- analytical problem solving;
- digital modeling technologies;
- interdisciplinary mathematical tasks.

Software such as GeoGebra, MATLAB, and virtual simulation systems were used during the experiment. Students' levels of analytical thinking were evaluated through tests, mathematical projects, practical assignments, and interviews.

MAIN PART

Theoretical Foundations of Analytical Thinking

Analytical thinking is defined as the ability to:

- analyze information systematically;
- identify relationships and patterns;
- evaluate evidence logically;
- solve complex problems;
- make justified conclusions.

Mathematics creates favorable conditions for developing analytical thinking because mathematical reasoning requires abstraction, proof, and logical interpretation.

Mathematical Modeling as a Pedagogical Technology

Mathematical modeling is an educational process in which real-life situations are transformed into mathematical forms for analysis and interpretation. The modeling process generally includes:

1. identifying a real-world problem;
2. constructing a mathematical model;
3. solving the mathematical problem;
4. interpreting and evaluating results.

This process encourages students to think critically and analytically while applying mathematical knowledge practically.

Types of Modeling Activities

Applied Mathematical Problems - Applied problems connected with economics, engineering, architecture, and natural sciences improve students' practical and analytical skills.

Digital Simulations - Computer-based modeling and simulations allow students to visualize mathematical processes dynamically and analyze complex systems interactively.

Project-Based Modeling - Project-oriented activities encourage students to independently investigate real-world situations and create mathematical solutions collaboratively.

Interdisciplinary Tasks - The integration of mathematics with science, engineering, and technology develops students' ability to apply analytical thinking across different contexts.

RESEARCH RESULTS AND DISCUSSION

The results of the experimental study demonstrated that students in the experimental group showed significantly higher levels of analytical thinking compared to the control group.

The findings revealed that students involved in mathematical modeling activities:

- improved logical and analytical reasoning;
- demonstrated stronger problem-solving abilities;
- increased creativity and independent thinking;
- became more motivated toward mathematics learning;
- developed better professional and research competencies.

Digital modeling technologies and interdisciplinary projects positively influenced students' understanding of abstract mathematical concepts and their practical application.

Students became more active participants in the educational process and showed greater confidence in solving non-standard mathematical problems. Collaborative project activities also improved communication and teamwork skills.

The discussion confirms that mathematical modeling modernizes mathematics education and creates effective pedagogical conditions for developing analytical competence and professional readiness.

CONCLUSION

In conclusion, mathematical modeling plays a significant role in developing students' analytical thinking and cognitive competencies. Modeling-oriented educational activities, project-based learning, and digital technologies significantly improve students' logical reasoning, creativity, independent inquiry, and professional competence. The study proved that mathematical modeling creates effective educational environments where students actively apply theoretical knowledge to practical and interdisciplinary situations. Therefore, higher educational institutions should widely integrate modeling technologies into mathematics education. Future research should focus on the implementation of artificial intelligence technologies, adaptive educational systems, and virtual simulation environments aimed at further improving analytical thinking development through mathematical modeling.

REFERENCES

1. Polya, G. How to Solve It. Princeton University Press, 2014.
2. Freudenthal, H. Mathematics as an Educational Task. Springer, 2016.
3. Blum, E. Mathematical Modeling in Education // Educational Studies in Mathematics. 2018. Vol. 97, pp. 45–60.
4. Dewey, J. Experience and Education. New York: Macmillan, 2015.
5. Clements, D. H., & Sarama, J. Learning and Teaching Mathematics with Technology. Routledge, 2020.
6. Battista, M. T. Mathematical Visualization and Cognitive Development. Springer, 2019.
7. Presmeg, N. Visualization in Mathematics Education // Journal of Mathematics Education. 2021. Vol. 15, pp. 45–58.
8. Newcombe, N. S. Spatial Thinking and STEM Education. Cambridge University Press, 2018.
9. Xolmatov, Sh. Modern Methods of Teaching Mathematics. Tashkent: O'qituvchi Publishing House, 2021.

THE CONCEPT OF ENVIRONMENTAL ETHICS IN ISLAM AND ITS RELEVANCE TO ECOLOGICAL EDUCATION

Rohmatunni'mah

Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan

rohmatunnimah@mhs.uingusdur.ac.id

ABSTRACT

The increasingly complex global environmental crisis demands an educational approach that is not only technical, but also values- and ethical. In this context, Islamic environmental ethics offers a relevant normative framework for building ecological awareness through education. This research aims to analyze the concept of environmental ethics from an Islamic perspective and its relevance to the development of ecological education. The research method used is library research by reviewing literature in the form of books and articles from verified scientific journals that discuss environmental ethics, ecological education, and Islamic values. The results of the study show that Islamic environmental ethics have a strong theological and historical foundation, as reflected in principles such as caliph, amanah, mīzān, ihsan, justice, and the prohibition of causing harm. These principles serve as a moral guide for humans in interacting with nature and affirm that environmental preservation is part of the responsibility of faith. In addition, integrating Islamic environmental ethical values into education has the potential to strengthen students' ecological awareness cognitively, affectively, and behaviorally. Thus, Islamic environmental ethics is relevant as a conceptual basis for ecological education in an effort to answer the challenges of contemporary environmental crises.

Keywords: Islamic environmental ethics, ecological education, environmental awareness, Islamic values.

INTRODUCTION

The global environmental crisis has shown an increasingly serious trend, this is characterized by various ecological events that have a wide impact on the balance of nature and human life. Recent reports show that the Arctic region experienced extreme warming during 2024–2025, with the highest temperature record in 125 years of observation, accompanied by a drastic decrease in sea ice area that affects climate patterns and ecosystems globally (Minman, 2025). Ocean warming has also triggered the most widespread coral bleaching phenomenon in recorded history, where more than 80% of the world's coral reefs are exposed to ocean heat stress that threatens the sustainability of biodiversity and the resilience of marine ecosystems (Crowfoot, 2025).

In Indonesia, flash floods that hit a number of areas on the island of Sumatra, such as Aceh, North Sumatra, and West Sumatra, showed the serious impact of extremely high rainfall, watershed damage, and uncontrolled land deforestation. The Head of the BNPB Disaster Data, Information, and Communication Center reported that the number of fatalities in the three provinces has reached 1,006 people, with thousands more injured and tens of thousands of residents homeless and access to basic needs such as clean water, electricity, and food (Haris, 2025). This event shows that environmental damage not only has an impact on ecological aspects, but also causes social and humanitarian crises.

Various efforts to handle environmental crises so far tend to rely on technocratic approaches, such as infrastructure development, the application of disaster mitigation technology, and technical-based policies. Although important, this approach has limitations because it has not touched the root of problems related to human mindsets, values, and behaviors towards nature (Mufida et al., 2023). Without a change in consciousness and moral responsibility, technical solutions tend to be temporary and incapable of preventing future environmental

damage. Therefore, a more fundamental approach through education is needed that is able to form ecological awareness sustainably.

From an Islamic perspective, ecological education plays an important role in fostering human awareness and responsibility for environmental sustainability as part of religious mandates. Education not only functions to transfer knowledge, but also internalizes values and forms morals in the relationship between humans and nature. Islamic teachings place humans as caliphs who are in charge of maintaining balance (mīzān) and are forbidden to do damage (fasād), so that environmental concern becomes a religious obligation (Nasr, 1996). Therefore, ecological education based on the values of monotheism and trust is a strategic means in shaping responsible and sustainable human behavior.

Several previous studies have confirmed that the integration of Islamic values in ecological education still needs strengthening. Research conducted by Wati et al. entitled Integrating Ecopedagogy into the Islamic Religious Education Curriculum to Foster Ecological Awareness shows that the Islamic Religious Education (PAI) curriculum still focuses on general theological and moral aspects, while the ecological dimension of Islamic teachings, such as the concept of caliph fi al-arḍ and fiqh al-bi'ah, has not been comprehensively accommodated (Wati et al., 2025). A similar finding was presented by Rahman et al. with the title Ecological Ethics in Islamic Religious Education Textbooks: A Qualitative Representation Analysis, which concluded that Islamic Religious Education textbooks in universities have not adequately contained environmental conservation values (Rahman et al., 2025). Meanwhile, a study by Mahendra et al. entitled Environmental Education in an Islamic Perspective: Integration of Qur'anic Values, Ecological Ethics, and the Role of Islamic Education in Nature Conservation confirms that Qur'anic values such as caliph, amanah, ihsan, and mīzān have strong relevance and can be a conceptual basis for the development of more effective Islamic ecological education models in responding to contemporary environmental crises (Mahendra et al., 2025).

Based on this description, this study aims to systematically examine the concept of environmental ethics from an Islamic perspective and analyze its relevance to the development of ecological education in response to global and national environmental crises. This study is expected to be able to make a theoretical contribution in strengthening the conceptual foundation of ecological education based on Islamic values, as well as enriching scientific treasures regarding the role of religious education and ethics as a strategic and sustainable approach in environmental conservation efforts.

METHODS

This research uses a qualitative approach with the type of library research, because it focuses on tracing and analyzing written sources on the concept of environmental ethics in Islam and its relevance to ecological education. These sources include the Qur'an, hadiths, books of tafsir, as well as relevant modern scientific literature, thus allowing for an in-depth study of religious texts combined with contemporary environmental education theory.

Data sources consist of primary and secondary sources. Primary sources include verses of the Qur'an and hadith related to ecological values, such as the concepts of caliph, amanah, ihsan, and mizan (Fahmi, 2020). Meanwhile, secondary sources include tafsir books, Islamic educational literature, scientific journals on ecotheology and environmental education, and relevant academic publications (Putri, 2021).

The data collection technique is carried out through documentation studies by collecting and recording information from written documents, both printed and digital, systematically (Firdaus, 2023). The data obtained is then analyzed using content analysis to understand the meaning and message in the text objectively and structurally (Syahputra, 2022).

RESULTS AND DISCUSSION

A. The Concept of Environmental Ethics in Islam

Environmental ethics is a discipline that examines norms, rules, and moral principles that direct human behavior in its relationship with nature, so that human interaction with the environment cannot be separated from the values that animate their attitudes and actions (Keraf, 2010). In line with this view, Syamsuri (2009) interprets environmental ethics as a code of behavior that contains positive values to maintain the function and sustainability of the environment, which is reflected in human awareness, concern, and active involvement in ecological preservation (Syamsuri, 2009). Thus, environmental ethics can be understood as a framework of moral values and principles that govern how humans should behave, act, and make decisions in interacting with nature in order to maintain the preservation and sustainability of the environment.

Islam is a religion that teaches environmental ethics. In Islamic theology, nature was created for the benefit of humans. This can be seen in Q.S. Al-Baqarah: 164. Allah SWT said: "Indeed, in the creation of the heavens and the earth, alternating night and day, the ark that sails in the sea carries what is useful for man, and what Allah sends down from the sky in the form of water, and with that water He gives life to the earth after its death (dry) and He scatters on this earth all kinds of animals, and the grinding of the wind and clouds is controlled between the heavens and the earth; Indeed, there are signs for those who think."

In addition to Q.S. Al-Baqarah: 164, the explanation that nature was created for the benefit of man is also found in Q.S. al-Baqarah: 22. Allah SWT said: "It is He Who made the earth to be your expanse and the sky to roof, and He sent down water (rain) from the sky, and He produced with it all the fruits for sustenance for you; therefore do not make alliances with Allah, even though you know it."

Environmental ethics from an Islamic perspective can also be seen from the words of Allah SWT which states that Allah SWT positions nature and His creation in a respectable and equal manner with humans. As explained in Q.S. Al-Jumu'ah: 1, where all creatures in the heavens and the earth always pray to Allah SWT. Then, Q.S. Fushshilat: 11 affirms the equality of man with nature, while Allah's command to nature to submit to Him shows that nature has an existence and dignity worthy of respect. Furthermore, Q.S. Al-An'am: 38 affirms that the birds and animals of the earth are part of the people of Allah, equal to humans in the context of their responsibility to creation. Islam affirms the prohibition against environmental destruction; this is reflected in Q.S. Al-Qashash: 77, which commands people to do good and not to do damage to the earth, because Allah does not like those who damage the environment.

Apart from a theological perspective, environmental ethics in Islam are also reflected through historical records. Among them, the wars during the time of the Prophet Muhammad PBUH did not cause environmental damage. Caliphs Abu Bakr and Umar bin Khatab consistently reminded their troops to protect nature, such as the prohibition of cutting down trees or damaging crops except for needs or consumption, and not killing animals except for consumption. The Prophet PBUH also introduced the practice of environmental conservation through the concepts of hima' and ihya'ul mawat. Hima' or protected forest is an area that is specifically protected by the government based on sharia principles to protect flora and fauna. For example, the Prophet Muhammad PBUH once pledged the area around Medina as hima', covering valleys, grasslands, and vegetation covering an area of about six miles or more than 2,049 hectares. Meanwhile, ihya'ul mawat is an effort to manage land that was previously not used to be productive and beneficial for humans (Asroni, 2022).

Here are some principles that can be a guideline for human behavior in interacting with nature, either directly or through actions towards fellow humans that have an impact on the environment (Khan & Ali, 2023):

1. The principle of balance (mīzān)

This principle is based on the belief that Allah SWT created the universe in a harmonious and measurable order. Humans as part of the system are obliged to maintain the balance of nature by avoiding actions that damage the ecosystem. The imbalances caused by human behavior, such as pollution and deforestation, not only have ecological impacts, but also social and moral implications.

2. The principle of prohibition of doing harm (fasād)

This principle is the normative basis that rejects all forms of environmental destruction, both direct and indirect. In an Islamic perspective, environmental damage is seen as a violation of the mandate of Allah SWT and a deviation from moral values. Therefore, every human activity must be directed towards the benefit and sustainability, not on short-term interests that are detrimental to the environment.

3. Principles of responsibility and trust

This principle places humans as caliphs on earth who have the obligation to maintain, manage, and preserve nature responsibly. This mandate includes spiritual responsibility to Allah SWT, social responsibility to fellow humans, and ecological responsibility to all living things. This awareness of the mandate encourages humans to act carefully and ethically in every decision related to the use of natural resources.

4. The principle of courtesy and compassion for all creatures

This principle emphasizes the importance of caring, empathy, and good treatment of nature and all its contents. Ihsan encourages humans to not only avoid damage, but also to actively strive to improve and preserve the environment. This principle is an important foundation in Islamic ecological education because it instills the value of ecological care and responsibility as part of individual and social piety.

B. Ecological Education in an Islamic Perspective

Ecological education can be understood as a learning process that aims to build awareness, understanding, and the ability of students to respond to environmental problems scientifically, critically, and ethically. Ecological education not only teaches students to recognize ecological facts, but also encourages them to understand the relationship between humans and nature holistically, so that they can make responsible decisions for environmental sustainability (Mahendra et al., 2025).

In the framework of values and character education, ecological education plays an integral part of the formation of students' character. Values such as responsibility, care, simplicity, and respect for nature are the foundation for forming a pro-environment attitude that is not only cognitive but also affective and conative. Value-oriented environmental education encourages students to not only know, but also care and act in efforts to preserve the environment, so that the character of caring for the environment becomes an internalized aspect in daily life. Studies in the context of Islamic education show that integrating ecological values in the educational process contributes to the formation of a character that is responsible for nature as a Divine mandate (Anwiyah et al., 2021).

The role of Islamic values in building ecological awareness is even more strategic when understood as an effort to internalize the value of faith in the educational process. Values such as caliph, amanah, ihsan, and mīzān provide a clear moral direction for learners to understand their role in maintaining ecological balance. Islamic education, both formal and non-formal, has the potential to strengthen ecological awareness through the integration of these values in curriculum, learning activities, and daily living practices so that learners have not only ecological knowledge but also pro-environmental attitudes and habits (Mahendra et al., 2025).

Thus, ecological education from an Islamic perspective is not just a technical learning about the environment, but a deep value education that unites spiritual, moral, and social aspects. Such education leads students to understand that environmental conservation is part of the responsibility of faith, so that ecological learning is part of the formation of Muslim characters who are environmentally conscious and responsible for nature and society.

C. The Relevance of Islamic Environmental Ethics to Ecological Education

Islamic environmental ethics has a strong relevance to ecological education because it provides a normative foundation sourced from the teachings of the Qur'an and Hadith. In Islam, the relationship between humans and nature is understood as a trustworthy relationship, where humans are placed as caliphs on earth who are responsible for maintaining the balance and preservation of Allah SWT's creation. Principles such as justice,

balance (mīzān), prohibition of doing harm (fasād), and moral responsibility towards the environment become ethical foundations that guide human behavior in making wise and sustainable use of nature (Mahendra et al., 2025).

As the normative foundation of ecological education, Islamic environmental ethics not only emphasizes the aspect of knowledge about the environment, but also shapes the moral attitudes and awareness of students. Ecological education based on Islamic ethics is directed to foster awareness that protecting the environment is part of worship and the practice of faith values (Afifatun, 2025). Thus, environmentally friendly behavior is understood not solely as a social obligation, but as a spiritual responsibility that has a ukhrawi dimension.

The integration of Islamic environmental ethical values in educational objectives aims to form the character of students who have ecological concerns, social responsibility, and awareness of the relationship between humans, nature, and the Creator. Values such as trust, responsibility, compassion for all creatures, and a moderate attitude in the use of natural resources can be used as learning objectives that are in line with sustainable character development. With this approach, ecological education is not only oriented to behavior change, but also to the formation of ethical personalities (Andrini et al., 2025).

The implications of Islamic environmental ethics on the educational curriculum can be seen in the need to integrate ecological values in subjects, especially Islamic Religious Education, without ignoring their relationship with other disciplines. The curriculum can be designed in an integrative manner by incorporating environmental issues associated with Islamic teachings, either through strengthening materials, developing attitude competencies, and instilling values through contextual learning. This approach allows students to understand environmental issues holistically, both from a scientific and ethical-religious perspective (Rahman et al., 2025).

In learning practice, Islamic environmental ethics can be realized through participatory and reflective learning strategies, such as critical discussions, environmental project-based learning, and habituation of environmentally friendly behavior in the school environment. Teachers play a role as role models in applying Islamic ecological values, so that learning does not stop at the cognitive level, but continues on the internalization of values and the formation of habits. Thus, ecological education based on Islamic environmental ethics makes a real contribution to building a generation that is environmentally conscious, characterful, and responsible for the sustainability of nature.

CONCLUSION

This research confirms that environmental ethics from an Islamic perspective is a comprehensive and integral value system. Islam views nature as a creation of Allah SWT which has intrinsic value and order that must be maintained, while humans are placed as caliphs who carry the mandate to manage nature in a fair, balanced, and responsible manner. Principles such as mīzān, ihsan, the prohibition of doing harm, and moral responsibility show that concern for the environment is not just an ecological demand, but part of the practice of the values of faith.

In the context of education, Islamic environmental ethics has significant relevance as a normative foundation for ecological education. The integration of Islamic environmental ethical values in educational objectives, curriculum, and learning practices has the potential to form ecological awareness that is not only cognitive, but also affective and behavioral. Therefore, this study recommends the development of an empirical follow-up study to examine the concrete implementation of ecological education based on Islamic values, especially in the context of formal and non-formal educational institutions, in order to strengthen the contribution of Islamic education in responding to the challenges of contemporary environmental crises.

REFERENCE

- Afifatun, S. (2025). The Role of Islamic Education in Building Ecological Awareness Among Youth. *Journal of Islamic Studies and Educational Innovation*, 1(2), 187–197.
- Andrini, M., Syafei, I., & Murtadho, A. (2025). Etika Ekologis Islam: Landasan Moral Pemeliharaan Lingkungan Hidup dalam Al-Qur'an dan Hadis. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 10(04), 219–236.
- Anwiyah, R., Rahmatullah, A. S., & Fauzan, A. (2021). Islamic Character Values in Ecological Education Practices At Sanggar Anak Alam (Salam) Nitiptayan Bantul. *Profetika: Jurnal Studi Islam*, 177–191.
- Asroni, A. (2022). Etika Lingkungan Dalam Perspektif Islam. *Konferensi Integrasi Interkoneksi Islam Dan Sains*, 4(1), 54–59.
- Crowfoot, T. (2025). Lebih dari 80% terumbu karang dunia terkena peristiwa pemutihan | Forum Ekonomi Dunia. *Word Economic Forum*. https://www.weforum.org/stories/2025/04/reefs-hit-by-bleaching-event-nature-and-climate-news/?utm_source=c
- Haris, M. (2025). Sumatra floods: evacuees drop to 654 thousand, BNPB reports - ANTARA News. https://en.antaranews.com/news/396421/sumatra-floods-evacuees-drop-to-654-thousand-bnpb-reports?utm_source=
- Keraf, A. S. (2010). *Etika lingkungan hidup*. Penerbit Buku Kompas.
- Khan, S., & Ali, A. (2023). Environmental Ethics in Islam: The Qur'an Perspective. *Al-Awan*, 1(4), 34–39.
- Mahendra, Atma, A., Murtaho, & Ali. (2025). Pendidikan Lingkungan Dalam Perspektif Islam: Integrasi Nilai-Nilai Qur'ani, Etika Ekologis, Dan Peran Pendidikan Islam Dalam Konservasi Alam. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 10(04), 266–274.
- Minman, O. (2025). Arktik mengalami tahun dengan suhu panas rekor, sementara para ilmuwan iklim memperingatkan “musim dingin sedang didefinisikan ulang” | Arktik | The Guardian. *The Guardian*. https://www.theguardian.com/world/2025/dec/16/artic-record-heat-shrunken-sea-ice-report?utm_source=
- Mufida, S., Basir, A., & Abidin, A. M. Z. (2023). Pendidikan Lingkungan Hidup (Ekoteologi) dalam Perspektif Al-Qur'an. *Titik Karya: Jurnal Sosial Dan Humaniora Kontemporer*, 1(02), 69–82.
- Nasr, S. H. (1996). *Religion and the Order of Nature* (Issue 167). Oxford University Press, USA.
- Rahman, R., Ismail, F., Nurhayati, N., & Nazar, I. A. (2025). Ecological Ethics in Islamic Religious Education Textbooks: A Qualitative Representation Analysis. *Tafkir: Interdisciplinary Journal of Islamic Education*, 6(3), 844–861.
- Syamsuri, I. (2009). Etika lingkungan (Usul tentang cara merumuskan dan memasyarakatkannya). *Chimera*, 1(2).
- Wati, S., Kuriaya, K., & Akhyar, M. (2025). Integrating ecopedagogy into the Islamic religious education curriculum to foster ecological awareness. *Dirasah: Jurnal Studi Ilmu Dan Manajemen Pendidikan Islam*, 8(2), 713–723.

GLOBAL BRAND INNOVATION IN THE HALAL CREATIVE SECTOR: CONSUMER BEHAVIOR, SUPPLY CHAIN INTEGRITY, AND TRANSNATIONAL MARKET DYNAMICS

Hani Hidayah, Velisah Intan Editriya, Siska Afriani

**hani.hidayah@mhs.uingusdur.ac.id, velisah.intan.editriya@mhs.uingusdur.ac.id,
siska.afriani@mhs.uingusdur.ac.id**

**Sharia Banking/Faculty of Islamic Economics and Business, State Islamic University K.H. Abdurrahman
Wahid Pekalongan^{1,2,3}**

Abstract

The global halal creative industry is undergoing a paradigm shift, driven by shifting consumer behavior and the aggressive entry of multinational corporations. This research examines how global brands innovate within the creative economy—specifically across Islamic digital economy, halal cosmetics, and creative content—while maintaining strict compliance with halal supply chain integrity. In an interconnected world, contemporary consumers demand not only religious compliance but also high artistic value, premium quality, and corporate social responsibility. Consequently, global enterprises face the dual challenge of localizing cultural nuances and scaling operational logistics across diverse legal jurisdictions. Utilizing a comparative qualitative analysis of multi-layered corporate strategies, this study explores how transnational companies utilize digital media and eco-friendly practices to bridge the gap between traditional values and modern lifestyle trends. The results indicate that long-term corporate success hinges on building transparent supply chains and authentic brand storytelling that resonates beyond religious boundaries. This paper concludes with an actionable model for global businesses to foster creative innovation, manage cross-border operational risks, and effectively tap into the rapidly expanding global halal lifestyle sector without compromising ethical or cultural authenticity.

Keywords: Global Brands, Creative Sector, Halal Supply Chain, Consumer Behavior, Transnational Market.

DIGITAL INVESTMENT AS A TREND OR NECESSITY: AN ANALYSIS OF THE RATIONALITY OF ECONOMIC BEHAVIOR IN SOCIETY

Yulianti Aulia Diana¹

1State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Islamic Banking, Central Java, Indonesia

1ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0005-9565-3585>

yulianti.aulia.diana@mhs.uingusdur.ac.id

Mohamad Erik Saputra²

2State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Islamic Banking, Central Java, Indonesia

2ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0003-1700-0410>

eriksaputa1203@gmail.com

M. Zulfa Attamama³

3State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Islamic Banking, Central Java, Indonesia

3ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0008-4628-3065>

m.zulfa.attamama@mhs.uingusdur.ac.id

Özet

The growth of digital investment in Indonesia has significantly increased along with the advancement of financial technology and the accessibility of investment applications. This phenomenon raises questions about whether digital investment activities are driven by long-term economic needs or merely by social trends within society. This study aims to analyze the rationality of economic behavior in society regarding digital investment decision-making. The research applied a quantitative method with data collected through surveys distributed to productive-age individuals using digital investment services. The data were analyzed using descriptive analysis and statistical testing to determine the factors influencing investment decisions. The results indicate that digital investment decisions are not entirely based on rational considerations but are also influenced by trends, social media promotions, peer environments, and the convenience of technology access. Although some respondents understand the benefits of investment for future financial planning, impulsive behavior in selecting investment instruments is still commonly found. This study concludes that improving financial literacy and understanding risk management are essential to encourage society to make more rational and sustainable investment decisions. The implications of this research are expected to provide insights for governments, educational institutions, and fintech companies in strengthening digital investment education for society.

Keywords: digital investment, economic behavior, rationality, fintech, financial literacy.

DIGITAL MARKETING AND HALAL CERTIFICATION AS DETERMINANTS OF GLOBAL COMPETITIVENESS FOR INDONESIAN HALAL MSMEs

Velisah Intan Editriya¹

¹Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business,

Department of Sharia Banking, Central Java, Indonesia

velisah.intan.editriya@mhs.uingusdur.ac.id

Hani Hidayah²

²Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business,

Department of Sharia Banking, Central Java,

Indonesia hani.hidayah@mhs.uingusdur.ac.id

Siska Afriani³

³Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business,

Department of Sharia Banking, Central Java, Indonesia

siska.afriani23032@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

This study examines the influence of digital marketing and halal certification on the global competitiveness of Indonesian halal Micro, Small, and Medium Enterprises (MSMEs). The research aims to analyze how digital marketing strategies and halal certification contribute to increasing consumer trust, expanding international market access, and strengthening the competitive advantage of halal MSMEs in the global economy. The study also explores the strategic role of digital transformation in supporting the sustainable growth of Indonesia's halal industry within the rapidly evolving creative economy landscape. This research employs a qualitative approach using a literature review method. The study analyzes secondary data collected from academic journals, government reports, books, international publications, and credible online sources published within the last five years. The analysis focuses on the relationship between digital marketing practices, halal certification, consumer behavior, and global business competitiveness among Indonesian halal MSMEs. Relevant theories concerning digital marketing, halal industry development, global competitiveness, and creative economy are utilized to support the conceptual framework and analysis. The findings reveal that digital marketing significantly enhances the visibility, accessibility, and global reach of Indonesian halal MSMEs through social media platforms, e-commerce, and digital branding strategies. Halal certification also plays a crucial role in strengthening consumer confidence, ensuring product quality, and increasing acceptance in international halal markets. Furthermore, the integration of digital marketing and halal certification creates a strong competitive advantage that enables MSMEs to compete more effectively in the global creative economy. However, the study identifies several challenges, including limited technological capabilities, inadequate digital literacy, financial constraints, and the complexity of international halal certification standards. Despite these obstacles, the increasing global demand for halal products presents substantial opportunities for Indonesian halal MSMEs to expand their international presence and improve economic sustainability. This study provides practical insights for policymakers, business actors, and researchers in developing strategies to strengthen the competitiveness of halal MSMEs through digital innovation, halal certification support, and international market integration. This study offers an integrated perspective on the relationship between digital marketing, halal certification, and global competitiveness within the context of Indonesian halal MSMEs in the digital economy era.

Keywords: Digital Marketing, Halal Certification, Halal MSMEs, Global Competitiveness, Creative Economy

THE DEVELOPMENT OF DIGITALIZATION IN INDONESIA: CHALLENGES AND OPPORTUNITIES IN THE ERA OF THE INDUSTRIAL REVOLUTION 4.0

Siska Afriani¹

**1Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business,
Department of Sharia Banking, Central Java, Indonesia
siska.afriani23032@mhs.uingusdur.ac.id**

Hani Hidayah²

**2Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business,
Department of Sharia Banking, Central Java, Indonesia
hani.hidayah@mhs.uingusdur.ac.id**

Velisah Intan Editriya³

**3Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business,
Department of Sharia Banking, Central Java, Indonesia
velisah.intan.editriya@mhs.uingusdur.ac.id**

Abstract

The development of digitalization in Indonesia has experienced significant growth with the advent of the Industrial Revolution 4.0, marked by the use of digital technology, the internet, artificial intelligence, and automation systems in various sectors of life. Digitalization has had a significant impact on the economy, education, government, and social sectors. However, behind the opportunities offered, there are various challenges such as disparities in technology access, low digital literacy, and threats to data and information security. This situation makes digitalization a phenomenon that requires in-depth study. This study aims to analyze the development of digitalization in Indonesia and identify the challenges and opportunities emerging in the Industrial Revolution 4.0 era. The research method used is a qualitative method with a descriptive approach through a literature review of journals, books, and scientific sources related to the development of digitalization in Indonesia. Data is systematically analyzed to obtain an overview of the impact of digitalization on people's lives and national development. The results show that digitalization offers significant opportunities for increasing work efficiency, digital economic growth, technological innovation, and broader access to information. Furthermore, digital development has also driven the emergence of various creative economy platforms and technology-based transformation of public services. However, challenges include disparities in digital infrastructure across regions, a lack of human resource capacity in technological proficiency, and the increasing risk of cybercrime. Therefore, collaboration between the government, the public, and the private sector is needed to improve digital literacy, develop technological infrastructure, and enhance cybersecurity to support Indonesia's sustainable digital transformation.

Keyword: Digitalization, Industrial Revolution 4.0, Digital Transformation, Digital Literacy, Digital Economy.

PARTNERSHIP MODEL OF BUMDES AND SHARIA PAWNSHOPS IN INCREASING THE LIQUIDITY AND GOLD INCLUSION OF THE VILLAGE COMMUNITY

Widia Reza Valentina¹

¹K. H Abdurrahman Wahid State Islamic University, Faculty of Islamic Economics and Business, Islamic Banking Study Program, Central Java, Indonesia

¹<https://orcid.org/0009-0002-8789-6489>
widia.reza.valentina@mhs.uingusdur.ac.id

Nala Maghfiroh²

²K. H Abdurrahman Wahid State Islamic University, Faculty of Islamic Economics and Business, Islamic Banking Study Program, Central Java, Indonesia

²<https://orcid.org/0009-0009-0480-8553>
nala.maghfiroh@mhs.uingusdur.ac.id

Navila Bunga Safira³

³K. H Abdurrahman Wahid State Islamic University, Faculty of Islamic Economics and Business, Islamic Banking Study Program, Central Java, Indonesia

³<https://orcid.org/0009-0001-0218-7046>
navila.bunga.safira@mhs.uingusdur.ac.id

ABSTRACT

Introduction and Purpose: Low financial accessibility and limited understanding of sharia investment in rural areas often hinder inclusive local economic growth. This research aims to formulate and analyze a strategic partnership model between Village-Owned Enterprises (BUMDes) and Sharia Pawnshops in an effort to increase the literacy and inclusion of gold investment in rural communities. Through technology integration and optimization of local institutional networks, this model is directed to open access to safe, liquid, and sustainable halal industry products for creative economy actors in remote areas.

Material and Methodology: This study uses a qualitative approach with multiple case study designs in several pilot villages that have implemented microfinance collaboration. The researcher collected primary data through in-depth interviews with BUMDes managers, Sharia Pawnshop management, and community leaders, as well as held focus group discussions. Data analysis applies interactive analysis techniques that include data condensation, data presentation, and conclusion drawn. The researcher also used a systemic modeling approach to map the workflow of partnerships, risk sharing, and the integration of digital platforms of gold transactions.

Results: The results of the study show that the partnership model of BUMDes and Sharia Pawnshops is significantly able to cut the geographical and psychological barriers of rural communities to formal financial institutions. BUMDes effectively acts as a frontline literacy agent that educates the public about the sharia compliance of gold products, while Sharia Pawnshops provide technology infrastructure such as digital gold savings applications. This synergy has succeeded in increasing the number of new gold investors in rural areas expansively, while providing an alternative to sharia financing that is easily accessible to local artisans and micro business actors.

Discussion and Conclusion: This study concludes that village institution-based collaboration is a superior acceleration strategy to create a resilient Islamic financial inclusion ecosystem. This model not only transforms the community's traditional savings patterns into high-value productive assets, but also strengthens the economic resilience of village corporations. Local governments and relevant authorities need to replicate this integrated partnership model nationally to accelerate the equitable distribution of financial literacy and support the strengthening of the rural community-based halal industry in the digital era.

Keywords: BUMDes Partnership, Sharia Pawnshop, Gold Inclusion, Sharia Financial Literacy, Rural Economy.

RUPIAH DEPRECIATION AMID GLOBAL ECONOMIC UNCERTAINTY: CHALLENGES TO INDONESIA'S FINANCIAL STABILITY AND ECONOMIC RESILIENCE

Nafila Tri AFRIZA¹

¹Faculty of Islamic Economics and Business, UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

**ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0006-1765-933X>
nafila.tri.afrika@mhs.uingusdur.ac.id**

Takawa MAFAZA²

²Faculty of Islamic Economics and Business, UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

**ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0004-2661-5748>
takawa.mafaza@mhs.uingusdur.ac.id**

Laroena Nadia Ayu FATHMASARI³

³Faculty of Islamic Economics and Business, UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

**ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0009-8097-2988>
laroena.nadia.ayu.fathmasari@mhs.uingusdur.ac.id**

Alfi Anita SASIA⁴

³Faculty of Islamic Economics and Business, UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

**ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0003-4481-9560>
alfi.anita.sasia@mhs.uingusdur.ac.id**

ABSTRACT

The depreciation of the Indonesian rupiah has become one of the major economic concerns in recent years, particularly amid escalating global geopolitical tensions, tighter monetary policies in advanced economies, and persistent uncertainties in international financial markets. The weakening of the rupiah reflects not only external pressures, such as fluctuations in the United States dollar and global capital outflows, but also structural vulnerabilities within Indonesia's economic and financial systems. This article aims to analyze the main factors contributing to the current depreciation of the rupiah and its implications for Indonesia's macroeconomic stability. Using a qualitative and analytical approach, the discussion highlights the impact of exchange rate volatility on inflation, import costs, foreign debt burdens, and investment confidence. Furthermore, the study examines the strategic role of Bank Indonesia and government fiscal policies in maintaining currency stability and strengthening economic resilience. The findings indicate that excessive dependence on external capital flows and global financial dynamics increases Indonesia's exposure to exchange rate instability. Therefore, stronger economic diversification, export competitiveness, and coordinated monetary-fiscal policies are essential to mitigate future currency pressures and sustain national economic growth.

Keywords: Rupiah depreciation, exchange rate volatility, global financial system, economic resilience, monetary policy, Indonesia.

ANALYSIS OF TRANSPARENCY IN THE MANAGEMENT OF INDEPENDENCE DAY CONTRIBUTION FUNDS AT SEMUT VILLAGE, WONOKERTO DISTRICT, PEKALONGAN

Zulfa Nur Aini¹, Diah Ayu Sakinah², Laelatunisa³

Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Islamic Accounting, Central Java, Indonesia

zulfa.nur.aini25121@mhs.uingusdur.ac.id, diah.ayu.sakinah25064@mhs.uingusdur.ac.id, laelatunisa25125@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

This study aims to analyze the level of transparency in the management of community contribution funds collected for the celebration of Indonesian Independence Day at Semut Village, Wonokerto District, Pekalongan, as the absence of clear and accountable financial reporting in community-level fund management remains a critical governance concern that undermines public trust. This research employs a qualitative approach through in-depth interviews with village officials, committee members, and community contributors at Semut Village, with data analyzed thematically to evaluate the extent to which fund collection, allocation, and reporting processes meet the principles of financial transparency and accountability. The findings reveal that the management of Independence Day contribution funds at Semut Village lacks systematic financial reporting and transparent disclosure mechanisms, with community members receiving limited information regarding fund utilization, thereby creating potential for mismanagement and eroding community participation. These findings imply that village administrators and community committees should adopt structured financial reporting practices aligned with good governance principles, and that local government authorities should provide capacity-building support to strengthen grassroots financial accountability. This study delivers original value by focusing on village-level community fund management, a domain rarely examined in the existing accountability literature, and by applying Islamic accounting transparency principles to an informal public financial setting, offering a distinctive normative framework for evaluating community fund governance at the sub-district level.

Keywords: transparency, fund management, community contribution, Independence Day, village governance.

ANALISIS PENERAPAN AKUNTANSI SYARIAH PADA BISNIS MODERN**Alfat Ibnu Firdan¹⁾, Affan Riffan Hakim²⁾, Hana Vauziyah³⁾, Khafidhatul Afida⁴⁾****Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Islamic Accounting, Central Java, Indonesia****Email: alfat.ibnu.firdan25093@mhs.uingusdur.ac.id, afan.rifan.hakim25100@mhs.uingusdur.ac.id, hana.vauziyah25105@mhs.uingusdur.ac.id, khafidhotul.afida25107@mhs.uingusdur.ac.id****abstrak**

This study examines the extent to which sharia accounting principles are applied within the operational framework of modern business entities, with particular emphasis on the alignment between Islamic financial ethics and contemporary corporate accounting practices. The research seeks to identify the prevailing challenges, opportunities, and strategic considerations that organizations encounter when integrating sharia-compliant accounting systems into profit-driven, technology-enabled business environments. To achieve this objective, the study employs a systematic literature review as its primary methodological approach, synthesizing relevant academic journals, textbooks, regulatory frameworks, and institutional reports including standards issued by the Accounting and Auditing Organization for Islamic Financial Institutions (AAOIFI) and the Indonesian Sharia Accounting Standards Board (DSAK-IAI) which are analyzed thematically to construct a comprehensive and coherent understanding of current implementation patterns. The review reveals that the implementation of sharia accounting in modern business demonstrates significant progress, particularly within Islamic banking and financial institutions, yet encounters persistent gaps in application across non-financial sectors. Core principles of transparency, justice (adl), and prohibition of riba are increasingly embedded in financial reporting mechanisms, while artificial intelligence and digital financial technology are beginning to serve as enabling tools that enhance the accuracy and efficiency of sharia-compliant reporting and auditing processes. These findings carry significant implications for business practitioners, policymakers, and academic scholars, as organizations operating within or alongside Islamic economies must prioritize the development of sharia accounting literacy among their finance teams and invest in AI-integrated accounting systems capable of enforcing sharia compliance in real time. This study contributes original value by bridging the discourse between sharia accounting and artificial intelligence, offering an interdisciplinary perspective that remains underexplored in existing literature and providing a foundational reference for future empirical investigations in this domain.

Keywords: Sharia Accounting, Modern Business, Islamic Finance, Artificial Intelligence, Financial Ethics

NATURAL CONDITIONS, HUMAN IMPACTS AND FLOOD VULNERABILITY IN KOSOVO**Assoc.prof.dr. Valbon Bytyqi¹****¹ Department of Geography, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, University of Prishtina,
“Eqrem Çabej”, st. no. 51, 10000 Prishtina, Republic of Kosovo.****<https://orcid.org/0000-0002-8625-1470>****Abstract**

Floods are among the most frequent natural disasters with significant impacts in Kosovo. The country's natural conditions, including its relief surrounded by peripheral mountains and elongated river basins with river network fed by mountain waters, directly influence the occurrence of floods, especially during periods of heavy rainfall in winter and also during summer. Water flowing from mountainous areas accumulates in the plains and lower sector of the rivers in Kosovo, increasing the risk of rivers overflowing their banks. Another important factor is the high concentration of population and settlements in flat terrains and near river valleys, which increases the economic and social consequences of flooding.

This paper analyzes the main causes of floods in Kosovo, including both natural and human factors such as uncontrolled urbanization, riverbed degradation, and insufficient water management infrastructure. The study is based on climate data, institutional reports, and recent floods cases. The findings show that the combination of natural conditions and human activities significantly increases both the risk and impact of floods. In conclusion, the paper recommends improving protective infrastructure, better management of river basins, and sustainable urban planning to reduce flood risks in Kosovo.

Keywords: Floods, Kosovo, natural conditions, elongated river basins, urbanization, flood risk management.

ROMANIAN MEDICINE FROM THE LATE 18th CENTURY TO THE EARLY 20th CENTURY**Lecturer, Ramona MARINACHE (First author) 1/ Professor Valentina MARINESCU (Second author)2****1 University of Bucharest, Faculty of Letters, Department of Cultural Studies, Bucharest, Romania, ramona.marinache[at]unibuc.ro, ORCID: [https://orcid.org/ 0000-0002-4072-8253](https://orcid.org/0000-0002-4072-8253)****2 University of Bucharest, Faculty of Sociology and Social Work, Department of Sociology, Bucharest, Romania, valentina.marinescu[at]unibuc.ro, ORCID: [https://orcid.org/ 0000-0002-9882-5902](https://orcid.org/0000-0002-9882-5902)****Özet**

The evolution of medicine in Romania during the modern era (late 18th–early 20th centuries) was characterized by the gradual transition from empirical, folk-based therapeutics to an institutionalized, scientifically grounded medical system.

This transformation was facilitated by the establishment of formal medical education—most notably the Medical School in Bucharest (1857) and the Faculty of Medicine in Iași (1879)—and by the adoption of Western European models, particularly French and Austrian frameworks. Public health reforms, the creation of hospital networks, and the implementation of quarantine and sanitation measures emerged in response to recurrent epidemic crises, including plague, cholera, and typhus.

The period also witnessed the development of specialized fields such as surgery, obstetrics, and bacteriology, driven by both domestic innovation and international scientific exchange. By the early 20th century, Romanian medicine had achieved structural and conceptual integration into the broader European medical sphere, providing the foundation for its subsequent modernization..

Anahtar Kelimeler: Medicine, Romania, Formal medical education, Modern era.

ROMANIAN MEDICAL SCIENCES BETWEEN ANTIQUITY AND MODERN ERA**Professor Valentina MARINESCU (First author) 1/ Lecturer, Ramona MARINACHE (Second author)2****1 University of Bucharest, Faculty of Sociology and Social Work, Department of Sociology, Bucharest, Romania, valentina.marinescu[at]unibuc.ro, ORCID: [https://orcid.org/ 0000-0002-9882-5902](https://orcid.org/0000-0002-9882-5902)****2 University of Bucharest, Faculty of Letters, Department of Cultural Studies, Bucharest, Romania, ramona.marinache[at]unibuc.ro, ORCID: [https://orcid.org/ 0000-0002-4072-8253](https://orcid.org/0000-0002-4072-8253)****Özet**

Barbers, shamans, midwives, confessors, and doctors – these are the main actors in the history of Romanian Medicine in the Middle Ages.

Based on data collected from an analysis of social documents, in this presentation we will focus on highlighting the roles that each of the above mentioned actors played during Romanian medieval times: barbers – good doctors for everything, shamans – using magic methods for healing, midwives – assisting births and mothers in caring for the newborns, confessors – spiritual doctors that helped the sufferers through confessions and prayers, doctors – helping the sick through the use of treatments prepared in apothecaries. Thus, we will present the precursors of today's modern medicine.

The presentation stress the importance of studying the Middle Age period in Romanian history of medicine in order to have a better understanding of the present situation of the Romanians assessments of medical field..

Anahtar Kelimeler: Romanian Medicine, Middle Ages, barbers, shamans, confessors, doctors,

"WORDS AT THE BEGINNING" A CASE STUDY ON VOCABULARY INSTRUCTION THROUGH TEACHERS' REFLECTIONS IN ALBANIA'S EARLY ENGLISH PROGRAM

SABINA OSMANI

sabinaosmani2024@gmail.com

Abstract

This study explores the introduction of English as a Foreign Language (EFL) in the first grades of Albanian primary schools, emphasizing vocabulary acquisition as a fundamental aspect of language development. The trend of early English instruction at a young age is rising all over the world, yet its implementation in Albania remains relatively new and not well studied. The paper aims to understand both the effectiveness and the challenges of early EFL instruction by combining teachers' perspectives with classroom observations.

The collection of data is done via focus group interviews with primary school English teachers and structured classroom observation across twelve lessons in grades one to three. Several themes prevail out of the study. Teachers emphasized the importance of interactive, age-appropriate methods such as songs, games, storytelling, and Total Physical Response in supporting motivation and participation. Observations confirmed that while children showed high interest for interactive activities, their attention span was limited to short intervals of five to eight minutes. Moreover, although nearly all learners enjoyed the lessons, effective vocabulary retention was observed in only a small group of students. Teachers also highlighted significant challenges, including limited materials, lack of training for early EFL pedagogy, insufficient technological resources, and curriculum guidance.

Study revealed that early EFL in Albania encourages positive attitudes toward English and gives children meaningful exposure, but its success depends on systematic support, teacher training, and the implementation of engaging methods that fill the gap between motivation and long-term vocabulary learning. These insights hold implications for policy, teacher development, and classroom practice in Albania and similar contexts.

Key Words: English as a Foreign Language (EFL), Vocabulary Acquisition, Early Language Learning

**626'DAKİ AVAR KUŞATMASI SIRASINDA MERYEM ANA'NIN AĞLAMASI
GEORGIOS PISIDES'İN İLAHİSİNDE ANLATILDIĞI GİBİ****Sándor FÖLDVÁRI****ORCID: 0000-0002-7825-0531****alexfoldvari@gmail.com****Debrecen Üniversitesi, Beşeri Bilimler Fakültesi, Debrecen; Macaristan****Araştırma Bilim Adamı (Kıdemli Araştırmacı) ve Litvanya Dili Profesör, Emekli****ÖZET**

Pisidialı Georgios'un (Georgios Pisides) “Bellum Avaricum” adlı şiirinin edebî biçimleri analiz ediliyor. Meryem Ana'yı “silahlı gözyaşlarının generali” olarak betimleyen metaforlarla dolu, anlatı niteliğinde bir şiir yazdı, Avar kuşatmasında (626) “barbarların küstahlığını” cezalandıranlar, Blachernai Sarayı'ndaki Meryem Ana ikonu Konstantinopolis'i kurtardığında. (Χαῖρε, στρατηγὲ τῶν ἐν-όπλῳ δακρῶν τῶν πυρπολούντων τὸ θράσος τὸ βάρβαρον = Bellum Avaricum 141-142.) Pisides'in gözyaşlarını "asker" olarak tanımlayan yeni bir metafor yaratarak yenilik getirip getirmediğini veya mevcut gelenekleri kullanıp kullanmadığını araştırıyoruz. “Bizans'ın en büyük şairlerinden biri” olarak kabul edilir; tarihi olaylar üzerine yazdığı eserlerle tanınır; bu nedenle şiirsel araçlar, bilinçli bir şekilde onun şiirsel metninin yapısına yerleştirilmiştir. Öte yandan, Meryem Ana'nın aracılık rolü Konstantinopolis'te dördüncü yüzyıldan itibaren, özellikle 626 Avar kuşatmasından sonra giderek güçlendi. Pisides'in şiiri de bu genel sürecin içine dahil edildi. Bu makalenin amacı, Bizans kültüründe tartışmalı ve hassas bir konu olan şiirsel özgünlüğü incelemektir.

Anahtar Kelimeler: Pisides, Theotokos, Avar_kuşatması_(626), Blachernae, Herakleios, Lacrimatio.

**LACRIMATION (WEEPING) OF VIRGIN MARY DURING THE AVAR SIEGE IN 626
AS DEPICTED IN THE HYMN OF GEORGIOS PISIDES****Sándor FÖLDVÁRI****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**

The paper aims to examine the question of poetic individuality, which is a delicate issue in the Byzantine culture, in the example of the “dressed in arms tears”. The paper analyses the literary features of the poem “Bellum Avaricum” by George of Pisidia. In addition to providing a literary portrayal of Emperor Heraclius’ military campaigns against Sassanid Persia between 604 and 628, and philosophical and dogmatic works and epigrams, he composed a narrative poem, using metaphors, in which the Mother of God is described as the “general of armed tears”, those that burn the insolence of the barbarians, during the Avar siege of 626, while the icon of the Mother of God, from the Blachernae palace, saved Constantinople. (Χαῖρε, στρατηγὲ τῶν ἐν-όπλων δακρῶν τῶν πυρπολούντων τό θράσος τό βάρβαρον = Bellum Avaricum 141-142.) This became the archetypal example of the intercession of the Virgin Mary.

George of Pisidia has been recognised as “one of Byzantium’s most significant poets”, particularly noted for his writings that commemorated historical events, specifically Emperor Heraclius’ victory in the conflict against Sassanid Persia between 604 and 628, as David M. Olster (1991) states. By such a poetic individual, poetic devices have never been simply borrowed as a repository of motifs, but instead, they are always integrated into the structure of the specific poetic work. If so, the “Bellum Avaricum” also contributed to narratives in Byzantine literature through poetic innovations. — On the other hand, as demonstrated by Mary B. Cunningham (2015), textual evidence suggests that the role of the Virgin Mary as an intercessor in Constantinople grew from the fourth century, particularly after the Avar siege in 626, but this development has not yet been extensively explored. Hymns, sermons, and biographies demonstrate the increasing significance of the Virgin Mary during the eighth and ninth centuries, emerging in the seventh. If so, the Pisides’ Hymn has been integrated into the process of developing the visual representation of imperial power through the Theotokos.

Keywords: Pisides, Theotokos, Avar_siege(626), Blachernae, Heraclius, Lacrimatio.

APPLICATION OF BIOANALYTICAL METHODS TO ASSESS VITAMIN A LEVELS IN DIETARY SUPPLEMENTS AND ITS IMPORTANCE FOR PUBLIC HEALTH

Gjylai ALIJA

Department of Pharmacy, Faculty of Medical Sciences, State University of Tetova, Tetova R. N. M.

*Corresponding Author: e-mail: gjylai.alija@unite.edu.mk

Abstract

Vitamin A is a fat-soluble micronutrient that is important for visual function, immune system support, and cellular health. However, because there is a small margin between its effectiveness and potential toxicity (hypervitaminosis), careful monitoring of its levels in dietary supplements is an important public health concern.

This review analyzes the use of advanced bioanalytical methods, such as High-Performance Liquid Chromatography (HPLC) and Liquid Chromatography-Mass Spectrometry (LC-MS), for the qualitative and quantitative evaluation of Vitamin A isoforms (retinol, retinyl acetate, and retinyl palmitate) in different dietary supplements.

The main analytical challenges include the high sensitivity of the vitamin to light, temperature, and oxidation, as well as the important role of extraction techniques like liquid-liquid extraction and Solid-Phase Extraction (SPE) in maintaining measurement accuracy. Recent data indicate that there are often discrepancies between the dosages claimed on labels and the actual concentrations found in commercial products, which can pose a risk to consumer safety.

In public health, the validation of bioanalytical methods acts as an important regulatory tool. It reduces the health risks linked to under-dosing, which can cause therapeutic failure, as well as accidental toxicity, thereby protecting consumer health and ensuring the effectiveness of worldwide nutritional fortification efforts.

Keywords: Vitamin A, bioanalytical methods, dietary supplements, public health, quality control.

THE IMPACT OF FUNCTIONAL FOOTBALL TRAINING ON SPEED, AGILITY, AND SHOOTING PRECISION IN PARTIZANI U19 PLAYERS

Mcs Vullnet Manushi

Sports University of Tirana

Mcs Marlind Manushi

Abstract

The purpose of this study was to investigate the effects of a specialized training program on the development of selected physical abilities and shooting accuracy in Tirana U-19 football players in Albania. Modern football requires high levels of physical fitness, technical precision, and tactical performance, especially among youth players who are in the developmental stages of elite performance preparation. Therefore, coaches increasingly rely on scientifically based training programs to improve player performance. The study adopted an experimental design with one group using pre-test and post-test measurements. The research sample consisted of 20 players from the Partizani U19 football team competing in the Albanian youth championship. The training program lasted eight weeks with three training sessions per week and focused on agility, explosive strength, speed-strength, and movement shooting accuracy.

The physical tests included the slalom agility test, vertical jump test, repeated jump test in 30 seconds, and movement shooting accuracy test. Statistical analysis was performed using SPSS software, where arithmetic means, standard deviations, and paired sample t-tests were used to determine differences between pre-test and post-test results.

The findings demonstrated statistically significant improvements in all measured variables after implementation of the training curriculum. Agility performance improved through the reduction of running time, explosive strength increased significantly in the vertical jump test, and shooting accuracy scores improved considerably after the intervention period. These results indicate that combining physical and technical exercises within high-intensity interval training contributes positively to youth football performance.

The study concludes that specialized football training programs designed according to scientific principles can effectively improve both physical and technical abilities in youth football players. The researchers recommend that coaches in Albanian youth academies integrate structured high-intensity exercises and football-specific technical drills into regular training plans to optimize performance development.

Keywords: football training, Tirana U-19, agility, explosive strength, shooting accuracy, youth football.

INTELLIGENT INTERFACE MODEL FOR ALBANIAN LANGUAGE**1.Lindita Ademi,****University of Tetova,****Republic of north Macedonia****lindita.ademi@unite.edu.mk****2.Valbon Ademi****University of Tetova,****Republic of north Macedonia****valbon.ademi@unite.edu.mk****ABSTRACT**

The advent of internet and advancements in User Interfaces (UI) as well as in assistive technologies make this challenge increasingly feasible. A lot of effort has gone into making software applications and web pages more accessible to the blind and visually impaired students. There are few Windows based stand-alone text-to-speech screen reader applications that provide application-specific speech output through script files written specifically for them. All these screen readers usually cover widely speaking languages. Albanian language is not covered with no one of the screen readers. In this paper a new user-interface model for Albanian speaking blind and visually impaired is presented. The new model is built up on the research results and testing with different screen readers and different groups of blind and visually impaired Albanian speaking students, the screen readers analysis, text-to-speech technologies analysis, specially developed text-to-speech generator from Albanian texts, the mathematical analysis done on general Albanian texts as well as the basic principles of lexicons creations. It has been tested to blind and visually impaired science students. The new user-interface model is a very useful tool for Albanian-speaking blind and visually impaired science students giving them an equal studying opportunity as the other students.

Keywords: Interface, Intelligent, Model, Albanian, Speech.

1. INTRODUCTION

Intelligent User Interfaces (IUI), or sometimes called an interface agent is a user interface (UI), that includes some aspects of the artificial intelligence. The area of intelligent user interfaces covers various topics and deals with application of artificial intelligence and knowledge-based techniques on questions of man – computer interaction. One of the major benefits from the rapid development of the intelligent user interfaces are the applications known as (screen readers), which to a greater extent ease the life of the blind and visually impaired people. [4][5].

Having in mind that today the information science and computers, including internet, are entered in every pore of human life and work, the necessity of being at disposal to the disabled people including the blind and visually impaired is more than obvious. The screen readers are text-in-speech systems that transform the text into speech and read the information presented on the computer display. With a help of a combination of keys (shortcuts on the keyboard) the user can move across the user interface and read all the texts available on the screen. With a help of the keyboard, the user can enter a text that is transformed by the screen reader into speech and read loud. One of the screen readers is Web Anywhere [6]. The speech synthesis is an artificial generating of human speech from written texts. The speech synthesis is the central part of the text-in-speech technology, which today has a wide range of applications with a huge significance of their application in auxiliary technologies and tools for blind and visually impaired people and dyslexia, where the screen readers belong. For this purpose, there are appropriate algorithms designed, which afterwards through relevant programs enable to synthesize the text into speech. At the moment, there are solutions that enable generating natural speech for different world languages. [7][8] [9] [10].

However, they are not universal solutions which can be used for other languages as well, since the speech generated for other languages is not recognizable and natural [8][9]. Because of this, for each language one should look for a solution that refers to its specifics, always aiming towards a voice creation that will respond to the nature of the language. In this study, we describe the basic principles of designing a system for speech synthesis of the Albanian language from written texts. As basic segments that are used for the Albanian language are: the most used words, two letters and separate letters. Originally, we statistically analyzed texts written in Albanian language. Universally, as in every other language, the written texts can be considered as compositions of various units, such as sentences, words, syllables and, at the end, letters. After the conducted analysis and tests it became clear that the generated speech through letters was very unnatural, as a result of the discontinuity during the concatenation of the acoustic files of special letters with composing words. This is to a greater extent conditioned by the consonants, which are usually connected only with the vowel ë ə. These discontinuities can be considerably improved if instead of letters, words are used as basic units. However, the basic vocabulary of the Albanian language is present. Since it is not possible to provide acoustic files for all possible words, it is rational to have a compromised solution. So, we first provide acoustic files of the most commonly used words, which cover a considerable percentage of the written texts, and for other words the generating of the sound should be made by pronouncing single letters. Similarly, to the method with words, it is the case with generating a speech from syllables. The idea emerges from the fact that the number of words is too big to include all basic units within the acoustic database, and the number of syllables can be smaller and through them we could cover all the written texts. The research for the possibility of interpreting texts through a smaller number of basic units, introduced us in the meaning of diphones, as technical solution for this problem regarding this matter. The usage of more common words and diphones could be suggested as optimal solution withingenerating speech from written texts. This could be justified with the fact that through more common words a considerable percentage of texts can be included and continual speeches will be generated. For the other words the quality of generating through diphones will be lower, but the system will be stable because there will be no words that cannot be composed of diphones. Only for the foreign words or those that cannot be found in the dictionary of the Albanian language, there will be the option of generating speech through specific characters.

2. GENERATING SPEECH FROM WRITTEN TEXTS IN ALBANIAN LANGUAGE

At the moment, there are various technologies for converting a written text into speech. Their mutual goal is artificial generating of natural speech that is maximally comprehensive. But, unfortunately, such perfect convertors cannot be found yet. That is why, the researches of this area have an upward tendency because this has a strong influence on the improvement of the efficiency of the existing solutions and defines instant achievements in the field of interest.

The last reform in 1972, brought the standard Albanian literature language. There was a linguistic move to “unite” the two dialects of the Albanian language: Gheg и Tosk. While it seems that the official language is the language of the media and the schools, it is not the language of each speaker of the Albanian language. This language is still a subject of variations. Two common assumptions are not true when it comes to the Albanian language: all roots are not in the sentences and very often lack of syntax information. This unusually increases the importance of the processing of “unknown words”. We have to stress that many verb forms are not clean, but they are “analytical forms” [13].

The Albanian language and its alphabet consist of 36 letters, all of which are in Latin script, except for two letters which are written with diacritical script ç

and ë. The number of vowels is seven: a, e, ë ə, i, o, u, и y. Nine letters are considered as

compounds, because they represent combinations of two letters: dh ð, gj, ll l, nj, rr, sh ʃ, th θ, xh dʒ and zh ʒ.

The verbs can have one or two forms: Z active form and/or Z-hem passive form: for example, laj (wash) и lahem (be washed). Both forms have a same past participle, and the four tenses of the passive form are made from the same tense as the active form by adding the prefix “u": for example, lava (I washed -aorist) u lava (I washed myself). For some tenses the prefixes të and do are used, and for other tenses some other prefixes are used. For example, laj, të laj, do të laj, (active form) and lahem, të lahem, do të lahem (passive form) with 6 different tenses. If we take that laj is present tense, the same verb in future tense is

do te laf. In the Albanian language, the nouns and pronouns change most. A large number of words of masculine gender in singular change into feminine gender in plural. Hence, the gender is not a constant propriety of a noun. This is not written in the vocabulary. The declination position is at the end of the word, but for three pronouns, it is in the middle, for example, cilido, ciiitdo, and cilindo.

Foreign personal names are transcribed according the Albanian phonetics: Shekspir Shakespeare, Xhems Xhojs James Joyce, Sharl dë Gol Charles de Gaulle. They change the same as other nouns.

In front of the most adjectives, some nouns and some pronouns there is a particle called article. These articles have declinations: their four forms can be i, e, të, së. These declinations change depending on the position of the uttered adjective or noun in the syntagma in nominative.

From the conducted analysis of the Albanian written texts, it can be concluded that the usage of the letters is not the same. Around 450 most often used words in the Albanian language cover more than 50% of the texts in Albanian. Around 200 words cover about 45%. At generating the speech, first are provided the acoustic files of the most often used words, that cover significant percentage of the written texts, while for other words the generating of the speech should be done through single letters. In a similar way as it was the case with words, it is the case of generating the speech from syllables. The idea is based on the fact that the number of syllables can be smaller and through them to cover all written texts. However, the results of the statistical analysis of texts in Albanian confirmed the total number of 10.619 syllables used in the Albanian language. Theoretically, in the Albanian language there are $36 \times 36 = 1296$ possible diphones. But, on the basis of the analysis of the written Albanian texts it was detected that only 892 of them are in fact used in the semantic meaning of the language.

On the basis of the calculation of the frequency of the diphones in the Albanian language, we can conclude that only 45 of them can cover 50,532% of the written texts. Since their total number is small, it is reasonable that all diphones should be included in the database of the acoustic files.

The design of the application for speech generating from Albanian written texts consists of three phases:

1. Normalization of the text,
2. Creation of acoustic database and
3. Conversion of the text

Textual normalization means transformation of the text in the most adequate form for further processing. For the Albanian language, the normalization is realized in three steps:

1. First, the entire text is converted in small letters from the alphabet.
2. The specific letters dh, gj, ll, nj, rr, sh, th, xh, zh, ë и ç, are replaced with equivalent symbols: D, G, L, N, R, S, T, X, Z, E и C.
3. At the end, this is used for creation of a table which is used for converting the textual contents into numbers, special symbols, acronyms and abbreviations.

The equivalent mass consists of 200 units which are considered to be necessary for the Albanian language, but also, additional units can be added to it. All words that are not in the equivalent mass, will be interpreted letter by letter. Numbers that are out of this pattern will be interpreted cipher by cipher. Further segmentation of the text will continue through punctuation symbols. Some of them, such as full stop, question mark, exclamation mark will be equal to the pauses of 1000 ms. Thus, the speech generated later will not respect the intonations, but it will be comprehensive and continuous, which is the goal by itself.

From the different approaches to the speech generating, at the same time respecting the proposed algorithms in the context of this paper and the perception of the generated sound by the designed application, we can come to the following conclusions:

1. Generating speech letter by letter is comprehensive but it is not natural and connected to difficult discontinuities in the speech.

2. Generating word with quality speech results – we get comprehensive and natural speech.

However, the only disadvantage is that not all the words can be included in the acoustic database.

3. The use of diphones as basic units is characterized with the fact that it provides homogeneous and stable solution, as any text can be interpreted through a combination of acoustic added files to 892 identified diphones.

4. A possibility which offers compromised solutions, from the aspect of speech quality that is generated and also from the aspect of optimization of the acoustic database. Considerable number of the most used words are uttered according to the record of the original, while

others are comprised of diphones, and several are uttered through special letters.

3. DESIGN OF A NEW MODEL OF USER INTERFACE FOR ALBANIAN

SPEAKING REGION

We are dedicated to find a model in which texts written in Albanian language can be transformed into speech. In this case we need a preliminary language preparation. This preparation covers the contents of the basic databases of a vocabulary or terminology book, including special IT terminology, as well as their vocalization. The speech is a vocalization form of human communication. Every uttered word is created by phonetic combination of limited set of vocal, sound units – vowels and consonants. The quality of the text conversion into speech is measured by two main parameters: comprehensiveness and naturalness. The comprehensiveness should be done with clarity of the heard speech, and naturalness refers to the similarity of the speech with the artificially generated common speech.

According to the characteristics of the Albanian language, the process of conversion the sentences into words is a process of segmentation and classification of the written form of the sentence. Since the classification and segmentation are mutual here, it is not possible to do it one by one. On the contrary, our approach is first to make temporary segmentation in potential written forms called tokens, and then the next step will be to examine each token and solve any ambiguity. This first process is called tokenization; the step that generates words from the tokens is called text analysis. With tokenization (segmentation) of the text, we open an opportunity for the algorithms that are used for the text analysis to focus on one token at a time. In the phase of preprocessing the text, it is usually first divided into sentences, then divided into tokens which are separated by characters of blank space. The module for preprocessing the text is also responsible for management of non-standard words such as the abbreviations and numbers. In the phase of morphological analysis, the input text is analyzed in order to find morphemes in each word. Similar to this, in the contextual analysis, each word has a dedicated tag for word class, and in the phase of syntactic analysis, the type of sentence is determined, for example declarative or interrogative. Lastly, in Grapheme-in-Phoneme module an exact pronunciation of the input words is defined and the prosodic model is responsible for generating the correct prosody for the synthesized speech. The next phase is prosodic modelling, which in the linguistic science includes intonation, rhythm and lexic accentuation in the speech. The prosodic characteristics of the speech unit can be grouped in the characteristics of syllable, word, phrase or sentence. The perceived quality of the synthesized speech is largely determined by the naturalness of the prosody generated during the synthesis.

After finding the optimal solutions for adaptation of the specifics and characteristics of the Albanian language, on the basis of the above said for the way of work on multilingual text into speech system, we continue with the following stages: text normalization, creation of acoustic database and at last, text conversion with the help of applications for speech generating from text written in Albanian language.

4. CONCLUSION

In the group of existing intelligent interfaces for accessibility, with certain exceptions, dominate those in English. Starting the initiative for effectuating such kind of interface, inevitably comes down to previous analysis of the existing solutions, taking over positive experiences and best practices, or ready-to-go concepts, which inevitably leads to certain modifications and adaptations directed towards efficient use on adequate language region.

The choice of option for intelligent interface for blind people from non-English speaking regions comes down to two options – creating a new product or localization of some existing solution.

In this case we need a preliminary language preparation. This preparation covers the contents of the basic databases of a vocabulary or terminology book, including special IT terminology, as well as their vocalization.

REFERENCES

- [1] Bigham J. Jeffrey P., Lau Tessa, Nichols Jeffrey, Trailblazer: Enabling blind users to blaze trails through the web. In Proceedings of the 12th International Conference on Intelligent User Interfaces (IUI 2009), Sanibel Island, FL, USA, 2009.
- [2] Asakawa C., What's the web like if you can't see it? In Proceedings of the 2005 International Cross-Disciplinary Workshop on Web Accessibility (W4A). pp. 1–8. 2005.
- [3] Bigham P. Jeffrey, Prince M. Craig, Ladner E. Richard, Web Anywhere: Enabling a Screen Reading Interface for the Web on Any Computer, In Proceedings of the 2008 international cross-disciplinary conference on Web accessibility (W4A), pp. 132-133, ACM New York, 2008.
- [4] Feldman R., Sanger J., The text mining handbook - advanced approach in analyzing unstructured data, Cambridge Press 2007.
- [5] Gormez Zeliha, Orhan Zeynep, TTTS:Turkish text-to-speech system, 12th WSEAS International Conference on Computers, Heraklion Greece, pp. 977-981, 2008.
- [6] Parssinen Kimmo, Multilingual text-to-speech system for mobile devices: development and applications, Tampere University, Tampere 2007.
- [7] Taylor Paul, Text-to-Speech Synthesis, Cambridge University Press, 2009.
- [8] Caka N. ,D.A., R.S., Vocabulary of Informatics Albanian-English/English-Albanian, Akademia e Shkencave dhe Arteve të Kosovës, ISBN: 9951-413-33-1, Jan. 2005
- [9] Piton Odile, Lagji Klara, Përnaska Remzi, Electronic Dictionaries and Transducers for Automatic Processing of the Albanian Language, Natural Language Processing and Information Systems, Lecture Notes in Computer Science Volume 4592, pp 407-413, 2007.
- [10] Ademi V., Напредни Техники за развој на интелигентни кориснички интерфејси, 2019, ISBN 978-608-245-283-8.
- [11] Ademi L., Терминологијата од областа на информатичко компјутерската технологија во англискиот и во албанскиот јазик-споредбена анализа, ISBN 978-608-245-412-2, 2019.

AN ANALYSIS OF A HAIKU POEM ABOUT SPRING BY MARA FACCIONI**Irina-Ana DROBOT | ORCID 0000-0002-2556-6233 | E-Posta: anadrobot@yahoo.com****Technical University of Civil Engineering Bucharest, Faculty of Engineering in Foreign Languages,
Department of Foreign Languages and Communication, Bucharest, Romania****Abstract**

The purpose of this paper is to analyse the haiku poem "spring wind/ petals and dust/ in one whirl" by Mara Faccioni, from Milano, Italy, which was published in The Mainichi Japan on May 18, 2026, and selected by Dhugal J. Lindsay. The haiku poem is associated with its use of juxtaposition by Western culture members, meaning with the way in which the poem is divided into two parts, which are both different and among which we can establish, as readers, connections. The first part of the poem is about the spring wind. The second part is about an image of a mixture of petals and dust moving in a whirl. Readers are tempted to combine the two parts into one coherent scene, where the spring wind disturbs the fallen and falling petals of blossoms, as well as the dust. Readers think of the symbol of the cherry blossoms in Japan, suggesting transience and ephemerality. The dust suggests death, destruction, as well as disappearance of the blossoms, which do not last for a long time. Readers can also think of them in parallel with human lives. Zen Buddhist philosophy is about loss and change, and knowledgeable readers can identify it in this poem. The methodological framework is composed of reader-response criticism, Zen Buddhism and psychology.

Keywords: loss, Zen Buddhism, psychology, reader-response criticism, cultural awareness, visual images.

Introduction

Change and the ephemerality of life, as well as loss, are not just elements present in Zen Buddhist philosophy (Novak, 1996). They are universal aspects of life, which everyone can come across their lives, no matter to what culture they belong. These elements are often part of the topics of haiku poems, written throughout historical ages and across cultures from all over the world. Our first image coming to our minds about change and transience can be, with respect to Japanese culture and to the haiku poem, the cherry blossoms, and with it, the Cherry Blossoms Festival in Japan (Ohnuki-Tierney, 1998). During the Cherry Blossoms Festival, the Japanese spend time with their friends and family, having picnics, and both admiring the beauty of the cherry trees in bloom and being aware of their ephemerality. The cherry blossoms do not last for long. Soon after being in full bloom their petals would start falling. From this point of view, we can consider that the cherry blossoms show us change as it is happening, or in the process of happening. We can watch a cherry tree in bloom and see petals starting to fall, which would make us immediately think how the world is in a continuous process of change.

Looking at this Asian culture piece of philosophy, we Western culture members can gain higher awareness of the way in which we are facing change all the time. Time never actually stands still. This can be just our impression or illusion, or our wish to keep time from passing, and to hold on to certain moments and to certain persons we care a lot about.

Dealing with loss is a common experience to members of all cultures, which makes haiku poems and Zen Buddhist philosophy relevant to us all.

Materials and Methods

Haiku poems, as Japanese cultural products, are thus not that unfamiliar and not impossible for Western culture members to understand and relate to.

The haiku poem chosen for analysis in this paper is related to the themes of change and transience: "spring wind/ petals and dust/ in one whirl" and it was written by Mara Faccioni, from Milano, Italy, and published in The Mainichi Japan on May 18, 2026, being selected for publication by Dhugal J. Lindsay. This haiku poem creates

a surprising connection between two apparently contradictory elements: spring, which is usually associated to nature's regeneration, with its coming back to life, with new beginnings, and the dust, where petals disappear in a whirlwind, suggesting an end and, therefore, a destruction. The haiku poem is thus given tension, through the presence of a conflicting attitude: we see spring in a certain way and we have formed expectations about it, based on the way in which it has been portrayed throughout time in literary and artistic works. However, the haiku poem and the sense of observation and meditation associated with it leads us to see matters further, to form a new way of perception, by setting aside what we have been taught about the world. We begin to see the world through raw perception, in an effort to see the world as it is, not as we have been led to believe that it should be. We let the world be perceived freely, without any preconceptions, without any expectations and previously formed beliefs. We seem to arrive at the truth: that spring can also be destructive and bring matters to an end. The cherry blossoms eventually fade away, their petals being scattered by the wind and mixed with dust. All the previously admired beauty ends up, just like our human lives, turning to or mixing with dust. Nothing else remains of the previous beauty of the cherry blossoms. We can experience in this way an acute sense of loss, and we grow intensely aware of how we are facing change. The change is radical in the images depicted in this haiku poem.

The haiku poem is built based on juxtaposition (Hiraga, 1999), or on two different sets of images which are brought together in a cohesive whole by the readers who rely on allusions (Atanasiu, 2026) and free associations, as well as on their imaginations, to fill in the blanks. The first image is that of the spring wind, while the second image is that of petals and dust, all mixed in one whirl. Readers guess based on the clues given in the poem that the petals may belong to the cherry blossoms which reached their end, together with the sakura season. They are faced with what is left over the cherry blossoms season and they understand that time has passed and change has occurred. Zen Buddhism teaches us to accept that change is a natural part of life, and that we are always going to face it, together with loss. We can go through the process of grief work (Gross, 2018) within the experience of mourning (Freud, 1917) when we lose a person that we love or when we lose certain values, ideals, places, and even hope. One of the stages of grief work is denial, and other stages suggesting not accepting and not getting over the loss. Zen Buddhism leads us directly through a stage of grief work that should be the final one, namely accepting the state of affairs, accepting that we are going to lose everything in this life since everything is subject to change, and thus coming to terms with the loss.

We notice how, simply through external images, this haiku poem suggests a variety of emotional states and a variety of philosophical reflections. We move from the level of visual images to the level of abstract thinking.

The poem has been analysed based on the reader-response approach, which claims that readers react emotionally to a text and that they rely on their background knowledge in order to understand and interpret it (Mart, 2019). Notions of cultural awareness, related to Japanese culture, become part of the background knowledge used by readers to make sense of the haiku poem selected for analysis, together with background knowledge of psychology and psychoanalysis, as far as mourning and grief work are concerned. Personal life experiences related to mourning, grief work, and loss are also part of the background knowledge.

Results

Readers, regardless of their cultural background, can resonate with the haiku poem by Faccioni (2026), and make free associations (Freud, 2016) with the visual images in order to reach the main theme of loss, grief work, mourning, ephemerality, and change. Readers belonging to the Western world can, through this haiku poem, directly empathize with members of Japanese culture, feeling that they are so close to them, after all, and feeling that they can join them in reflecting philosophically during the Cherry Blossoms Festival.

Discussion and Conclusion

Regardless of the culture we belong to, we are all very sensitive and often overwhelmed by the process of change. We are highly sensitive to loss. Even if the selected haiku poem by Faccioni (2026) seems to treat the topic in a

visual, factual, apparently detached manner, the external world elements chosen carry emotional associations which lead us to consider emotional realities we are confronted with during the processes of change and grief work.

References

- Atanasiu, C.T. (2026). Prin sindrila sparta fanul din Carul Mare. PIM Publishing House, Iasi, Romania.
- Faccioni, M. (2026). May 18, 2026 (Mainichi Japan). <https://mainichi.jp/english/articles/20260430/p2g/00m/0su/028000c>
- Freud, S. (1917). Mourning and melancholia. The standard edition of the complete psychological works of Sigmund Freud, 14(1914-1916), 237-258.
- Freud, S. (2016). Introductory lectures on psycho-analysis. In Myths and mythologies (pp. 158-166). Routledge.
- Gross, R. (2018). The psychology of grief. Routledge.
- Hiraga, M. K. (1999). "Blending" and an Interpretation of Haiku: A Cognitive Approach. Poetics Today, 461-481.
- Mart, C. T. (2019). Reader-response theory and literature discussions: A Springboard for exploring literary texts. The New Educational Review, 56, 78-87.
- Novak, P. (1996). Buddhist meditation and the consciousness of time. Journal of Consciousness Studies, 3(3), 267-277.
- Ohnuki-Tierney, E. (1998). Cherry Blossoms and Their Viewing. The Culture of Japan as Seen Through its Leisure, editado por Sepp Linhart y Sabine Frühstück, 213-36.

AN ANALYSIS OF A HAIKU POEM ABOUT LAST SNOW BY MARIA TERESA SISTI**Irina-Ana DROBOT | ORCID 0000-0002-2556-6233 | E-Posta: anadrobot@yahoo.com****Technical University of Civil Engineering Bucharest, Faculty of Engineering in Foreign Languages,
Department of Foreign Languages and Communication, Bucharest, Romania****Abstract**

The purpose of this paper is to analyse the haiku poem "last snow/ a son says goodbye/ to his father" by Maria Teresa Sisti, from Massa Carrara, Italy, which was published in The Mainichi Japan on May 15, 2026, and selected by Dhugal J. Lindsay. Readers notice how this poem is made up of two parts: the image of the last snow and the scene of a son saying goodbye to his father. Readers start wondering about the connection between the image of the snow and the scene of goodbyes. They start asking themselves questions, such as whether the parting is temporary or permanent. From here, readers start building hypothesis upon hypothesis: perhaps the father is leaving his family, and for his son the entire world is changing. The last snow suggests that the magic of winter, when families are together, is gone. Perhaps the father is very old and sick, or perhaps he has even died. This again leads to a radical change in the world of the son. Nothing will ever be the same. Readers start their analysis based on the juxtaposition, which makes them put elements together. The methodological framework is composed of reader-response criticism, Zen Buddhism and psychology.

Keywords: loss, Zen Buddhism, psychology, reader-response criticism, cultural awareness, visual images.

Introduction

While its origins lie in sixteenth-seventeenth century Japanese culture (Addiss, 2012), the haiku poem has become spread all over the world. It is now being read and practiced by readers and writers from all over the world, and this has been happening for many years now. This shows that the haiku poem does not include only elements and mindsets specific to Japanese culture, but also universal elements, which can be understood by members of all cultures, making it thus a highly adaptable form of poetry. Its form is what sets it apart: 5-7-5 syllables and three lines, at least in its traditional form, its reliance on juxtaposition, and also in its traditional form, on a seasonal reference or kigo. The haiku poem includes universal emotional and life experiences and situations, to which readers belonging to cultures other than the Japanese one can relate.

Losing a dear person is such a situation, which is alluded to in the haiku poem selected for analysis in this paper.

Materials and Methods

The haiku poem chosen for analysis in this paper is: "last snow/ a son says goodbye/ to his father" by Maria Teresa Sisti, from Massa Carrara, Italy, which was published in The Mainichi Japan on May 15, 2026, and selected by Dhugal J. Lindsay.

Starting from the level of the visual images present in this poem, we readers can start imagining hypothesis upon hypothesis, and scenario upon scenario. We can picture, literally, a son saying goodbye to his father during the end of winter, which is a seasonal time suggested by the image of the last snow. The two may be telling each other their goodbyes after a usual visit, or simply during usual, everyday life moments, when the two of them do not spend all of their time together during the day, each of them having their separate activities. In this sense, the son and the father could be any age. We can imagine a child saying goodbye to his father as his father leaves him at the kindergarten, or as he is together with his mother, remaining to spend the day with her, while his father is going to work. Another possibility is that the son is an adult and his father is quite advanced in age. The son may now have a family of his own and they may have invited the father over to spend the winter holidays with them or simply on a usual visit to their house. Alternatively, the adult son may have gone to pay a visit to his father, and he is now saying goodbye, and this scene may repeat, as the son will come back for further visits. We may

also think that the father is leaving after coming to spend some time with his son who is a child, and as the father is separated from his mother. The goodbye may be temporary, as the separation may be a temporary moment between two persons. At the same time, the goodbye may mean that the father is leaving the young son's mother, that they are separating, and in this way the son is saying goodbye to his previous life, when his parents were together. The goodbye is a forced one, and thus one beyond his control. The father may also be still together with the son's mother, but he may be forced to leave for some time to work abroad in order to provide for his family.

In addition, the goodbye may mean a definitive break-up, as the father may be dying or has just died. In addition, the son may be finally saying goodbye since he has come to terms with the death and loss of his father.

The ambiguity of the context where the goodbye takes place, together with the missing details of the family situation and ages of the father and son allows readers room to fill in the blanks by using their imagination. This haiku poem can suggest the process of grief work, with the loss recently happening, or the end of the process of grief work, which is the acceptance stage and coming to terms with the loss (Freud, 2016; Gross, 2018).

These aspects related to mourning resonate with Zen Buddhist philosophy (Novak, 1996), according to which change is a constant part of our lives, meaning that everything is ephemeral, and that eventually we are going to lose everything and everyone we care about in this life.

Various elements in the two parts of the poem – the image of the last snow and the image of a son saying goodbye to his father – resonate with each other and can be tied up to each other in order to make up a coherent whole, as we have seen during the process of analysis. The last snow can mean hope, since spring may be close. Based on these associations, both father and son can hope to see each other again. The last snow can also mean loss of Christmas magic, since snow plays a big part in the magical setting of the winter holidays, when families and friends spend time together. Likely, with the end of the winter holidays, the adult son may be returning to his usual activities at work and with his own family, or the father may return to work again and the son may no longer spend so much time as he wishes with his father. The focus is, thus, on change. The haiku poem relies on juxtaposition (Hiraga, 1999), which makes them work out the meaning of the poem and even what is going on in the poem by putting the two parts together, by establishing connecting elements, so that the two images do not remain completely separate and unable to form a coherent story or analysis, or sets of ideas and emotions.

Reader-response criticism is the approach used to analyse the haiku poem by Sisti (2026), since according to this approach readers react emotionally to the text and they also rely on their background knowledge in order to understand and analyse the text (Mart, 2019).

Results

The analysis of the poem relies first on a reconstruction of the scene and of the characters, as readers try to figure out what is going on there and in what circumstances. Readers build entire life situations, lifestyles, and relationships between the characters, as well as entire portraits of the characters. Every scenario and hypothesis makes sense, and there are many possibilities of interpretation as well. There is no definitive truth regarding what the poem is about and what it means. At the same time, every hypothesis and scenario is plausible and shows how the haiku poem works and how actively engages readers can be when coming across this type of poem.

Discussion and Conclusion

By going through the poem by Sisti (2026), readers can become aware of how creative they can become and of how much their contribution when reading a haiku poem counts. Other haiku poems may set out the scene and context of communication more clearly than this one. However, the same active reading process is at work in all of them. The active position of readers is situated in a central position in a haiku poem, and this should be kept in mind by haiku authors, when they create their poems. They need to stimulate their readers and spark their curiosity.

References

- Addiss, S. (2012). The art of haiku: Its history through poems and paintings by Japanese masters. Shambhala Publications.
- Freud, S. (1917). Mourning and melancholia. The standard edition of the complete psychological works of Sigmund Freud, 14(1914-1916), 237-258.
- Gross, R. (2018). The psychology of grief. Routledge.
- Hiraga, M. K. (1999). "Blending" and an Interpretation of Haiku: A Cognitive Approach. Poetics Today, 461-481.
- Mart, C. T. (2019). Reader-response theory and literature discussions: A Springboard for exploring literary texts. The New Educational Review, 56, 78-87.
- Novak, P. (1996). Buddhist meditation and the consciousness of time. Journal of Consciousness Studies, 3(3), 267-277.
- Sisti, M.T. (2026). May 15, 2026 (Mainichi Japan).
<https://mainichi.jp/english/articles/20260430/p2g/00m/0su/025000c>

AN ANALYSIS OF A HAIKU POEM ABOUT LINDEN BLOSSOMS BY ALVIN B. CRUZ**Irina-Ana DROBOT | ORCID 0000-0002-2556-6233 | E-Posta: anadrobot@yahoo.com****Technical University of Civil Engineering Bucharest, Faculty of Engineering in Foreign Languages,
Department of Foreign Languages and Communication, Bucharest, Romania****Abstract**

The purpose of this paper is to analyse the haiku poem "seizing the moment/ to let go .../ linden blossoms" by Alvin B. Cruz, from Manila, Philippines, which was published in The Mainichi Japan on May 16, 2026, and selected by Dhugal J. Lindsay. This haiku poem suggests to readers meditation practices. Letting go suggests a meditation, based on mindfulness techniques, when the poetic persona is very relaxed. Letting go means being ourselves, no longer caring about what others say. In this case, the poetic persona can start observing and connecting with elements in the natural world. Finally, the poetic persona has the moment to admire the linden blossoms. Otherwise, readers imagine, the poetic persona may be hurrying about, working, and worrying about everyday life tasks. At the same time, letting go may also be considered to mean giving up and, thus losing something. The linden blossoms are ephemeral. The poetic persona may accept this while still taking the time to enjoy their beauty and perfume. Readers may think about Zen Buddhist philosophy, which is strongly connected to haiku poems. Zen Buddhism underlines that our world is ephemeral and subject to change. The methodological framework is composed of reader-response criticism, Zen Buddhism and psychology.

Keywords: loss, Zen Buddhism, psychology, reader-response criticism, cultural awareness, visual images.

Introduction

Currently, Japanese culture and its various cultural products enjoy a high amount of popularity in the Western world. While this is not new, as Japanophilia has been around since early times in history, referring to interest in Japanese culture coming from outsiders, nowadays we can see this trend as highly pronounced, since we can find centres for studying and promoting Japanese language and culture, next to embassies, and various activities related to better understanding Japanese culture. Japanese gardens can be found all over the world, as well as Japanese cherry blossoms. Cherry Blossoms Festivals can be found taking place outside Japan, where Western culture members show a very high interest in this practice.

Western culture members are also familiar with and interested in the haiku poem, which has its origins in Japan, in the sixteenth-seventeenth centuries (Addiss, 2012). It is a poem which is practiced in online communities all over the world, where those passionate about this type of poem collaborate to reach a deeper understanding of this poem, and also to publish, write, and make this poem known to a wider audience.

Materials and Methods

Since the haiku poem is of interest to more and more Western culture members, and presented to them accompanied with study materials, their work can be continued in academic research papers by selecting a haiku poem written by a present-day author and analysing it. The authors publishing in The Mainichi are clearly part of international online haiku communities, since they are familiar with the way in which haiku poems function.

The haiku poem selected for analysis is the following one: "seizing the moment/ to let go .../ linden blossoms" by Alvin B. Cruz, from Manila, Philippines, which was published in The Mainichi Japan on May 16, 2026, and selected by Dhugal J. Lindsay.

We can identify two parts, made up of the mention of finding the right moment to let go and of the visual image linden blossoms. The juxtaposition (Hiraga, 1999) works by creating both a connection and a tension between the two parts of the poem. The parts are different, yet, by clues, allusions, suggestions, and associations of images and ideas, readers can put them together by establishing a coherent whole. We can reach a plausible scene and

context, as well as several series of philosophical reflections by putting together the two parts.

Readers can imagine that the poem is about someone finally deciding to relax and push out of his or her mind everything preoccupying him or her on a daily basis, while going on a walk on purpose, or by walking through the streets, alleys, or boulevards on his or her way to or back from work. There, this person's attention is caught by the linden blossoms, which likely announce themselves through their strong scent before they are visually seen. The person is suddenly strongly aware of the present moment, through the very strong connection with the external environment. According to environmental psychology, we always have an emotional reaction to our external, surrounding environment, be it nature, the urban setting, or interior settings. We can consider that the poetic persona is now practicing mindfulness, being completely there here and now, and participating emotionally to the moment of the linden trees in bloom and to the arrival of summer. The person is now, thus, completely grounded in the present moment, with his or her feet down to earth. Their thoughts do not wander elsewhere. Letting go can mean relaxing, completely ignoring what the others say, as well as the usual hurrying and stress of everyday life. At the same time, letting go suggests accepting giving up something when it is the case, such as when something has changed and thus no longer clinging to memories of the past. Letting go can also refer to letting go of the emotions and thoughts associated with the experience of mourning (Freud, 1917) and of grief work (Gross, 2018). In this case, it means accepting that someone we love has passed away, or at least coming to terms with the fact that this has happened and that there is no use feeling guilty over things in the past we did or did not do in relation to the respective person.

In this respect, this poem resonates with the Zen Buddhist mindset (Novak, 1996), which teaches us that we need to come to terms with the fact that change and ephemerality are aspects of this life and that eventually we are going to be confronted with loss.

The linden blossoms can function similarly to the Japanese cherry blossoms, in the sense that we admire them and enjoy their beauty while being aware of their ephemerality. As we watch them we know that they will not last for a long time, and we accept this. The person admiring the linden blossoms may be going through a similar train of thought.

Readers rely on their emotional reactions to this text, as well as on their background knowledge in order to better understand and interpret this text, which is what reader-response criticism does (Mart, 2019). By reading and analysing haiku poems, we can gain a high sense of cultural awareness about Japanese culture, since, as we have seen, we grow more and more familiar and more and more empathetic towards their Zen Buddhist mindset related to loss and transience.

Results

Since change is a constant part of our lives, according to Zen Buddhist philosophy, as we read haiku poems like the one selected for analysis in this paper, we realize that we need to find ways to cope with it. It is something well beyond our control and we have, as a result, no choice but to come to terms with this state of affairs. It is during moments when we look at the beauty of nature that we become highly aware that all of this is ephemeral and subject to change and loss quite soon, since we know how little blossoms last.

Discussion and Conclusion

Through the Zen Buddhist mindset strongly attached to the haiku poem, this type of poem teaches us to look at the world from a realistic, down-to-earth perspective, and to move along with the changes. It is, after all, a very healthy approach for our psychological well-being.

References

- Addiss, S. (2012). The art of haiku: Its history through poems and paintings by Japanese masters. Shambhala Publications.
- Cruz, A.B. (2026). May 16, 2026 (Mainichi Japan). <https://mainichi.jp/english/articles/20260430/p2g/00m/0su/026000c>
- Freud, S. (1917). Mourning and melancholia. The standard edition of the complete psychological works of Sigmund Freud, 14(1914-1916), 237-258.
- Gross, R. (2018). The psychology of grief. Routledge.
- Hiraga, M. K. (1999). "Blending" and an Interpretation of Haiku: A Cognitive Approach. Poetics Today, 461-481.
- Mart, C. T. (2019). Reader-response theory and literature discussions: A Springboard for exploring literary texts. The New Educational Review, 56, 78-87.
- Novak, P. (1996). Buddhist meditation and the consciousness of time. Journal of Consciousness Studies, 3(3), 267-277.

COMBATING THE PHENOMENON OF SMUGGLING IN THE PERSIAN GULF AND THE SEA OF OMAN DURING THE FIRST PAHLAVI ERA

Dr. Mohammad Jafar Chamankar

Professor , Urmia University, Iran/ mj.chamankar@urmia.ac.ir

Abstract:

With the political transformation in Iran from the Qajar era to the first Pahlavi era, the southern regions of Iran became the scene of new economic developments. A series of commercial and customs efforts caused movement in various economic sectors of the islands and ports of the Persian Gulf and the Sea of Oman. Coinciding with these changes, profitable smuggling and illegal trade activities also increased.

- Research Objective:

The aim of the research is to examine smuggling during the economic interactions of the islands and ports of the Persian Gulf during the period of 1320-1300 AH and the nature of the policies and programs of the first Pahlavi era in combating and controlling this harmful phenomenon.

- Research Method and Approach:

The analytical research method is based on the study of documentary data from the archives of the National Archives and Library Organization, military and economic publications, and various Iranian newspapers during this period.

- Findings and Conclusion:

A study of various documents and sources shows that in order to transform the economic role, various dimensions of the smuggling issue have been simultaneously addressed in short-term infrastructure activities and long-term policies, and ultimately, by trying to legally and security-wise combat this complex destructive phenomenon, these regions have prospered.

Keywords:

First Pahlavi, Persian Gulf and Sea of Oman, Economy, Smuggling Phenomenon, Struggle

Introduction:

Studies of the economic area of the Persian Gulf and Sea of Oman indicate that most economic documents and data related to the phenomenon of smuggling are in the archives of the National Documents Organization during the period 1300 to 1320 AH, followed by the documents of the Ministry of Foreign Affairs. Other archives contain scattered documents on economic issues in particular. In this study, in order to match the obtained documents with a first-hand and reliable document, political and military newspapers of this period, along with a collection of economic and customs magazines, were examined on a daily basis. However, due to the security and judicial nature of the subject and the impossibility of easily reflecting its issues, it is difficult to obtain documents on the shores and hinterlands of the Persian Gulf and Sea of Oman. As far as the author knows, so far, the smuggling of goods in the Persian Gulf and Sea of Oman has been based on The documentary method has not been studied in the Reza Shah era, and this research can only be considered as a chapter for further studies.

This article attempts to answer the following question:

- What was the policy of the first Pahlavi government in combating smuggling and what dimensions did it encompass?

In conclusion, it is concluded that combating smuggling was fundamentally one of the economic policies of this period, and Iranian rulers believed in the destructive nature of this phenomenon and made every effort to eradicate or limit it, although the success of this process has faced numerous ups and downs due to the breadth of the issue and the illegitimate benefits derived from it.

A - Legal and commercial measures:

According to the views of Iranian politicians, economic recovery and trade prosperity, along with the approval of a set of laws encouraging trade and limiting illegal trade, were complementary to the most important factors in keeping the natives away from the tendency towards income from smuggling. Following this policy, continuous and increasing efforts were made to prosper and develop the islands and ports of the Persian Gulf and the Sea of Oman. On 30 Joza (Khordad) 1301, in order to prevent the slaughter of lambs and the reduction of livestock, the export of lamb skins was banned. On 1 Jeddi (Di) of the same year, the law prohibiting the export of gold and silver was approved (Rahimzadeh Safavi, 1308, p. 202). This law caused a short-term increase in the smuggling of precious metals, as a result of which it was proposed to completely free the export of rupees and to carry out the capotage of gold and silver from one port to another (Tufan, S. 2, No. 52, 22 Hamal 1302, p. 2). On 11 Ordibehesht 1307/1 May 1928, the law of customs independence and permission to conclude special customs agreements with foreign governments was approved (Gahnameh 50 Saal Shahshahi Pahlavi, 1356, vol. 1, p. 66). In 1303 According to the first article of the Opium Restriction Law, 6 Shahis were levied as taxes on every shekel of opium consumed domestically. Also, local consumption of opium in its cultivation areas was prohibited and considered smuggling (Uloom Mali va Eqtasem, S. 1, No. 2, Joza, Sartan and Asad 1303, p. 13). On 26 Tiyar 1307, the State Monopoly Law on Opium was passed, which allocated the trading, storage, storage, transportation and export of opium to the state and prohibited the import of opium (Sakma, 17810/240), (Sakma, 14040/240), (Rahimzadeh Safavi, 1308, p. 205). The Law on Punishment of Perpetrators of Opium Smuggling, passed on 16 Mordad 1307, played an important role in the fight against opium smuggling. According to this law, any amount of opium discovered outside of government warehouses was considered smuggling, confiscated and the criminals were fined 2 qarans and 500 dinars. and were sentenced to 8 days to 2 years in prison (Kuhy Kermani, 1945, p. 27). In 1935, the Ministry of Finance issued a circular to all subordinate departments emphasizing the prevention of opium smuggling and the method of collecting fines from the accused (Sakma, 32202/240). The government tried to combat the illegal trade by purchasing opium directly from farmers, which was carried out by opium monopoly officers at the end of May and mid-June each year. 700 50-kilogram boxes of opium were exported every year (Safaei, 1989, p. 63). In March 1927, with the aim of combating the trade and smuggling of antiques,

10% of customs duties and 2 Toman duties were imposed by the Education Department on such supplies (Asr Hadid, No. 2, March 1927, p. 22). According to the circular, opium exports, as one of the major items of Iran's foreign trade, A large amount of goods were exempted from customs duties and taxes (Sakma, 000870/240), (Trade Chamber, 1 Aban 1308, p. 20). Some goods, especially alcoholic beverages and sodas, were exempted from customs duties in the port of Bushehr (Sakma, 00273/240).

On May 13, 1928, the Iranian Customs Code and Tariff was approved and announced (Qalam Azad, No. 11-2, Azr 1929, pp. 8-6). On March 19 of the same year, a new law on the state monopoly of tobacco was approved (Rahimzadeh Safavi, 1929, pp. 206-205). Warehouses were built to store tobacco and to monitor buyers and sellers in the south (Qalam Azad, No. 50, Farvardin 1920, p. 3). One of the Bushehr customs buildings was given to the Opium Monopoly Department for use as a warehouse (Sakma, 28993/240). In 1929, a bill was passed to allow the entry of rupees into Iran, as a result of which smuggling was reduced. (Qalam Azad, No. 8-9, August and September 1309, p. 19) In the same year, a ban on cutting down forest trees was implemented with the aim of combating wood smuggling (Qalam Azad, No. 12, May 1310, p. 9). In order to speed up customs activities, it was agreed to clear imported goods that had a one hundred rial difference in exchange rate with their commitment in Bandar Abbas (Sakma, 240001460). Iranian customs agents, especially in Bandar Abbas, were obliged to quickly clear imported goods of merchants and transport them to the markets for consumption and sale (Sakma, 240002511). In order to expand economic relations with Arab neighbors in the Persian Gulf and the Sea of Oman and with the aim of developing the transport of goods to the southern regions of the Strait of Hormuz, including Bahrain (Sakma, 5983/240), Oman and Muscat, the issuance of export permits for merchandise was increased and facilitated. Such facilities were provided to merchants from Arab countries in the region who were interested in It was also granted to export goods to Iran (SACMA, 240000292). The problems caused by the entry of Iranian and foreign nationals who did not have passports and wanted to enter Iran were resolved, and efforts were made to quickly issue visas to such individuals (Sakma, 240001138). Accordingly, the Ministry of Finance issued an order to register the ID cards of passengers in the southern and Chabahar ports by the Customs Department until the establishment of the Nazmiyeh organization in these areas (Sakma, 52493/240). Also, the entry and exit of goods without obtaining a permit was freed for residents of the ports and islands of the Persian Gulf and the Sea of Oman (Sakma, 74948/240). On October 17, 1926, the law prohibiting the exit of gold and silver from the country's borders was approved (Gaznameh 50 Saal Shahshahs Shahshahi Pahlavi, 1356, Vol. 1, p. 51), (Asr Hadid, No. 21, Ordibehesht 1309, p. 26). On March 12, 1306, the Parliament In 1928, the law on the punishment of perpetrators of smuggling was passed (ibid., pp. 63-64). On March 19, 1933, an amendment to the law on the punishment of perpetrators of smuggling was passed. According to this law, in addition to confiscation of property, smugglers were sentenced to 3 to 2 years in prison, and armed resistance was punishable by death (Chamber of Commerce, Year 5, No. 84-85, first half of May 1934, pp. 17-20). Article 13 of this law on the import and export of cigarettes emphasized that each passenger entering Iran had the right to carry only 100 cigarettes, 5 cigars, 1 cigarette paper booklet, and 16 shekels of tobacco for personal consumption, and the excess was confiscated (Iranian Customs, No. 54, May 1934, p. 2). In 1933, the Ministry of Finance issued a declaration on the reduction of duties on the legal export of opium. (Sakma, 20147/240) and notified the law on the punishment of perpetrators of opium smuggling to subordinate departments (Sakma, 85235/240). From August 1313, the law on banderoling (sealing) and affixing stamps to packages of sugar, tea, and any goods whose commercial monopoly was with the government came into effect. Violators were considered perpetrators of smuggling and were prosecuted and punished according to the relevant laws. From the beginning of November of the same year, any goods without a banderol were considered smuggled and the owners were arrested and the goods were confiscated. According to Article 4 of the State Monopoly Law on Sugar and Tea approved in June 1304, violators of the banderol system, in addition to losing the goods and paying a fine equivalent to the price of the confiscated goods, were no longer allowed to trade wholesale or retail sugar, tea, and sugar. (Iranian Customs, No. 55, June 1313, p. 7) The Council of Ministers in a meeting on June 7, 1314 In order to prevent smuggling, the export of Shiraz sheep and rams of the Qaragol, Merino and Zandieh breeds was banned (Iranian

Customs, No. 67, June 1314, p. 13). According to Article 1 of the Gold and Silver Smuggling Bill of 12 Tiyar 1314/4 July 1935, in addition to confiscating the goods, smugglers were also sentenced to death (Gahnameh 50 Saal Shahshahi Pahlavi, 1356, Vol. 1, p. 127). From the end of 1314, the export of any type of currency and foreign currency was prohibited based on the Foreign Currency Transactions Law approved on 10 Esfand 1314 (Iranian Customs, No. 77, April 1315, p. 1). From 1315, efforts to bring exports out of stagnation and smuggling increased as a result of the application of tax laws. Accordingly, with the publication of Resolution No. 15086 of the Council of Ministers in 1316, with Freeing 50% of the export currency, exports in the ports of the Persian Gulf quickly flourished (Documents of the Bushehr Chamber of Commerce, 1393, Vol. 1, pp. 65-66). Exemption from customs duties and taxes on opium exports in the ports and islands of the Persian Gulf, Bandar Abbas, Lengeh and Bushehr was announced based on the 1314 decree (Sakma 870/240). The ban on barley exports was lifted on 17 Farvardin 1317 (Bazargan letter, No. 3, May 1317, p. 2), facilitating exports at the southern borders by downgrading goods, especially dates, from grade 2 to 3, which were subject to lower duties (Bazargan letter, No. 4, June 1317, pp. 1-9), (Bazargan letter, No. 7, October 1319, p. 27) and the ban on the export of silver metal in 1317 and 1318 (Letter Bazargan, No. 13, April 1939, p. 34) was another legal measure in the fight against the phenomenon of smuggling during this period. On May 15, 1939, the Cabinet of Ministers approved the facilitation of the entry and, without a permit, the assets of the workers of Bandar Lengeh and its subsidiaries who were working abroad and whose amounts did not exceed one thousand rials (Bazargan letter, No. 15, June 1939, p. 13). In the same year, a major part of the coastal highway, which played an important role in the fight against smugglers and the expansion of legal trade, was completed and put into operation (Rah letter, No. 1, No. 4, September 1939, p. 26). The liberalization of the export of fruits and vegetables to any point in the world The opening of southern ports and the reciprocal entry of food and goods based on the Border Trade Law, the prohibition of the export of foreign-origin goods, and the facilitation of the import of rice, cotton, and fibers in 1320 were among other measures taken by legislators to promote the borders of the Persian Gulf and the Sea of Oman and reduce the tendency towards smuggling (Economy and Commerce Letter, No. 4, Issue 9, December 1320, p. 147), (Economy and Commerce Letter, No. 4, Issue 10, January 1320, pp. 178-177). In 1320, the Council of Ministers approved the implementation of the State Monopoly Law on Opium (Sakma, 13008/240).

Sources:

Documents

National Archives and Library of Iran Organization, (SACMA), Documents No.: 17810/240, 14040/240, 32202/240, 000870/240, 00273/240, 28993/240, 240001460, 240002511, 5983/240, 240000292, 240000292, 240001138, 52493/240, 74948/240, 20147/240, 85235/240, 870/240, 13008/240, 4719/240, 10065/240, 5376/240, 464/260, 415931/ 293, 122483/293, 3831/240, 518 J AA 1, 16435/240, 3976/293/98, 4279/240, 24033/240, 88192/ 240, 240001514, 85594/27804, 4932/240, 52219/240, 240000125, 4278/240, 53219/240, 96118/240, 4267/240, 44519/240, 79338/240, 58431/240, 485/365, 28627/240, 86180/240, 93795/240, 29402/240, 20905/240, 134860/293, 21/355, 11422/240, 30991/240, 75993/240, 28627/240, 48922/240, 45932/240, 29929/240, 439/240, 608/355, 302/294, 608/355, 302/294, 9224/298/98, 5470/240, 43049/240, 39076/293, 588/355, 31303/240, 31299/240, 8245/240, 36162/310, 34788/240, 1108/293, 32691/293, 2472/291, 4517/293, 6921/293, 288/290

References

Books

Selected Persian Gulf Documents. (1994). Edited by Mina Zahirnejad. Volume 3. Tehran: Office of Political and International Studies, Ministry of Foreign Affairs

Documents of the Bushehr Chamber of Commerce. (1994). Edited by Mojtaba Paridar. Vol. 1. Tehran: Bushehr Chamber of Commerce and Abad Boom Publishing House

John Poulad, Ahmad. (2006). The Story of an Iranian Officer. Tehran: Pardis and Shiraz. Jafari Valdani, Asghar. (1997). A Historical Look at the Iranian Islands of Tunb and Abu Musa. Tehran: Office of Political and International Studies, Ministry of Foreign Affairs

Rain, Ismail. (1977). Iranian Seafaring from the Colonial Era to the Present. Tehran: Javidan

Rahimzadeh Safavi, Ali Asghar. (1989). Economic Iran. Tehran: Tehran Union Press

Rasai, Farajollah. (1989). Two Thousand and Five Hundred Years on the Seas. Tehran: Bina

Sheikh El-Islami, Javad. (1987). The Murder of Atabek and Sixteen Other Research Articles, Tehran: Kayhan

Safaei, Ebrahim. (1989). Historical Memoirs. Tehran: Ketabsara

Qaem Maghami, Jahangir. (1976). History of the Iranian Gendarmerie from the Earliest Times to the Present. Tehran: Bina.

Qaem Maghami, Jahangir. (1987). History of the Political Developments of the Iranian System. Tehran: Press.

Kazemi, Mohammad. Alborz, Manouchehr. (1976). Fifty-year history of the Iranian Imperial Land Force. Tehran: National Ceremony of Commemorating the Fifty Years of the Pahlavi Empire

Kuhikhermani, H. (1945). History of Opium and Opium in Iran. Tehran: Mohammad Ali Elmi Bookstore

Fifty-year Pahlavi Empire Magazine. (1977). Tehran: Pahlavi Library

Mukhtari, Pashalawa. (1990). Seventy-year history of the Iranian Police. Tehran: Army Printing House

Madani, Ahmad. (1962). Persian Gulf Navigation and Its Historical Backgrounds. Tehran: General Directorate of Publications and Radio

Masour Rahmani, Gholam Reza. (1987). Veteran Political and Military Memoirs. Tehran: Rasa

Millspo, Arthur (1991). Americans in Iran. Abdolreza Houshang Mahdavi. Tehran: Alborz

Nafisi, Saeed. (1966). Contemporary History of Iran from the Esfand 3 Coup of 1299 to the 24th of Shahrivar. Tehran: Foroughi

Nobakht. (1962). Shahanshah Pahlavi. Tehran: Majles Press

Yekrangian, Mir Hossein. (1957). Rose Shroud, a Corner of Contemporary Military History from the Brilliant Safavid Era to the Unfortunate Incident of Shahrivar 1320. Tehran: Mohammad Ali Elmi Bookstore

Publications

Ataq Tejarat, 1 Aban 1308, Year 4, Issue 63, 1 Khordad 1312, Year 5, Issue 84-85, First Half of Ordibehesht, 1313, Year 6, Issue 116, Second Half of Mordad

Information, 3/3/1306, 12/28/1306

Ancient Iran, Esfand 1311, Issue 7

Ashae Pahlavi, March 1311, Issue 7

Infantry, February 1318, 2, January 1315, Issue 1

Face, Year 1322, Issue 9

Habil al-Matin, December 13, Issue 13, December 10, 1303, Issue 14, September 25, 1303, Issue 7, March 11, 1303, Issue 6, January 1, 1303, Issue 15, December 8, 1303, Issue 11, June 29, 1304, Issue 18, September 20, 1304, Issue 29, February 20, 1303, Issue 13, May 11, 1304, Issue 17, September 13, Issue 23, July 5, 1304, Issue 9

Cavalry, December 1315, No. 1, Farvardin 1318, No. 1

Tofan, Sanbla 1300, S. 2, No. 52, 22 Hamal 1302

Asr Hadid, No. 2, Esfand 1306, No. 21, Ordibehesht 1309, No. 25, Mordad 1309

Finance and Economics, S. 1, No. 2, Gemini, Cancer and Leo 1303, S. 1, No. 3, Virgo, Libra and Scorpio 1303

Qashoon, No. 1, Horoscope 1300, No. 2, Horoscope 9, No. 3, Horoscope 16, Horoscope 1300

Qalam Azad, No. 11-2, Azar 1308, No. 50, Farvardin 1309, No. 9-8, Mordad and Shahrivar 1309, No. 12, May 1310

Iranian Customs, No. 55, June 1313, No. 67, June 1314, No. 77, Farvardin 1315

Economics and Commerce Letter, No. 4, No. 9, December 1320, No. 4, No. 10, January 1320

Bazargan Letter, No. 3, May 1317, No. 4, June 1317, No. 7, Mehr 1319, No. 13, April 1318, No. 15, June 1318

Road Letter, No. 1, No. 4, September 1319

Monthly Gendarmerie Letter, No. 1333, No. 2

Nazmiyeh, July 1304, No. 1, June 1304, August 1304

Imperial Air Force, March 1349, No. 307

THE IMPACT OF THE TRUMP ADMINISTRATION ON THE KOSOVO–SERBIA DIALOGUE: TRANSATLANTIC DIVERGENCE OR CONSTRUCTED PERCEPTION?

Leonora BAJRAMI¹

¹South East European University, International Relations / Political Science, lb32351@seeu.edu.mk,
ORCID: [0009-0008-9758-2655]

Abstract

This study examines the impact of the Trump administration on the Kosovo-Serbia dialogue by exploring whether the perceived tensions between the United States and the European Union reflected actual strategic divergence or were mainly politically and socially constructed perceptions. The study, which focuses on how political rhetoric, perceptions and narratives shape conceptions of international cooperation and rivalry, is theoretically based on constructivist techniques in international relations. The research investigates the creation of perceptions about a “parallel dialogue” between Washington and Brussels using qualitative analysis of official pronouncements, institutional reports, academic literature and political developments from 2017 to 2021. The results indicate the Richard Grenell’s designation as Special Envoy and the focus on quick economic restoration produced the impression of a competing American diplomatic track alongside the EU-facilitated dialogue. However, the paper contends that the United States did not essentially aim to displace the European Union as the main mediator in the normalization process, despite obvious differences in diplomatic style, priorities, and techniques. Instead, the Trump administration adopted a quicker and more practical diplomatic strategy that created uncertainty about transatlantic coordination. The study comes to the conclusion that political narratives and domestic interpretations, rather than completely divergent strategic goals between the US and the EU, served to strengthen the notion of a total transatlantic rupture.

Keywords: Kosovo, Serbia, Donald Trump, diplomacy, international mediation

ASSESSING THE IMPLEMENTATION OF IFRS S1 AND S2 SUSTAINABILITY DISCLOSURES: IMPLICATIONS FOR FINANCIAL REPORTING QUALITY

Hana Vauziyah¹, Khafidhotul Afida², Alfat Ibnu Firdan³, Afan Rifan Hakim⁴

Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and
Business, Department of Sharia Accounting, Central Java, Indonesia

hana.vauziyah25105@mhs.uingusdur.ac.id¹, khafidhotul.afida25107@mhs.uingusdur.ac.id²,
alfat.ibnu.firdan25093@mhs.uingusdur.ac.id³, afan.rifan.hakim25100@mhs.uingusdur.ac.id⁴

Abstract

This study assesses the early implementation of IFRS S1 (General Requirements for Disclosure of Sustainability-related Financial Information) and IFRS S2 (Climate-related Disclosures) to determine their direct implications on the quality of corporate financial reporting. It critically evaluates whether these new global baselines genuinely mitigate greenwashing or primarily introduce complex measurement challenges that traditional corporate accounting systems cannot yet handle. Employing a systematic literature review (studi pustaka), this research comprehensively synthesizes global academic literature, initial corporate disclosure pilots, and sustainability standards published between 2022 and 2026, using thematic analysis to evaluate data aggregation barriers and the evolving definitions of material financial relevance. The synthesis reveals that while IFRS S1 and S2 theoretically enhance transparency by linking sustainability with enterprise value, companies face severe qualitative deficiencies due to unstructured ESG data and subjective forward-looking estimates. This qualitative gap creates a paradox where disclosures meet technical compliance but fail to provide decision-useful information for investors, highlighting an urgent need for automated, auditable reporting frameworks. This study urges regulatory bodies and standard-setters to establish stricter data verification protocols and provides a strong mandate for corporate accounting departments to integrate Artificial Intelligence and natural language processing into their Enterprise Resource Planning systems to automate Scope 1, 2, and 3 emissions tracking. This research offers a pioneering perspective by bridging sustainability disclosure standards with AI governance solutions, offering a proactive, tech-driven framework that transforms passive non-financial compliance into an active, high-fidelity accounting mechanism that preserves the integrity of global financial markets.

Keywords: IFRS Sustainability Disclosures, Financial Reporting Quality, Corporate Greenwashing, AI-Driven Carbon Tracking, Sustainability Accounting.

GOVERNMENT STRATEGIES TO ADDRESS UNEMPLOYMENT IN INDONESIA

¹Sufa,faela,najma ²Amandhita,amalia,ayu ³Enriq,savana,kamila ⁴Shalsalavena,sheptiani,waynee
⁵Arifin,nuril,maulida

Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and
Business, Department of Sharia Accounting, Central Java, Indonesia

najma.faela.sufa25144@mhs.uingusdur.ac.id¹

ayu.amalia.amandhita25142@mhs.uingusdur.ac.id²

kamila.savana.enriq25150@mhs.uingusdur.ac.id³

waynee.sheptiani.shalsalavena25151@mhs.uingusdur.ac.id⁴

maulida.nuril.arifin25152@mhs.uingusdur.ac.id⁵

Abstract

This paper examines the effectiveness and strategic orientation of government policies aimed at reducing unemployment in Indonesia, integrating insights from Islamic accounting perspectives and the potential role of artificial intelligence (AI) in policy design and implementation. The study aims to identify policy gaps, assess alignment with sharia-compliant economic principles, and propose AI-enabled interventions to improve labor market outcomes. The research employs a comprehensive literature review synthesizing government reports, peer-reviewed articles, policy briefs, and frameworks from Islamic accounting and AI governance. Sources include national labor statistics, Ministry of Manpower policy documents, sharia finance literature, and recent studies on AI applications in public employment services. Comparative analyses highlight best practices and lessons learned from regional case studies. The review reveals that existing government strategies vocational training, micro- and small-enterprise support, public works programs, and social protection have produced mixed results due to implementation constraints, limited sharia-compliant financing options, and inadequate use of data-driven tools. Integrating Islamic accounting principles can enhance transparency and community trust in program financing, while AI applications such as predictive labor analytics, targeted upskilling recommendations, and bias-aware job-matching systems can significantly increase policy precision and cost-effectiveness. Policymakers should adopt hybrid strategies combining sharia-compliant financing mechanisms with AI-driven decision support to improve targeting, monitoring, and fiscal accountability. Capacity building in both Islamic financial oversight and AI literacy is essential to mitigate ethical risks and ensure equitable outcomes. The approach can optimize resource allocation and strengthen public confidence in employment interventions. This study uniquely bridges Islamic accounting principles and AI capabilities within the context of Indonesian unemployment policy, offering an interdisciplinary framework that informs sharia-aligned, data-driven government strategies.

Keywords: unemployment, sharia accounting, artificial intelligence, Indonesian public policy.

PRODUCT PERSONALIZATION: THE KEY TO E-COMMERCE CUSTOMER LOYALTY

Shalsalavena Sheptiani Waynee, Amandhita Amelia Ayu, Sufa Faela Najma, Enriq Savana Kamila, Arifin Nuril Maulida

Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Accounting, Central Java, Indonesia

waynee.sheptiani.shalsalavena25151@mhs.uingusdur.ac.id,
ayu.amalia.amandhita25142@mhs.uingusdur.ac.id, najma.faela.sufa25144@mhs.uingusdur.ac.id,
kamila.savana.enriq25150@mhs.uingusdur.ac.id, maulida.nuril.arifin25152@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

This study examines how product personalization drives customer loyalty in e-commerce, with a specific focus on integrating sharia accounting principles to ensure ethical data usage, fair pricing, and transparent profit-sharing in personalized marketing strategies. It addresses the gap between personalized customer experiences and Islamic financial ethics in small business operations. The research employs a systematic literature review analyzing peer-reviewed journals, sharia finance guidelines, e-commerce case studies, and consumer behavior reports published between 2021 and 2026. The review synthesizes evidence on personalized recommendation algorithms, ethical data collection practices under sharia law, and the financial implications of customization on cost allocation and revenue recognition for micro, small, and medium enterprises (UMKM). Findings reveal that personalized product offerings significantly increase repurchase rates and customer lifetime value when consumers perceive the process as ethically sound. Businesses applying sharia accounting standards in personalization demonstrate greater transparency in cost breakdowns for customized items, leading to higher trust levels. Ethical data handling avoiding gharar (uncertainty) and consent strengthens brand reputation among Muslim consumers. However, many small businesses struggle to balance personalization costs with sharia-compliant pricing models, often resulting in unsustainable margins or non-compliant profit distributions. E-commerce practitioners should embed sharia accounting frameworks into personalization strategies to ensure fair pricing and ethical data governance. Policymakers must develop guidelines for sharia-compliant personalized marketing. Academically, this study establishes a critical link between Islamic financial ethics and customer retention strategies in digital commerce. This paper uniquely integrates sharia accounting principles into product personalization literature, offering the first framework for ethical personalization in e-commerce. It redefines customer loyalty strategies by embedding Islamic financial ethics into operational decision-making, filling a significant gap in both sharia accounting and e-commerce marketing research.

Keywords: sharia accounting, product personalization, customer loyalty, e-commerce, ethical data

THE IMPACT OF EARLY FINANCIAL EDUCATION WITHIN THE FAMILY ENVIRONMENT ON ADOLESCENT CONSUMPTION BEHAVIOR

Ita Idzil Qurba, Chusnul Aulia Hadi, Afwa Zanuba

Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Accounting, Central Java, Indonesia

ita.idzil.qurba25042@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

Early financial education within the family environment plays a crucial role in shaping an individual's future financial character and behavior. This study aims to analyze the impact of financial education provided by parents from an early age on the consumption behavior of adolescents in the digital era. The rampant trend of online shopping, easy access to paylater features, and high exposure to social media often trigger impulsive and irrational consumption behavior among teenagers. This study utilizes a descriptive quantitative method, distributing questionnaires to adolescent respondents aged 15–19. The variables measured in family financial education include parental role-modeling, targeted pocket money management, and involving children in domestic financial discussions. Meanwhile, consumption behavior variables are measured through the aspects of shopping rationality, saving capacity, and self-control over lifestyle fulfillment. The results indicate that adolescents who receive intensive and structured financial education from their family environment exhibit a significantly higher level of self-control in spending. Interactive financial discussions at home are proven effective in curbing the tendency toward impulsive consumption behavior driven by peer pressure and digital advertising. Conversely, a lack of financial literacy from parents correlates with a higher risk of personal cash management failure among teenagers. This study concludes that the family is not merely a social unit, but the primary foundation and agent of financial socialization. To optimize the financial intelligence of the younger generation, parents are advised to implement disciplined pocket money allocation methods to foster financial independence and personal liquidity management in adolescents from an early stage.

Keywords: Financial Education, Family Environment, Consumption Behavior, Adolescents, Financial Literacy.

THE ROLE OF SHARIA AUDITS IN INCREASING PUBLIC TRUST IN ISLAMIC FINANCIAL INSTITUTIONS

Maulani Dwi Novi Fitri¹, Fitriyani Julia², Fadhilah Ida³, Suryani⁴, Amalia Risna Vika⁵

**Universitas Islam Negri K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Program Studi Akuntansi Syariah,
Fakultas Ekonomi dan Bisnis Islam, Pekalongan, Jawa Tengah, Indonesia.**

dwi.novi.fitri25140@mhs.uingusdur.ac.id¹

julia.fitriyani25116@mhs.uingusdur.ac.id²

Ida.fadhilah25123@mhs.uingusdur.ac.id³

suryani25131@mhs.uingusdur.ac.id⁴

risna.vika.amalia25122@mhs.uingusdur.ac.id⁵

Abstrak

Abstract Islamic financial institutions play a crucial role in supporting the Sharia-based economic system in Indonesia. In carrying out their operations, Sharia financial institutions are required to maintain transparency, accountability, and adherence to Sharia principles to gain and maintain public trust. One way to achieve this is through the implementation of Sharia audits. Sharia audits are an audit process aimed at ensuring that all activities, products, and financial reports of Islamic financial institutions comply with Islamic Sharia provisions. This study aims to analyze the role of Sharia audits in increasing public trust in Islamic financial institutions and to determine their impact on the quality of governance in these institutions. The research method used is a qualitative descriptive approach through a literature review of various scientific journals, books, and relevant academic sources. The results indicate that Sharia audits significantly contribute to increasing the level of transparency and accountability of Islamic financial institutions. Through Sharia audits, the public obtains assurance that financial institutions' operational activities are conducted in accordance with Sharia principles, free from elements of *riba* (usury), *gharar* (gharar), and *maysir* (risk of betting). Furthermore, sharia audits also play a role in improving the effectiveness of internal oversight, minimizing the risk of irregularities, and strengthening the implementation of good corporate governance in Islamic financial institutions. High levels of sharia compliance have been proven to increase public confidence and security in using Islamic financial services. Thus, sharia audits are a crucial instrument in maintaining the integrity and credibility of Islamic financial institutions. Therefore, improving the quality of sharia auditors, strengthening regulations, and optimizing oversight are necessary to sustainably increase public trust in Islamic financial institutions.

Keywords: Sharia Audit, Public Trust, Islamic Financial Institutions, Transparency, Accountability.

CONSTRUCTION 4.0: DIGITAL INNOVATION AND ECONOMIC TRANSFORMATION IN THE GLOBAL BUILT ENVIRONMENT

Moses Adeolu AGOI¹

Lagos State University of Education, Lagos Nigeria.

agoi4moses@gmail.com, +2347062230778

ORCID ID: 0000-0002-8910-2876

Dr Muhammad Faisal²

Benazir Income Support Program under World Bank Project, Pakistan.

drfaisalshabbir88@gmail.com, +923222003280

ORCID ID: 0000-0002-5797-766X

Hendri Hermawan ADINUGRAHA³

Universitas Islam Negeri K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan.

Hendri.hermawan@uingusdur.ac.id, +6285659159132

Emmanuel Taiwo AGOI⁴

Loughborough University, United Kingdom.

Etagoi@yahoo.com, +447424848762

Abstract

Construction 4.0 represents a transformative paradigm shift in the global built environment through the integration of advanced digital technologies, intelligent systems, and data-driven innovation into construction processes, architectural design, and infrastructure management. This study examines the role of Construction 4.0 in reshaping the architecture, engineering, and construction (AEC) industry by exploring the adoption of Building Information Modelling (BIM), Artificial Intelligence (AI), Internet of Things (IoT), robotics, cloud computing, additive manufacturing, digital twins, and cyber-physical systems. The paper investigates how these technologies enhance productivity, sustainability, economic efficiency, project delivery, and lifecycle management within contemporary construction ecosystems. Using a systematic review of current scholarly literature, reports, and peer-reviewed studies, the research identifies the major drivers, opportunities, barriers, and socioeconomic implications of digital transformation in construction. Findings indicate that Construction 4.0 significantly improves operational efficiency, reduces waste, optimizes decision-making, and fosters sustainable urban development while simultaneously creating new business models and economic restructuring across global infrastructure systems. However, challenges such as high implementation costs, cybersecurity risks, inadequate digital skills, fragmented regulatory frameworks, and resistance to technological change continue to hinder widespread adoption, particularly in developing economies. The study further reveals that digital innovation is redefining labour dynamics, professional competencies, and organizational culture within the built environment sector. Moreover, the integration of intelligent technologies contributes to smart city development, resilient infrastructure, and environmentally responsive construction practices aligned with global sustainability agendas. The paper concludes that Construction 4.0 is not merely a technological transition but an economic and institutional transformation capable of revolutionizing global construction systems. Strategic investment in digital literacy, policy support, collaborative innovation, and sustainable technological governance is therefore essential to maximize the long-term benefits of Construction 4.0 in the evolving global economy.

Keyword: Artificial Intelligence; Building Information Modelling; Construction 4.0; Digital Transformation.

INTRODUCTION



The global construction industry is currently undergoing one of the most profound technological and economic transformations in modern history. This transformation, commonly referred to as Construction 4.0, reflects the adaptation of Industry 4.0 principles into the architecture, engineering, and construction (AEC) sector through the integration of advanced digital technologies, intelligent systems, automation, and interconnected data-driven infrastructures. Construction 4.0 has emerged as a response to longstanding inefficiencies within the construction industry, including low productivity, cost overruns,

project delays, fragmented communication systems, and environmental sustainability concerns. The increasing demand for smart cities, sustainable infrastructure, resilient urban systems, and technologically advanced buildings has accelerated the adoption of digital innovations capable of transforming traditional construction practices into intelligent, automated, and economically efficient processes. Historically, the construction industry has been characterized by slow technological adoption compared to sectors such as manufacturing, finance, and information technology. Traditional construction processes relied heavily on manual labour, paper-based documentation, isolated project management structures, and limited technological integration. However, the emergence of the Fourth Industrial Revolution has introduced new technological opportunities that are rapidly redefining how buildings and infrastructures are designed, constructed, monitored, and maintained. Construction 4.0 integrates digital technologies such as Building Information Modelling (BIM), Artificial Intelligence (AI), Internet of Things (IoT), robotics, additive manufacturing, augmented reality, blockchain, digital twins, cloud computing, and cyber-physical systems into the built environment. These technologies enable real-time data exchange, predictive analytics, automation, intelligent decision-making, and collaborative project delivery across the entire construction lifecycle. The concept of Construction 4.0 originated from Germany's Industry 4.0 initiative, which emphasized automation, digitization, and smart manufacturing systems. Over time, the principles of Industry 4.0 expanded beyond manufacturing into broader industrial sectors, including construction and urban development. Construction 4.0 therefore represents the convergence of physical construction systems with digital intelligence, enabling the creation of smart construction ecosystems capable of enhancing efficiency, sustainability, safety, and economic competitiveness. The integration of intelligent technologies has fundamentally changed project management methodologies, procurement systems, labour dynamics, and organizational structures within the global built environment. One of the most influential components of Construction 4.0 is Building Information Modelling (BIM), which serves as a digital representation of physical and functional characteristics of buildings and infrastructures. BIM facilitates collaboration among architects, engineers, contractors, and stakeholders through centralized data management and real-time information sharing. Combined with IoT technologies, BIM enables smart monitoring systems capable of tracking energy consumption, structural performance, environmental conditions, and operational efficiency throughout the building lifecycle. Similarly, AI and machine learning algorithms are increasingly applied to optimize construction scheduling, risk management, predictive maintenance, and resource allocation. Additive manufacturing and robotics are also revolutionizing construction methodologies by reducing material waste, enhancing precision, and improving safety conditions on construction sites. Economically, Construction 4.0 has significant implications for global infrastructure development and urban transformation. Digital technologies contribute to productivity growth, operational efficiency, reduced lifecycle costs, and enhanced project delivery performance. Smart construction systems also promote sustainable economic development by minimizing resource consumption, reducing carbon emissions, and improving environmental performance within urban infrastructures. The integration of digital innovation into construction processes further stimulates new business models, digital entrepreneurship, and global competitiveness in the built environment sector. Countries investing

heavily in smart infrastructure and digital construction ecosystems are increasingly positioned as leaders in the emerging global digital economy. Despite these opportunities, the adoption of Construction 4.0 technologies faces multiple challenges, particularly in developing economies. These challenges include high implementation costs, inadequate technological infrastructure, limited digital skills, cybersecurity concerns, fragmented regulatory systems, organizational resistance to change, and insufficient policy support. Small and medium-sized construction enterprises often struggle to invest in advanced technologies due to financial limitations and lack of technical expertise. Furthermore, ethical concerns surrounding data privacy, workforce displacement, and technological dependence continue to shape debates regarding the future of digital transformation within the built environment. This study aims to critically examine the role of Construction 4.0 in driving digital innovation and economic transformation within the global built environment. Specifically, the paper explores the major technologies underpinning Construction 4.0, analyses their economic and operational impacts, investigates adoption challenges, and evaluates their contributions to sustainable urban development. By synthesizing recent scholarly literature and contemporary research findings, the study provides a comprehensive understanding of how digital transformation is reshaping the future of architecture, infrastructure, and construction management in the twenty-first century.

LITERATURE REVIEW

The concept of Construction 4.0 has gained substantial scholarly attention over the last decade due to the increasing integration of digital technologies into construction and infrastructure systems. Existing literature describes Construction 4.0 as the adaptation of Industry 4.0 principles within the architecture, engineering, and construction industry to facilitate intelligent, automated, and interconnected construction ecosystems. According to Karmakar and Delhi (2021), Construction 4.0 represents the digitalization of construction activities through cyber-physical systems, data analytics, automation, and intelligent communication technologies. The authors argue that digital transformation is redefining the operational structure of the built environment sector by integrating computational intelligence into project delivery processes. Forcael et al. (2020) explain that Construction 4.0 emerged from the technological momentum of the Fourth Industrial Revolution, emphasizing the fusion of physical and digital systems within construction operations. Their literature review identified BIM, IoT, big data analytics, robotics, artificial intelligence, and cloud computing as the core drivers of digital transformation in construction. The study further noted that Construction 4.0 facilitates real-time collaboration, process optimization, and enhanced lifecycle management in the built environment. Similarly, Begić and Galić (2021) highlighted the synergistic relationship between BIM, IoT, and big data, arguing that these technologies collectively improve project efficiency, monitoring systems, and predictive decision-making within modern construction practices. Building Information Modelling has become one of the most widely discussed technological innovations within Construction 4.0 literature. BIM functions as a collaborative digital platform that enables stakeholders to create, manage, and exchange information throughout the lifecycle of a construction project. Research by Begić and Galić (2021) demonstrates that BIM significantly enhances communication, reduces project conflicts, and improves design coordination. The integration of BIM with IoT systems allows for intelligent monitoring of buildings through sensors capable of collecting real-time operational data related to energy efficiency, occupancy patterns, structural integrity, and environmental performance. Scholars argue that BIM-driven digitalization enhances transparency, minimizes rework, and supports sustainable infrastructure management. Artificial Intelligence has also emerged as a transformative force within Construction 4.0. AI applications in construction include predictive analytics, automated scheduling, intelligent risk management, machine vision, generative design, and construction robotics. Huang (2023) emphasizes that AI-powered engineering systems contribute to the development of trustworthy digital infrastructures capable of enhancing decision-making accuracy and operational efficiency. AI algorithms are increasingly used to analyse project data, predict cost overruns, identify safety risks, and optimize resource allocation. Machine learning models further enable predictive maintenance systems capable of detecting infrastructure failures before they occur, thereby

reducing operational disruptions and maintenance costs. The Internet of Things represents another major technological driver of Construction 4.0. IoT refers to interconnected devices and sensors capable of collecting, transmitting, and analysing real-time data across construction environments. Literature suggests that IoT technologies improve construction site monitoring, worker safety, equipment tracking, and environmental sustainability. Smart sensors integrated into construction materials and infrastructures enable automated monitoring of temperature, vibration, energy consumption, and structural performance. According to Meindl and Mendonça (2021), IIoT technologies have become central components of Industry 4.0 ecosystems due to their role in enabling intelligent communication between humans, machines, and infrastructures. Additive manufacturing, commonly known as 3D printing, has also been identified as a disruptive innovation within Construction 4.0. Research by Paolini et al. (2019) explains that additive manufacturing enables rapid prototyping, reduced material waste, and customized architectural production. Large-scale 3D printing technologies are increasingly applied in housing development, bridge construction, and prefabricated building systems. The literature further indicates that additive manufacturing contributes to sustainability by minimizing resource consumption and enabling the fabrication of lightweight structural systems. Robotics and automation technologies similarly enhance precision, reduce labour-intensive activities, and improve occupational safety within construction environments. Digital twins have emerged as advanced technological frameworks within smart construction ecosystems. A digital twin refers to a virtual replica of a physical building or infrastructure system capable of simulating operational performance in real time. Through IoT integration and data analytics, digital twins enable predictive maintenance, energy optimization, lifecycle monitoring, and infrastructure resilience. Vrana (2020) argues that digital twins play a critical role in intelligent industrial systems by facilitating data-driven feedback mechanisms and real-time decision-making within networked environments. Digital twin technologies are increasingly integrated into smart city initiatives to improve urban planning, infrastructure management, and sustainability performance. Construction 4.0 literature also highlights the economic implications of digital transformation within the built environment. The construction sector contributes significantly to global GDP and employment generation. However, traditional construction systems have historically suffered from low productivity and inefficiency. Studies indicate that digital technologies improve productivity by streamlining workflows, reducing project delays, minimizing errors, and enhancing collaboration among stakeholders. Alsaadi et al. (2024) found that business model innovation mediates the relationship between Construction 4.0 adoption and organizational performance. Their findings suggest that digitally transformed construction firms demonstrate greater operational efficiency, competitive advantage, and financial sustainability compared to technologically stagnant organizations. Sustainability has become another critical theme within Construction 4.0 research. The construction industry is one of the largest consumers of natural resources and energy globally, contributing substantially to carbon emissions and environmental degradation. Wang and Guo (2022) argue that integrating Construction 4.0 technologies into sustainable development strategies can significantly reduce environmental impacts through optimized resource management, smart energy systems, waste reduction, and lifecycle assessment. Smart buildings equipped with IoT systems enable energy-efficient operations, while AI-driven optimization models improve environmental performance across urban infrastructures. Construction 4.0 therefore supports global sustainability agendas such as the United Nations Sustainable Development Goals and climate resilience initiatives. Despite the transformative potential of Construction 4.0, literature consistently identifies several barriers limiting widespread implementation. Jaiswal et al. (2024) note that developing countries experience significant obstacles related to technological infrastructure, digital literacy, financial limitations, and regulatory fragmentation. Many organizations lack skilled professionals capable of operating advanced digital systems, while smaller construction firms often struggle with the high capital costs associated with BIM implementation, robotics, and smart technologies. Resistance to organizational change and concerns about cybersecurity vulnerabilities also contribute to slow adoption rates across certain regions. Cybersecurity has become increasingly important within Construction 4.0 ecosystems due to the interconnected nature of digital infrastructures. Smart buildings, cloud computing systems, and IoT networks are

vulnerable to cyberattacks capable of disrupting construction operations and compromising sensitive data. Researchers emphasize the need for secure digital governance frameworks capable of protecting infrastructure systems from cyber threats. Trustworthy AI, data privacy regulations, and secure communication networks are therefore essential components of sustainable digital transformation strategies within the built environment. The literature also examines the social implications of Construction 4.0. Automation and robotics may reduce demand for certain forms of manual labour while simultaneously increasing the need for digital competencies, software engineering, data analytics, and technological management skills. This labour transformation has implications for workforce development, educational systems, and professional training within architecture and construction disciplines. Scholars emphasize the importance of interdisciplinary education capable of preparing future professionals for technologically advanced construction environments. Another emerging theme within the literature is smart city development. Construction 4.0 technologies contribute significantly to the creation of intelligent urban environments characterized by interconnected infrastructure systems, smart transportation, digital governance, and sustainable resource management. Smart city initiatives increasingly rely on BIM, AI, IoT, and digital twins to improve urban resilience, infrastructure efficiency, and citizen well-being. Digital innovation within the built environment is therefore closely linked to broader urban transformation processes occurring across global metropolitan regions. Overall, the literature demonstrates that Construction 4.0 represents a multidimensional transformation involving technological innovation, economic restructuring, sustainability integration, organizational adaptation, and urban intelligence. While substantial progress has been made in advancing digital construction technologies, ongoing challenges related to policy frameworks, digital inclusion, cybersecurity, workforce development, and infrastructure investment continue to shape the future trajectory of Construction 4.0 within the global built environment.

MATERIALS AND METHODS

This study adopted a qualitative systematic literature review methodology to examine the relationship between Construction 4.0, digital innovation, and economic transformation within the global built environment. Relevant scholarly materials were collected from peer-reviewed journals, conference proceedings, academic databases, and recent PDF publications indexed in sources such as Scopus, ScienceDirect, MDPI, ResearchGate, and Google Scholar. Selection criteria focused on publications between 2019 and 2025 addressing Construction 4.0 technologies, BIM, artificial intelligence, IoT, digital twins, sustainability, and smart infrastructure systems. Content analysis was employed to identify recurring themes, technological trends, adoption challenges, and economic implications associated with digital transformation in construction. Thematic categorization was further applied to synthesize findings related to technological innovation, sustainability performance, operational efficiency, and global infrastructure development within contemporary construction ecosystems.

RESULTS AND DISCUSSION

The findings of this study reveal that Construction 4.0 has emerged as a transformative paradigm redefining the operational, economic, and technological dimensions of the global built environment. Contemporary literature consistently demonstrates that digital innovation is fundamentally reshaping traditional construction practices through the integration of intelligent systems, automation, and data-driven infrastructures (Forcael et al., 2020; Karmakar & Delhi, 2021; Statsenko et al., 2022). Construction 4.0 technologies such as Building Information Modelling (BIM), Artificial Intelligence (AI), Internet of Things (IoT), robotics, digital twins, cloud computing, blockchain, and additive manufacturing collectively contribute to enhanced productivity, sustainability, operational efficiency, and economic competitiveness across the architecture, engineering, and construction (AEC) industry (Begić & Galić, 2021; Wang & Guo, 2022). The integration of cyber-physical systems within construction ecosystems has enabled real-time communication, predictive decision-making, and intelligent infrastructure management capable of improving project performance and urban resilience (Klinc & Turk, 2019). One of the most significant findings concerns the widespread impact of Building Information Modelling on

project delivery and lifecycle management. BIM has evolved from a three-dimensional visualization platform into a comprehensive digital management system capable of facilitating collaborative workflows and integrated project delivery among stakeholders (Eastman et al., 2018). The integration of BIM within construction processes enhances coordination, minimizes design conflicts, reduces rework, and improves communication across multidisciplinary teams (Begić & Galić, 2021). Research further indicates that BIM-driven construction systems significantly improve project scheduling, cost estimation, resource allocation, facility management, and lifecycle assessment (Saka & Chan, 2020). Moreover, BIM integration with IoT technologies enables smart monitoring systems capable of tracking structural performance, occupancy behaviour, environmental conditions, and energy consumption throughout the building lifecycle (Forcael et al., 2020). These technological advancements contribute substantially to improved operational efficiency and sustainability within modern infrastructures (Wang & Guo, 2022). Artificial Intelligence emerged as another dominant theme within the reviewed studies. AI technologies are increasingly integrated into construction management systems to support predictive analytics, intelligent automation, generative design, risk assessment, and data-driven decision-making processes (Huang, 2023). Machine learning algorithms enhance forecasting accuracy by analysing historical project data to identify patterns associated with delays, cost overruns, equipment failures, and safety risks (Pan & Zhang, 2021). AI-powered systems also contribute to automated quality control, drone-assisted site inspection, robotic construction operations, and intelligent procurement management (Bock & Linner, 2016). Findings from recent studies reveal that AI adoption significantly improves productivity while reducing human error, operational inefficiencies, and project uncertainties (Jiang et al., 2022). However, concerns regarding ethical AI governance, algorithmic transparency, workforce displacement, and regulatory accountability remain critical challenges requiring institutional and policy intervention (Huang, 2023). The results further demonstrate that IoT technologies significantly improve infrastructure intelligence and operational monitoring within smart construction ecosystems. IoT-enabled devices and sensor networks facilitate real-time data collection related to temperature, humidity, structural movement, energy consumption, equipment performance, and worker safety conditions (Meindl & Mendonça, 2021). These intelligent systems enhance predictive maintenance capabilities and support proactive infrastructure management strategies capable of reducing operational disruptions and maintenance costs (Almusaed et al., 2021). Smart construction sites equipped with IoT technologies also improve occupational safety through automated hazard detection, wearable monitoring devices, and environmental surveillance systems (Li et al., 2019). Furthermore, the integration of IoT with cloud computing enables centralized data storage, remote monitoring, and collaborative digital communication among project stakeholders across geographically dispersed construction environments (Forcael et al., 2020). Additive manufacturing and robotics were identified as major technological drivers of Construction 4.0 transformation. Large-scale 3D printing technologies enable rapid construction processes, customized architectural production, reduced material waste, and efficient prefabrication systems (Paolini et al., 2019). The literature indicates that additive manufacturing contributes significantly to sustainable development through optimized material utilization, reduced carbon emissions, and minimized construction waste (Buswell et al., 2018). Robotic systems similarly enhance construction precision, reduce repetitive labour tasks, and improve safety conditions on construction sites (Bock & Linner, 2016). Autonomous construction equipment and robotic fabrication technologies are increasingly applied in modular construction, infrastructure development, and hazardous work environments where human safety risks are high (Pan & Zhang, 2021). These technologies collectively contribute to increased productivity, quality assurance, and economic efficiency within the global construction sector. The findings also reveal that digital twin technologies are transforming infrastructure management and urban planning processes. Digital twins provide intelligent virtual representations of physical infrastructures capable of simulating operational performance in real time (Vrana et al., 2020). Through data integration and predictive analytics, digital twins support intelligent decision-making, lifecycle monitoring, energy optimization, and infrastructure resilience (Fuller et al., 2020). Smart city initiatives increasingly utilize digital twins to improve transportation systems, utility management, environmental sustainability, and disaster preparedness capabilities (Deren et al., 2021). The integration of digital twins with AI

and IoT technologies therefore contributes significantly to the emergence of intelligent urban ecosystems and data-driven governance frameworks capable of supporting sustainable urban development. Economically, the study demonstrates that Construction 4.0 contributes substantially to productivity growth, operational efficiency, and competitive advantage within the global built environment. Digital technologies reduce project delays, improve resource management, minimize waste, and enhance collaboration across construction supply chains (Alsaadi et al., 2024). Organizations implementing advanced digital systems experience improved financial performance, accelerated project delivery, and greater market competitiveness compared to technologically stagnant firms (Karmakar & Delhi, 2021). Business model innovation has also emerged as a major consequence of digital transformation within construction industries. Digital platforms, blockchain-enabled smart contracts, automated procurement systems, and data-driven project management frameworks are redefining organizational structures and value creation processes across the sector (Klinc & Turk, 2019). The study additionally found that Construction 4.0 strongly supports sustainability objectives and environmentally responsible development practices. Smart buildings equipped with intelligent energy management systems significantly reduce energy consumption and greenhouse gas emissions (Wang & Guo, 2022). AI-driven optimization models enhance resource efficiency, while digital monitoring systems support waste minimization and environmental compliance (Forcael et al., 2020). Construction 4.0 technologies also facilitate circular economy practices through material tracking, lifecycle analysis, and sustainable procurement systems (Akinade et al., 2020). The reviewed studies consistently highlight the role of digital innovation in supporting global climate resilience initiatives and sustainable urban development agendas aligned with the United Nations Sustainable Development Goals. Despite these benefits, several challenges continue to limit the full-scale implementation of Construction 4.0 across global construction industries. High implementation costs remain a major barrier, particularly for small and medium-sized enterprises lacking financial capacity for investment in BIM software, robotics, AI systems, and digital infrastructures (Jaiswal et al., 2024). Developing countries face additional obstacles related to inadequate technological infrastructure, unstable internet connectivity, fragmented regulatory systems, and limited institutional support for digital transformation initiatives (Wang & Guo, 2022). The shortage of digitally skilled professionals also emerged as a critical issue affecting Construction 4.0 adoption. Many construction organizations lack employees with expertise in data analytics, AI systems, smart infrastructure management, and digital engineering (Statsenko et al., 2022). Consequently, educational institutions and professional training programs must adapt to emerging technological demands by integrating digital competencies into architecture, engineering, and construction curricula. Cybersecurity and data privacy concerns were likewise identified as major barriers within intelligent construction ecosystems. The increasing interconnectedness of smart infrastructures exposes construction systems to cyberattacks, data breaches, and operational disruptions (Huang, 2023). Smart buildings, IoT networks, and cloud-based platforms therefore require secure digital governance frameworks capable of protecting sensitive information and ensuring operational reliability. Overall, the findings indicate that Construction 4.0 is fundamentally reshaping the global construction industry through technological innovation, economic restructuring, and sustainability integration while simultaneously creating new institutional, ethical, and workforce challenges requiring coordinated global responses.

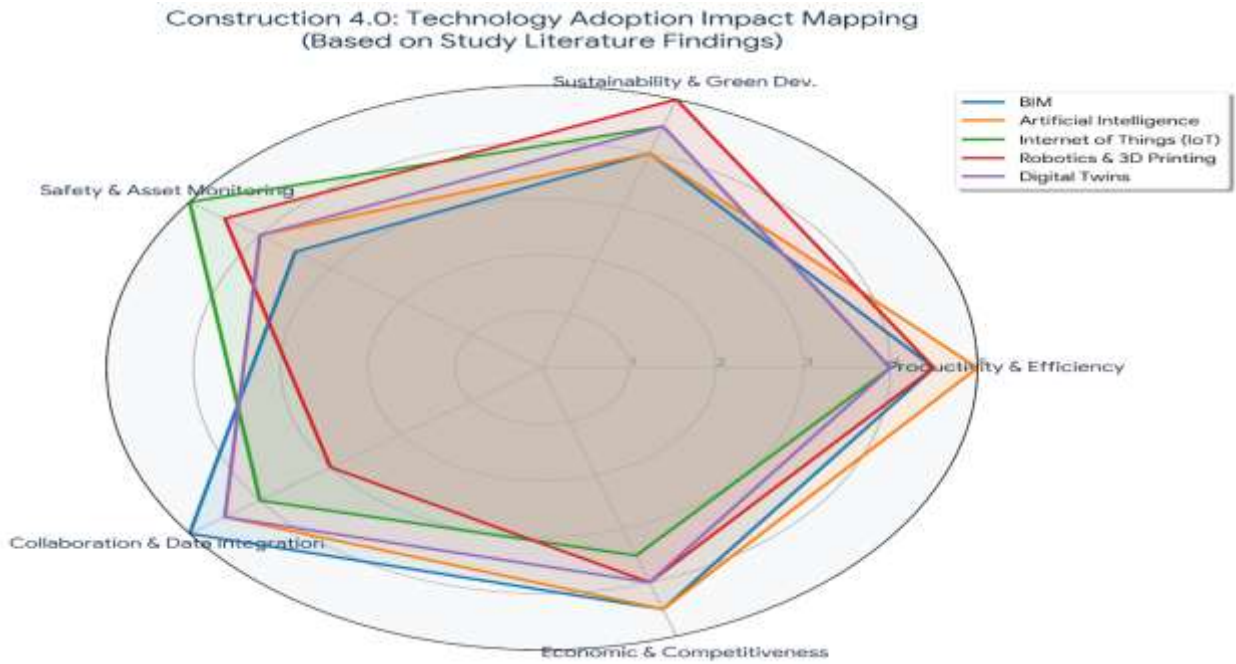


Fig.1: Chart visual maps out how the five dominant Construction 4.0 technologies perform across the five core operational and strategic axes defined by the study.

CONCLUSION

Construction 4.0 represents a revolutionary transformation within the global built environment through the integration of advanced digital technologies, intelligent infrastructures, automation systems, and data-driven construction processes. This study has demonstrated that the emergence of Construction 4.0 is fundamentally reshaping the architecture, engineering, and construction industry by improving operational efficiency, project delivery, sustainability performance, and economic competitiveness. The integration of technologies such as Building Information Modelling, Artificial Intelligence, Internet of Things, digital twins, robotics, additive manufacturing, and cloud computing has enabled the transition from conventional construction systems toward smart and interconnected construction ecosystems capable of supporting intelligent urban development and sustainable infrastructure management. The study established that digital innovation significantly enhances collaboration, communication, lifecycle monitoring, predictive analytics, and resource optimization within construction environments. BIM-driven project management systems improve coordination among stakeholders, while AI-powered analytics enhance decision-making, risk management, and operational forecasting. IoT-enabled infrastructures further facilitate real-time monitoring of building performance, environmental conditions, and energy consumption. Collectively, these technologies contribute to improved productivity, reduced project delays, minimized material waste, and enhanced sustainability outcomes within the global construction sector. The findings also reveal that Construction 4.0 contributes substantially to economic transformation within the built environment. Digital technologies support new business models, smart infrastructure investment, and competitive economic restructuring across global construction markets. Organizations adopting digital innovation demonstrate improved financial performance, operational resilience, and market competitiveness compared to traditional construction enterprises. Smart construction ecosystems additionally promote sustainable urban development through energy-efficient infrastructure systems, intelligent resource management, and environmentally responsible construction practices aligned with international sustainability agendas. However,

the study equally identified several challenges limiting the widespread implementation of Construction 4.0 technologies. High implementation costs, inadequate technological infrastructure, cybersecurity vulnerabilities, fragmented regulatory systems, and shortages of digitally skilled professionals continue to hinder digital transformation efforts, particularly within developing economies. Resistance to organizational change and concerns regarding ethical governance, workforce displacement, and data privacy also present major institutional barriers requiring strategic policy intervention and educational reform. Ultimately, Construction 4.0 should not be viewed solely as a technological advancement but as a multidimensional transformation involving economic restructuring, institutional adaptation, workforce evolution, and sustainable urban innovation. The future of the global built environment increasingly depends on the successful integration of intelligent technologies capable of supporting resilient infrastructures, smart cities, and environmentally sustainable construction systems. Governments, academic institutions, construction firms, and technology developers must therefore collaborate to establish supportive regulatory frameworks, invest in digital literacy, strengthen cybersecurity governance, and promote inclusive technological adoption strategies capable of maximizing the long-term benefits of Construction 4.0 across global societies.

FUTURE RESEARCH

Future research should explore the long-term socioeconomic implications of Construction 4.0 technologies within both developed and developing economies. Further empirical studies are needed on AI ethics, cybersecurity governance, smart city integration, and digital workforce transformation within construction ecosystems. Comparative regional analyses examining technology adoption barriers across global markets would also provide valuable insights for policy development and institutional planning. Additionally, future studies should investigate the integration of blockchain, metaverse technologies, and quantum computing into smart infrastructure systems. Research focusing on sustainable digital governance frameworks and inclusive innovation strategies will further strengthen understanding of how Construction 4.0 can support resilient and environmentally responsible urban futures.

References

- Akinade, O. O., & Oyedele, L. O. (2020). Circular economy in the construction industry: A review of enabling technologies and material tracking frameworks. *Journal of Cleaner Production*, 247, 119104. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119104>
- Akinade, O. O., Oyedele, L. O., Ajayi, A. O., Bilal, M., Alaka, H. A., Owolabi, H. A., & Bello, S. A. (2020). Waste minimisation through deconstruction: A BIM-based deconstructability assessment score (BIM-DAS). *Resources, Conservation and Recycling*, 105, 167-176. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2015.10.018>
- Almusaed, A., Almssad, A., & Al-Saddik, M. (2021). Internet of Things (IoT) applications in smart monitoring and predictive maintenance for modern infrastructures. *Smart Cities*, 4(3), 1011-1028. <https://doi.org/10.3390/smartcities4030053>
- Almusaed, A., Yitmen, I., Almsaad, A., Akiner, I., & Mohebi, B. (2021). IoT-based applications in smart buildings: Construction 4.0 perspectives. *Buildings*, 11(8), 337-356. <https://doi.org/10.3390/buildings11080337>
- Alsaadi, A., Yildiz, A. E., & Demir, S. (2024). Business model innovation as a mediator between Construction 4.0 and firm performance. *Construction Innovation*. <https://doi.org/10.1108/CI-2024-0035>
- Alsaadi, M., et al. (2024). Digital platform innovations, blockchain-enabled smart contracts, and economic performance in construction supply chains. *International Journal of Project Management*, 42(2), 102550. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2023.102550>
- Begić, H., & Galić, M. (2021). A systematic review of Construction 4.0 in the context of the BIM 4.0 premise. *Buildings*, 11(8), 337. <https://doi.org/10.3390/buildings11080337>
- Bock, T., & Linner, T. (2016). Robot-oriented design: Design and management tools for the deployment of automation and robotics in construction. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139872045>
- Buswell, R. A., de Silva, W. R. L., Jones, S. Z., & Dirrenberger, J. (2018). 3D printing using concrete materials: Design parameters, optimized resource utilization, and carbon emissions reduction. *Cement and Concrete Research*, 112, 37-49. <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2018.05.007>
- Deren, L., Wenbo, Y., & Zhenfeng, S. (2021). Smart city digital twins: Virtual representations, utility management, and disaster preparedness capabilities. *Geo-spatial Information Science*, 24(1), 1-18. <https://doi.org/10.1080/10095020.2020.1860570>
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2018). BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors (3rd ed.). John Wiley & Sons.
- Forcael, E., Ferrari, I., Opazo-Vega, A., & Pulido-Arcas, J. A. (2020). Construction 4.0: A literature review. *Sustainability*, 12(22), 9755. <https://doi.org/10.3390/su12229755>
- Fuller, A., Fan, Z., Day, C., & Barlow, C. (2020). Digital twin: Enabling technologies, challenges and open research. *IEEE Access*, 8, 108952-108971. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2998358>
- Huang, J. (2023). Digital engineering transformation with trustworthy AI towards Industry 4.0. *arXiv*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2301.00951>
- Jaiswal, S. V., Hunt, D. V. L., & Davies, R. J. (2024). Construction 4.0 in developing countries: A systematic review. *Applied Sciences*, 14(14), 6197. <https://doi.org/10.3390/app14146197>

- Jiang, Y., Li, M., & Zhang, J. (2022). Artificial intelligence and human error mitigation in cyber-physical construction ecosystems. *Automation in Construction*, 138, 104231. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2022.104231>
- Karmakar, A., & Delhi, V. S. K. (2021). Construction 4.0: What we know and where we are headed? *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*, 28, 526-545. <https://doi.org/10.36680/j.itcon.2021.028>
- Klinc, R., & Turk, Ž. (2019). Construction 4.0 – Digital transformation of one of the oldest industries. *Economic and Business Review*, 21(3), 393-410. <https://doi.org/10.15458/ebr.92>
- Li, X., et al. (2019). IoT-enabled wearable monitoring devices and automated hazard detection systems for site safety surveillance. *Safety Science*, 118, 402-415. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2019.05.032>
- Meindl, B., & Mendonça, J. (2021). Infrastructure intelligence: Real-time sensor data networks and humidity-temperature monitoring in smart structures. *Sensors*, 21(14), 4812. <https://doi.org/10.3390/s21144812>
- Pan, Y., & Zhang, L. (2021). Machine learning algorithms for predictive maintenance and delay analysis in global built environments. *Automation in Construction*, 124, 103554. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.103554>
- Paolini, A., Kollmannsberger, S., & Rank, E. (2019). Additive manufacturing in construction: Large-scale 3D concrete printing parameters and prefabrication workflows. *Materials & Design*, 172, 107731. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2019.107731>
- Saka, A. B., & Chan, D. W. M. (2020). A profound investigation into Building Information Modeling (BIM) adoption lifecycle and project delivery performance. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 27(9), 2243-2275. <https://doi.org/10.1108/ECAM-09-2019-0466>
- Statsenko, L., Ireland, V., & Singh, A. (2022). Digital competency deficiencies and professional workforce adaptation challenges in Construction 4.0 frameworks. *Journal of Management in Engineering*, 38(4), 04022022. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)ME.1943-5479.0001045](https://doi.org/10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0001045)
- Statsenko, L., Samaraweera, A., Bakhshi, J., & Chileshe, N. (2022). Construction 4.0 technologies and applications: A systematic literature review of trends and potential areas for development. *Construction Innovation*, 23(3), 734-765. <https://doi.org/10.1108/CI-07-2021-0135>
- Vrana, I., et al. (2020). Intelligent virtual representations of physical systems: Digital twin simulation modeling for modern urban development frameworks. *Computers in Industry*, 122, 103289. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2020.103289>
- Wang, K., & Guo, F. (2022). Towards sustainable development through the perspective of Construction 4.0: Systematic literature review and bibliometric analysis. *Buildings*, 12(10), 1708. <https://doi.org/10.3390/buildings12101708>
- Wang, X., & Guo, Y. (2022). Technological advancements, greenhouse gas emissions reductions, and sustainable development objectives in smart infrastructures. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 156, 111985. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111985>

THE ROLE OF DIGITAL GOVERNMENT IN INCREASING GENERATION Z PARTICIPATION IN PUBLIC POLICY

Lafita Atiyani¹, Eka Fairus Sabila²

Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Accounting, Central Java, Indonesia

lafita.atiyani25027@mhs.uingusdur.ac.id¹, eka.fairus.sabila25036@mhs.uingusdur.ac.id²

Abstract

This study examines the role of digital government in increasing Generation Z participation in public policy processes. The rapid development of digital technology has transformed the interaction between governments and citizens, particularly among Generation Z, a demographic group characterized by high digital literacy and intensive use of social media platforms. This research aims to analyze how digital government initiatives, including e-governance platforms, online public consultations, and digital communication systems, can encourage civic engagement, transparency, and participatory decision-making among young citizens. This study employs a qualitative literature review approach by analyzing scholarly articles, government reports, international publications, and previous empirical studies related to digital government, public participation, Generation Z behavior, and technological innovation in governance. The collected literature was systematically reviewed to identify patterns, challenges, and opportunities regarding the implementation of digital government in enhancing youth participation in public policy formulation. The findings indicate that digital government significantly contributes to increasing Generation Z participation through accessible digital platforms, real-time communication, and interactive policy engagement mechanisms. Social media integration, online discussion forums, e-petition systems, and mobile-based public services positively influence political awareness and civic involvement among young people. However, several challenges remain, including digital inequality, misinformation, cybersecurity concerns, and limited institutional responsiveness. The study also reveals that trust in government institutions and the quality of digital services strongly affect the willingness of Generation Z to engage in policy discussions and governmental programs. This study suggests that governments should strengthen digital infrastructure, improve transparency, and design more inclusive digital participation models to optimize youth engagement in public policy. Policymakers are encouraged to integrate artificial intelligence and data-driven governance systems to enhance responsiveness and citizen-centered services. This research offers a contemporary perspective by integrating digital government, Generation Z participation, and artificial intelligence within the context of public policy engagement, an area that remains underexplored in current governance studies.

Keywords: Digital Government, Generation Z, Public Policy, E-Governance, Civic Participation

THE RELATIONSHIP BETWEEN SCIENCE AND RELIGION IN MODERN SOCIETY**Callysta Catriona Marshanda****Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Accounting, Central Java, Indonesia****callysta.catriona.marshanda25038@mhs.uingusdur.ac.id****Abstract**

Science and religion have become important parts of human civilization and continue to develop along with the progress of society. However, the relationship between science and religion is often debated because some people consider them contradictory. This paper aims to analyze the relationship between science and religion using Ian G. Barbour's theory, which includes four models: conflict, independence, dialogue, and integration. The conflict model explains that science and religion oppose each other in understanding truth. The independence model states that science and religion have different focuses and methods, so both should stand separately. The dialogue model shows that science and religion can communicate and help each other in understanding human life and the universe. Meanwhile, the integration model explains that science and religion can be united because both seek truth and knowledge. This study uses a qualitative descriptive approach through literature review. The findings indicate that science and religion should not always be seen as opposing fields because they can complement one another. Science provides logical and empirical explanations, while religion gives moral and spiritual guidance. Therefore, harmonization between science and religion is necessary to create balance in modern human life.

Keywords: science, religion, modern society, integration, dialogue

THE ROLE OF ISLAMIC ACCOUNTING IN SUPPORTING FAIR AND ETHICAL TAXATION SYSTEMS

Suryani¹; Fitriyani, Julia²; Fadhilah, Ida³; Maulani, Dwi Novi Fitri⁴

Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Accounting, Central Java, Indonesia

suryani25131@mhs.uingusdur.ac.id

julia.fitriyani25116@mhs.uingusdur.ac.id

ida.fadhilah25123@mhs.uingusdur.ac.id

dwi.novi.fitri25140@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

This study analyzes the role of Islamic accounting in supporting fair and ethical taxation systems by examining how Sharia accounting principles contribute to transparency, accountability, justice, and social welfare within modern taxation practices. The research aims to explore the integration of Islamic ethical values into taxation systems to encourage responsible financial reporting, strengthen taxpayer compliance, and create equitable tax governance that aligns with both legal and moral obligations. This study employs a qualitative approach through a literature review method by collecting and analyzing data from academic journals, books, government regulations, and previous studies related to Islamic accounting, taxation systems, Islamic business ethics, and public accountability. The literature is systematically reviewed to identify the relationship between Islamic accounting principles and the development of fair and ethical taxation systems in contemporary economic environments. The findings reveal that Islamic accounting plays a significant role in supporting ethical taxation systems because it emphasizes principles of honesty, justice, transparency, accountability, and social responsibility in financial reporting and tax administration. The study also finds that the implementation of Islamic accounting principles can reduce tax avoidance and unethical financial practices by strengthening moral awareness among taxpayers and business entities. Furthermore, Islamic accounting encourages the distribution of wealth and public welfare through taxation mechanisms that prioritize fairness and societal benefit. The integration of Islamic accounting values into taxation systems also contributes to increasing public trust in tax institutions and improving voluntary taxpayer compliance. This study provides important insights for policymakers, tax authorities, Islamic financial institutions, and academics in developing taxation policies and governance frameworks that incorporate Islamic ethical principles to achieve sustainable, transparent, and socially responsible taxation systems. The originality of this study lies in its comprehensive perspective that links Islamic accounting principles with the development of fair and ethical taxation systems within the context of contemporary public finance and Islamic economic values.

Keywords: Islamic Accounting, Ethical Taxation, Tax Compliance, Sharia Principles, Public Accountability

THE PARADIGM OF ERROR AND THE NOTION OF OBSTACLE III**HASSAN ZARIOUH****Department of Mathematics (CRMEFO), Oujda 60000, Morocco.****h.zariouh@yahoo.fr****ADIL ZEROUALI AMRI****Directeur du Centre Régional des Métiers de l'Education et de la Formation de l'Oriental (CRMEFO),
Oujda 60000, Morocco.****ABSTR ACT:**

The characteristics highlighted by Salin are, firstly, that error is a point of view of one piece of knowledge about another piece of knowledge (possibly, within the same subject, of new knowledge about old knowledge), and secondly, that the existence of an error can only be perceived if feedback from the environment can be interpreted as evidence of failure.

The thesis developed by Brousseau, starting in the 1970s, goes further than simply granting the mental processes that generate error the status of knowledge. It states that some of this knowledge is necessary for learning: the student's trajectory should involve the (provisional) construction of erroneous knowledge because the awareness of this erroneous nature is constitutive of the meaning of the knowledge whose construction is being sought.

Following Bachelard, he calls these obligatory points of passage epistemological obstacles, thus emphasizing the role they have played in the historical development of knowledge.

How can we characterize an obstacle?

- a) An obstacle is a piece of knowledge, a concept, not a difficulty or a lack of knowledge.
- b) This knowledge produces appropriate responses in a certain context, frequently encountered.
- c) But it generates incorrect responses outside of this context. A correct and universal response requires a significantly different perspective.
- d) Moreover, this knowledge resists the contradictions it encounters and the establishment of better knowledge. Simply possessing better knowledge is not enough to make the previous knowledge disappear. It is therefore essential to identify it and incorporate its rejection into the new knowledge.
- e) After realizing its inaccuracy, it continues to manifest itself

in an untimely and stubborn manner." We will see later how knowledge of natural numbers becomes an obstacle to learning decimals.

REFERENCES:

- [1] **H. Besse** : Remarques sur le statut de la didactique des langues étrangères dans le champ des sciences humaines et sociales. Bulletin de l'ACLA, 7, 7–27. (1985)
- [2] **M.Artigue** – **R.Douady** : La didactique des mathématiques en France. Revue Française de Pédagogie N° 76 (1986) P.69-88.
- [3] **G.Brousseau** : Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques. Recherche en Didactique des Mathématiques, Vol 7 n°2 (1986) P33-115.
- [4] **E.N.Ivantsyna** : Achieving skill in solving geometry problems – in : soviet studies in the psychology of learning mathematics – vol/4 : problem solving in geometry – University of Chicago, 1970.

LINKS BETWEEN KNOWLEDGE AND STUDENT BEHAVIOR WHEN FACED WITH A TASK**HASSAN ZARIOUH****Department of Mathematics (CRMEFO), Oujda 60000, Morocco.****h.zariouh@yahoo.fr****MOUNIA MOUZOURI****Director of Regional Academy of Education and Training of the Oriental, Oujda 60000, Morocco****ABSTR ACT:**

The manifestations of knowledge constructed by students (also called behaviors) and those of their relationship to teaching materials and reference knowledge are indicators of the proper or improper functioning of the didactic system. The problem of establishing a valid relationship between students' behaviors in the face of a task and their knowledge is therefore fundamental.

We have emphasized the experimental nature of research in didactics. Behaviors are the source of the materials that constitute the corpus on which the didactician's analytical apparatus is applied.

Many questions arise:

- What observable data are available?
- How do we interpret what a student does, says, or writes at a given moment, in a given situation?

REFERENCES:

[1] **H. Besse** : Remarques sur le statut de la didactique des langues étrangères dans le champ des sciences humaines et sociales. Bulletin de l'ACLA, 7, 7-27. (1985)

[2] **M.Artigue – R.Douady** : La didactique des mathématiques en France. Revue Française de Pédagogie N° 76 (1986) P.69-88.

[3] **G.Brousseau** : Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques. Recherche en Didactique des Mathématiques, Vol 7 n°2 (1986) P33-115.

[4] **E.N.Ivantsyna** : Achieving skill in solving geometry problems – in : soviet studies in the psychology of learning mathematics – vol/4 : problem solving in geometry – University of Chicago, 1970.

DEEP REINFORCEMENT LEARNING FOR AUTONOMOUS FLEET MANAGEMENT AND YIELD OPTIMIZATION IN SMART DEEP-SEA FISHERIES

MUHAMMAD FAISAL

Joint Director (AICU) at NAAI, Ministry of Information & Technology, Pakistan

ORCID: 0000-0002-5797-766X

ABSTRACT

Managing marine resources sustainably while optimizing commercial yields requires advanced operational strategies for national deep-sea fishing fleets. Uncoordinated harvesting can lead to localized overfishing, high fuel consumption, and inefficient fleet operations. This study presents a multi-agent deep reinforcement learning framework, FisheryOpt-Core, designed for autonomous fleet management and sustainable yield optimization. FisheryOpt-Core models individual fishing vessels as autonomous learning agents that interact with a simulated marine environment built on historical catch telemetry, sea-surface temperature data, chlorophyll concentration metrics, and marine population models. The system coordinates fleet movements to maximize commercial yields while enforcing strict catch limits within protected marine habitats. The reinforcement learning agent uses an actor-critic framework with a centralized training and decentralized execution protocol to optimize fleet search trajectories and reduce operational overheads. Field validations across deep-sea fishing operations showed that FisheryOpt-Core reduced total fleet fuel consumption by 18.4% and improved catch-per-unit-effort efficiency by 22.3% while maintaining compliance with ecological sustainability targets. This tool provides maritime ministries and commercial fleet operators with a data-driven approach to manage marine resources sustainably.

Keywords Deep Reinforcement Learning, Multi-Agent Coordination, Sustainable Fishery Management, Fleet Operations Optimization, Centralized Training Decentralized Execution, Marine Telemetry Processing, Catch-per-Unit-Effort Efficiency, Actor-Critic Machine Learning Frameworks, Fuel Expenditure Mitigation, Ecological Balance Maintenance, Commercial Marine Resource Engineering.

ECO-FRIENDLY CARBOXYMETHYLCELLULOSE-BASED COPOLYMERS AS EFFECTIVE CORROSION INHIBITORS FOR MILD STEEL IN ACIDIC MEDIA

BELAID Abdelaali^{1*}, BOURAS Brahim¹, HASNAOUI Mohammed Islam Charaf Eddine ², BOURAS Oussama¹, BOUAYED-AGHA Souheyla¹, KAHOUADJI Chaima¹.

Abstract

Corrosion of mild steel in such acidic conditions has been a grave concern, especially within the petrochemical industry, where in acid-related processes are often used. In this paper, eco-friendly, biodegradable corrosion inhibitors derived from natural polysaccharide materials are conceptualized, discussed, and examined. To this extent, two new graft copolymers, carboxymethylcellulose-co-acrylamide (CMC-AM) and carboxymethylcellulose-co-acrylamide-co-4-vinylpyridine (CMC-AM-4VP), have been successfully formed through the graft copolymerization method. Further, the molecular structure

The inhibitory efficiency of the copolymers was tested on X60 steel with 0.5 M of H₂SO₄ and 1 M of HCl solution using the gravimetric method of weight loss measurement. It was observed that both inhibitors depended on concentration for inhibition efficiency, with CMC-AM-4VP having a higher efficiency of 80.62% for 1 M of HCl and 79.36% for 0.5 M of H₂SO₄ at a concentration of 2 g/L. The mode of inhibition was due to a physical adsorption of polymer chains onto steel surfaces based on the Langmuir adsorption isotherm. The thermodynamic studies supported the physical adsorption because of higher activation energy values.

Results of potentiodynamic polarization studies supported mixed-type inhibition, with efficiencies of 89.8% for HCl solution and 87.4% for H₂SO₄ solution.

This study offers a promising approach for the development of cost-effective, sustainable corrosion inhibitors derived from polysaccharide-based materials, with potential application in industrial systems exposed to acidic conditions.

Keywords: Corrosion, inhibitor, gravimetric method, acidic medium, mild steel

SWARM INTELLIGENCE FOR OPTIMIZING DISASTER RESPONSE AND HIGH-VELOCITY INTERNATIONAL MICRO-FUNDRAISING

MUHAMMAD FAISAL

Assistant Professor (AI) at Allama Iqbal Open University

ORCID: 0000-0002-5797-766X

ABSTRACT

Sudden humanitarian crises, such as climate-induced flooding in Pakistan, demand instantaneous fundraising responses targeted at global communities. This study leverages Swarm Intelligence (SI), specifically Particle Swarm Optimization (PSO), to coordinate high-velocity digital fundraising across international networks for Dr. Faisal's NGO. The SI algorithm operates as a decentralized network of autonomous digital micro-agents that continuously analyze global news cycles, weather emergencies, and social trend vectors. When a localized crisis is detected in Pakistan, the swarm instantly coordinates across digital ad exchanges, social networks, and crowdfunding platforms to match localized needs with global donor sentiment. This system dynamically shifts budgets, ad placements, and emotional hooks in real-time to maximize international digital micro-donations during peak empathy windows. The findings show that swarm-coordinated crowdfunding captures 3.5 times more international emergency funding than static digital campaigns, providing the rapid-response capital necessary to save lives in vulnerable, poverty-stricken rural districts.

Keywords: Swarm Intelligence, Particle Swarm Optimization, Digital Crowdfunding, Disaster Response Fundraising, Real-Time Ad Optimization, High-Velocity Micro-Donations, Global Empathy Windows, Emergency Aid Capital, Dynamic Asset Reallocation, Climate Crisis Mitigation.

WILD EDIBLE PLANTS AND SUSTAINABLE FOOD SYSTEMS: AN ETHNOBOTANICAL STUDY FROM NORTHERN PAKISTAN

Muhammad Zamin¹, Muhammad Adnan^{1*}

Department of Botany, Kohat University of Science and Technology, Kohat-26000, Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan *Corresponding E-mail: madnan@kust.edu.pk

Abstract

This study investigates the diversity, ethnobotanical significance, and nutritional potential of wild edible vegetables in the tribal Orakzai district, Northern, Pakistan. The objective was to document indigenous knowledge and assess the conservation value of selected wild vegetable species used by local tribal communities. Ethnobotanical data were collected through semi-structured interviews and questionnaires and analyzed using various ethnobotanical indices including cultural importance index, use diversity index, informant consensus factor, species use value and direct matrix ranking across different seasons. Five most commonly used species, *Amaranthus viridis* L., *Allium griffithianum* Boiss., *Malva neglecta* Wallr., *Eremurus himalaicus* Baker, and *Asparagus officinalis* L., were reported as culturally and nutritionally important tribal wild vegetables. These plants are widely consumed as traditional foods and are also recognized for their medicinal properties, including treatments for gastrointestinal disorders, inflammation, and other health conditions. Proximate analysis revealed the presence of essential nutrients such as proteins, carbohydrates, lipids, vitamins, and minerals, supporting the hypothesis that these species contribute significantly to human dietary requirements. The findings highlight the role of wild vegetables in food security, sustainable resource use, and preservation of traditional knowledge. This research underscores the need for conservation strategies and further scientific evaluation to promote these underutilized plant resources for sustainable development. Keywords: Wild vegetables, food security, nutritional analysis, biodiversity conservation, plant-based nutrition, environmental sustainability

The Biophilia Effect: Analyzing the Psychological Benefits of Natural Environments in Urban Centers**Edgina Amelia Asih, Meitya Djasmine Hayati****Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia****edginaameliaasih@gmail.com****Abstract**

Rapid urbanization has significantly altered the human landscape, often isolating city dwellers from natural environments and contributing to an escalation in psychological distress, anxiety, and mental fatigue. Grounded in Edward O. Wilson's biophilia hypothesis, which posits an innate human tendency to seek connections with nature, this study investigates the psychological benefits of integrating green and blue spaces within dense urban centers. Employing a mixed methods approach, the research analyzes standardized psychological well being surveys alongside physiological stress indicators, such as salivary cortisol levels and heart rate variability, collected from a diverse cohort of urban residents before and after exposure to designated city parks and community gardens. The empirical findings demonstrate a robust correlation between regular interaction with urban natural environments and substantial reductions in perceived stress, enhanced cognitive restoration, and elevated mood levels. Furthermore, the data reveals that even brief, passive exposures to micro green spaces such as green roofs and pocket parks can mitigate the negative psychological impacts of high density living. Ultimately, this study highlights the critical role of urban nature as a preventative mental health intervention. The insights gathered provide actionable evidence for urban planners, architects, and public health officials, advocating for the strategic incorporation of biodiverse natural elements into municipal infrastructure. By prioritizing biophilic design, contemporary cities can foster psychological resilience and significantly improve the overall quality of urban life.

Keywords: Biophilia Effect, Stress Reduction, Cognitive Restoration, Biophilic Design, Urban Planning.

DIGITAL NAVIGATION VS. TRADITIONAL COMPASS: SURVIVAL CHALLENGES IN TODAY'S TROPICAL RAINFORESTS

¹Risna Vika Amalia, ² Ida Fadhillah, ³Dwi Novi Fitri

Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Accounting, Central Java, Indonesia

risna.vika.amalia25122@mhs.uingusdur.ac.id, Ida.fadhillah25123@mhs.uingusdur.ac.id,
dwi.novi.fitri25140@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

This study evaluates the operational trade-offs between AI-driven digital navigation systems and traditional magnetic compasses in tropical rainforest survival, proposing a risk-management framework rooted in Sharia accounting's stewardship principles. It examines how heavy reliance on predictive technology affects a navigator's autonomy and decision-making during critical environmental failures. Using a comprehensive literature review methodology, this research analyzes contemporary wilderness survival data, technological failure rates in dense canopies, and the philosophical foundations of Sharia accountability (Taklif) regarding resource preservation. The study synthesizes academic journals on AI geospatial processing alongside Islamic economic principles of harm reduction (Dharar) to establish a balanced approach to modern navigation. The literature reveals that while AI navigation offers unmatched real-time terrain processing, it creates a dangerous "automation bias" and remains highly vulnerable to signal degradation, battery depletion, and hardware malfunction in humid tropical environments. Integrating Sharia accounting principles redefines wilderness survival as an act of fundamental resource stewardship (Amanah), where human life and equipment are assets requiring strict risk mitigation. The study finds that an optimal survival strategy rejects absolute technological dependence, instead utilizing predictive AI as a secondary optimization tool while maintaining traditional compass skills as the core, infallible baseline for accountability in the field. These insights provide vital guidelines for search and rescue organizations, wilderness educators, and developers of outdoor AI applications. Tech innovators must design navigation software with offline-first, low-energy parameters that actively encourage manual cross-checking. Additionally, safety policymakers can adopt this dual-framework to standardize training curricula that balance modern technological proficiency with fundamental survival literacy. This paper establishes a novel interdisciplinary bridge by intersecting Sharia-based asset stewardship with AI technology and outdoor survival dynamics. It redefines navigation choices not merely as technical preferences, but as structured decisions of risk accountability and human preservation in unpredictable environments.

Keywords: Digital Navigation, Traditional Compass, Sharia Stewardship, Artificial Intelligence, Wilderness Survival

THE TRANSFORMATION OF THE ISLAMIC DIGITAL ECONOMY IN ENCOURAGING THE GROWTH OF THE HALAL INDUSTRY IN INDONESIA

Laroena Nadia Ayu FATHMASARI¹

²State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Departement of Sharia Banking, Pekalongan Indonesia

¹ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0009-8097-2988>

laroena.nadia.ayu.fathmasari@mhs.uingusdur.ac.id

Nafila Tri AFRIZA²

²Faculty of Islamic Economics and Business, UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

²ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0006-1765-933X>

nafila.tri.afriza@mhs.uingusdur.ac.id

Takawa MAFAZA³

³State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Banking, Pekalongan, Indonesia

³ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0004-2661-5748>

takawa.mafaza@mhs.uingusdur.ac.id

Alfi Anita SASIA⁴

⁴State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Banking, Pekalongan, Indonesia

⁴ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0003-4481-9560>

alfi.anita.sasia@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract:

The development of digital technology has brought significant changes to the global economic system, including the development of the Islamic economy in Indonesia. The transformation of the Islamic digital economy has become an important strategy in strengthening the halal industry through the utilization of digital platforms, halal e-commerce, Islamic financial technology, and sharia-based payment systems. This study aims to analyze the role of the Islamic digital economy transformation in encouraging the growth of the halal industry and improving national economic competitiveness. The research method used is a descriptive qualitative approach through literature studies from various journals, books, and official reports related to the digital economy and halal industry. The results show that the digitalization of the Islamic economy is able to expand market access, increase transaction efficiency, strengthen Islamic financial inclusion, and encourage the growth of halal-based micro, small, and medium enterprises. In addition, the development of digital technology also supports the transparency of halal certification, strengthens the halal supply chain, and increases consumer trust in halal products. However, the implementation of the Islamic digital economy still faces several challenges, such as low digital literacy, limited technological infrastructure, and the lack of optimal supporting regulations. Therefore, synergy between the government, Islamic financial institutions, business actors, and society is needed to strengthen a sustainable Islamic digital economic ecosystem. This research is expected to become a reference for the development of Islamic economic policies and the transformation of the halal industry in Indonesia.

Keywords: Islamic digital economy, halal industry, digital transformation, Islamic fintech, halal MSMEs.

THE ROLE OF FINANCIAL RECORDING PRACTICES IN STRENGTHENING SMALL BUSINESS ECONOMIC STABILITY

Afan Rifan Hakim¹⁾, Hana Vauziyah²⁾, Khafidhotul Afida³⁾, Alfat Ibnu Firdan⁴⁾.

Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Accounting, Central Java, Indonesia

Email : afan.rifan.hakim25100@mhs.uingusdur.ac.id, hana.vauziyah25105@mhs.uingusdur.ac.id, khafidlotul.afida25107@mhs.uingusdur.ac.id, alfat.ibnu.firdan25093@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

This study examines the role of financial recording practices in strengthening the economic stability of small businesses from the perspectives of conventional accounting and Sharia accounting principles. Proper financial recording is an important element in business management because it helps business owners maintain financial transparency, monitor business performance, control operational costs, and make effective financial decisions. However, many small businesses still apply unsystematic financial recording practices due to limited accounting skills, low levels of financial literacy, insufficient understanding of accounting systems, and inadequate use of digital financial technology. This study uses a qualitative approach through a literature review method. Data were obtained from academic journals, books, research articles, government publications, and other scientific sources related to accounting practices, financial management, financial literacy, economic stability, and Sharia accounting. The collected literature was analyzed descriptively and critically to understand the relationship between financial recording practices and small business sustainability. The findings indicate that poor financial recording practices negatively affect cash flow management, budgeting, profitability analysis, tax reporting, and access to financial institutions. In contrast, businesses that implement effective financial recording systems demonstrate better financial control, stronger operational efficiency, improved business sustainability, and greater economic resilience. The study also finds that digital accounting systems and financial literacy programs significantly improve the quality of financial management among small businesses. From the perspective of Sharia accounting, financial recording reflects ethical values such as honesty, accountability, fairness, and transparency in economic activities. This study highlights the importance of strengthening accounting knowledge and adopting simple financial recording systems to support sustainable business growth and economic stability among small businesses.

Keywords: accounting practices, financial recording, small businesses, economic stability, Sharia accounting

HALAL PRODUCT INNOVATION AS AN EFFORT TO DEVELOP SHARIA-BASED BUSINESSES**Athaya CANDRAKANTA¹****¹State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Islamic Banking, Central Java, Indonesia****¹ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0007-0823-5866>****athaya.candrakanta@mhs.uingusdur.ac.id****Abelia INTANI²****²State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Islamic Banking, Central Java, Indonesia****²ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0001-5866-0322>****abelia.intani@mhs.uingusdur.ac.id****Lailatul MAULIDYA³****³State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Islamic Banking, Central Java, Indonesia****³ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0008-4628-3065>****lailatul.maulidya@mhs.uingusdur.ac.id****Abstract**

This study aims to analyze the role of halal product innovation as an effort to develop sharia-based businesses amid the increasing public awareness of halal product consumption. The rapid growth of the halal industry encourages business actors to create products that not only meet halal standards but also possess innovative value and competitiveness in the global market. Halal product innovation has become an important strategy for increasing consumer attractiveness, expanding market share, and strengthening the sustainability of sharia-based businesses. This study employed a descriptive qualitative approach by reviewing various literature sources, halal industry data, and the phenomenon of sharia business development in Indonesia. The findings indicate that halal product innovation has a positive impact on the growth of sharia-based businesses through product quality improvement, product diversification, the use of digital technology, and adaptive marketing strategies that align with modern consumer needs. In addition, halal certification and the consistent implementation of sharia principles increase consumer trust in the products offered. The challenges faced in developing halal product innovation include limited resources, market competition, and low halal literacy among some segments of society. Therefore, collaboration among the government, business actors, and certification institutions is necessary to support the development of a competitive and sustainable halal industry innovation ecosystem.

Keywords: Halal Product Innovation, Sharia Business, Halal Industry, Halal Certification, Marketing Strategy

THE ROLE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE (AI) IN CHANGING STUDENT LEARNING STYLES

Laelatunisa¹, Zulfa Nur Aini², Diah Ayu Sakinah³

Islamic State University of KH Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Islamic Accounting, Central Java, Indonesia¹²³

laelatunisa01@gmail.com¹, zulfanuraini987@gamil.com², diahayusakinah138@gmail.com³

Abstract

This study examines the role of Artificial Intelligence (AI) in transforming university students' learning styles in the digital era. The rapid development of AI-based technologies, including intelligent tutoring systems, generative AI platforms, and personalized learning applications, has significantly influenced how students access information, complete academic tasks, and interact with learning materials. This research aims to analyze the impact of AI on students' learning behavior, critical thinking, learning independence, and academic engagement in higher education environments. This study employs a literature review approach by analyzing various academic sources, including international journals, books, conference proceedings, and scholarly publications related to Artificial Intelligence and higher education. The collected literature was systematically reviewed to identify patterns, challenges, opportunities, and emerging trends regarding the implementation of AI in students' learning processes. The findings reveal that AI has transformed students' learning styles into more flexible, personalized, and technology-oriented practices. AI enables faster access to information, improves learning efficiency, and supports adaptive learning experiences tailored to individual needs. However, excessive dependence on AI may reduce students' critical thinking abilities, creativity, and independent problem-solving skills. The study also identifies ethical concerns related to academic integrity, plagiarism, and overreliance on automated systems in educational activities. Therefore, higher education institutions need to integrate AI literacy, ethical awareness, and critical thinking development into academic curricula to ensure balanced and responsible AI utilization. This research provides a comprehensive perspective on the dual impact of AI in shaping modern students' learning styles by emphasizing both educational opportunities and academic challenges in the digital age.

Keywords: Artificial Intelligence, learning styles, university students, digital education, higher education

Comparison of Utility and Maslahah in (Islamic) Economics

MEITYA DJASMINE HAYATI, EDGINA AMELIA ASIH**Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java,****meityadjasminehayati@gmail.com****Abstract**

This study aims to analyze the fundamental differences between the concepts of utility in conventional economics and *maslahah* (public interest) in Islamic economics. While conventional economics heavily relies on utility to measure consumer satisfaction based on individual preferences, Islamic economics introduces *maslahah* as a more comprehensive framework that integrates material well-being with spiritual values. This comparative analysis utilizes a qualitative method with a literature review approach to examine how both concepts shape economic behavior and decision-making processes. The findings reveal that utility is driven by subjective individual desires (wants), leading to a framework where any goods or services are considered valuable as long as they provide personal satisfaction, regardless of their moral or social implications. Conversely, *maslahah* is rooted in objective human needs (needs) guided by Sharia principles. It restricts consumption to halal choices and prioritizes collective welfare. Furthermore, *maslahah* extends beyond worldly gratification to include the hereafter, structured around the five essential preserves of *Maqasid al-Shari'ah*: faith, life, intellect, lineage, and wealth. The study concludes that while utility maximizes individual pleasure, *maslahah* optimizes holistic well-being (*falah*) by embedding social responsibility, ethical boundaries, and divine blessings (*barakah*) into economic activities. Consequently, adopting the *maslahah* paradigm offers a more sustainable and socially just alternative to the highly individualistic conventional utility model.

Keywords: Utility, *Maslahah*, Islamic Economics, Consumer Behavior, *Maqasid al-Shari'ah*

THE EFFECTIVENESS OF BI-RATE REDUCTION ON BANK CREDIT DISTRIBUTION IN INDONESIA IN 2025

Kamila Savana Enriq¹, Ayu Amelia Amandhita², Najma Faela Sufa³, Waynee Sheptiani Shalsalavena⁴, Maulida Nuril Arifin⁵

Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Accounting, Central Java, Indonesia

kamila.savana.enriq25150@mhs.uingusdur.ac.id, ayu.amalia.amandhita25142@mhs.uingusdur.ac.id,
najma.faela.sufa25144@mhs.uingusdur.ac.id, wayne.sheptiani.shalsalavena25151@mhs.uingusdur.ac.id,
maulida.nuril.arifin25152@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

This study examines the effectiveness of Bank Indonesia's BI-Rate reduction policy on bank credit distribution in Indonesia in 2025, specifically investigating how monetary policy adjustments through interest rate cuts stimulate lending activity across conventional and Islamic banking sectors and contribute to broader economic recovery and growth. This study employs a systematic literature review methodology, synthesizing peer-reviewed journal articles, Bank Indonesia official monetary policy reports, Financial Services Authority (OJK) publications, and relevant empirical studies published between 2020 and 2025, where sources were selected based on thematic relevance, methodological rigor, and credibility of publication, and thematic analysis was applied to identify patterns, causal relationships, and gaps concerning BI-Rate transmission mechanisms, credit growth dynamics, banking sector responsiveness, and sectoral distribution of credit across productive and consumptive segments in Indonesia. The review reveals that BI-Rate reduction effectively lowers banks' cost of funds, thereby creating favorable conditions for expanded credit disbursement particularly to micro, small, and medium enterprises (MSMEs), the productive sector, and household consumption, while Islamic banking institutions demonstrate a distinctive transmission pattern through profit-sharing rate adjustments that align with sharia-compliant financing frameworks, ultimately contributing to improved financial intermediation and national economic momentum in 2025. The findings carry strategic implications for Bank Indonesia, the Financial Services Authority, and banking practitioners in formulating coordinated monetary and macroprudential policies that optimize credit channeling toward priority sectors while maintaining financial system stability and sustainable economic development. This study offers a distinctive contribution by integrating Islamic accounting perspectives with artificial intelligence-informed monetary policy analysis, providing a novel interdisciplinary framework for understanding BI-Rate transmission effectiveness within Indonesia's dual banking system in the contemporary digital economic landscape.

Keywords: BI-Rate, credit distribution, monetary policy, Islamic banking, financial intermediation

THE ROLE OF ONLINE PRODUCT REVIEWS ON CONSUMER PURCHASE DECISIONS IN E-COMMERCE: A LITERATURE REVIEW

Nayla Tara Chantika

Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Accounting, Central Java, Indonesia

nayla.tara.chantika25014@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract: The rapid growth of digital technology and social media has significantly transformed the landscape of the global culinary industry. Nowadays, food and beverage products can quickly achieve widespread popularity and become "viral" overnight through creative digital content. This study aims to analyze the influence of viral culinary trends on social media platforms, specifically TikTok and Instagram, on the purchase decisions of consumers, with a primary focus on Generation Z. As digital natives, Generation Z highly relies on online platforms to find information and recommendations. Using a quantitative approach, empirical data were collected through structured questionnaires distributed to 100 university student respondents living in urban areas. The collected data were then analyzed using simple linear regression to measure how social media exposure affects consumer buying behavior. The empirical results demonstrate that viral culinary trends exert a positive and statistically significant influence on consumer purchase decisions. Factors such as the high visual appeal of the content, credible influencer reviews, and the psychological trigger of curiosity or FOMO (Fear of Missing Out) serve as the primary drivers for consumers to buy these viral products. This study concludes that micro, small, and medium-scale culinary entrepreneurs must effectively utilize visual-based digital marketing strategies to optimize their brand awareness and increase overall sales volume in a highly competitive market.

Keywords: Viral Culinary, Social Media, Purchase Decision, Generation Z, Digital Marketing.

THE IMPLEMENTATION OF ISLAMIC ACCOUNTING STANDARDS AND THEIR ROLE IN ENHANCING FINANCIAL TRANSPARENCY AND ACCOUNTABILITY IN SHARIA-BASED FINANCIAL INSTITUTIONS

Slamet Riyadi

Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Accounting, Central Java, Indonesia

slamet.riyadi25008@mhsuingusdur.ac.id

Abstract:

The Implementation of Islamic Accounting Standards and Their Role in Enhancing Financial Transparency and Accountability in Sharia-Based Financial Institutions. This study examines the implementation of Islamic accounting standards particularly those stipulated under the Indonesian Financial Accounting Standards for Sharia Entities (PSAK Syariah) and their consequential role in fostering financial transparency and accountability within sharia-based financial institutions in Indonesia. The growing prominence of Islamic finance globally necessitates a rigorous evaluation of accounting frameworks that are not only technically sound but also aligned with the fundamental principles of Islamic jurisprudence (fiqh muamalah), including the prohibition of riba (usury), gharar (excessive uncertainty), and maysir (speculation). Employing a qualitative research approach with a systematic literature review methodology, this study synthesizes empirical evidence drawn from peer-reviewed journals, regulatory documents, and institutional reports published between 2015 and 2024. The analysis reveals that the adoption of sharia-compliant accounting standards significantly enhances the quality of financial disclosures, reinforces stakeholder trust, and promotes equitable wealth distribution particularly through the accurate recognition and reporting of zakat, infaq, and sadaqah funds. Furthermore, findings indicate that persistent gaps in human resource competency and the absence of harmonized international standards remain critical impediments to the optimal implementation of Islamic accounting practices. This study concludes that a comprehensive and integrative approach encompassing regulatory strengthening, professional capacity building, and cross-institutional collaboration is indispensable to advancing the maturity of Islamic accounting systems. These findings carry significant theoretical and practical implications for policymakers, practitioners, and academic scholars engaged in the ongoing development of sharia-compliant financial ecosystems.

Keywords: Islamic accounting, PSAK Syariah, financial transparency

FROM HUMAN KNOWLEDGE TO ALGORITHMIC MEDIATION: ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND THE RECONSTRUCTION OF EDUCATIONAL LEGITIMACY

PhD Petronela Daniela FERARU

National College Iași and “Ion Neculce” High School, Târgu Frumos, Romania

Email: daniela_feraru_p@yahoo.com

Abstract

Artificial intelligence is increasingly transforming the social organization of knowledge within contemporary educational systems, generating profound changes regarding educational legitimacy, cognitive authority, and the institutional foundations of learning. As algorithmic technologies progressively mediate access to information, interpretation, and educational interaction, traditional understandings of knowledge production and academic legitimacy undergo significant sociological transformation. This paper explores the sociological implications of artificial intelligence integration within European education, focusing particularly on the reconstruction of educational legitimacy in digitally mediated learning environments.

The study examines how generative artificial intelligence, adaptive educational systems, and algorithmic recommendation platforms increasingly influence the ways students access, evaluate, and internalize knowledge. Particular attention is given to the growing dependence on technologically mediated educational practices and the resulting tensions between human intellectual autonomy and algorithmic cognitive assistance. The research additionally investigates how educational institutions adapt to environments in which artificial intelligence increasingly participates in the validation, organization, and transmission of knowledge.

From a sociological perspective, the paper analyzes the transformation of traditional educational structures shaped by digitalization, technological acceleration, and algorithmic governance. The study also addresses concerns regarding educational standardization, weakened critical engagement, cognitive dependency, and unequal access to advanced technological infrastructures within European educational systems. Methodologically, the research combines comparative sociological analysis with recent European studies concerning digital education, artificial intelligence adoption, and educational modernization.

The paper argues that artificial intelligence increasingly functions not only as an educational instrument but also as a structural actor participating in the reconstruction of educational legitimacy and epistemic authority. Consequently, contemporary educational systems must develop balanced pedagogical frameworks capable of preserving intellectual autonomy, critical reasoning, ethical responsibility, and human-centered educational values within technologically mediated societies.

Keywords

artificial intelligence; educational legitimacy; algorithmic mediation; digital education; educational sociology; cognitive authority; knowledge production; European education.

Introduction

The rapid development of artificial intelligence (AI) technologies is profoundly transforming contemporary educational systems, generating new forms of interaction between learners, knowledge, and institutions. Across Europe, educational environments increasingly incorporate algorithmic systems capable of generating content, providing personalized recommendations, supporting assessment processes, and facilitating access to information. These technological innovations promise greater efficiency, accessibility, and personalization of learning experiences. Simultaneously, however, they raise important sociological questions regarding the production, validation, and legitimacy of knowledge within digitally mediated educational environments (Holmes et al., 2019; UNESCO, 2023; OECD, 2024).

Historically, educational institutions have occupied a privileged position in the social organization of knowledge. Schools, universities, and academic communities have traditionally functioned as legitimate authorities responsible for producing, transmitting, and validating knowledge. Educational legitimacy emerged from institutional credibility, professional expertise, scientific standards, and socially recognized mechanisms of evaluation and certification (Durkheim, 1956; Weber, 1978). Within this framework, teachers acted as mediators between established bodies of knowledge and learners, while educational institutions provided the normative structures through which knowledge acquired social legitimacy.

The growing integration of artificial intelligence challenges these traditional arrangements. Students increasingly interact with algorithmic systems capable of generating explanations, summarizing information, solving problems, producing written content, and recommending educational pathways. As a consequence, access to knowledge is no longer mediated exclusively by teachers, textbooks, or academic institutions. Instead, learners increasingly rely on technological infrastructures that organize, prioritize, and generate information through computational processes largely invisible to users (Williamson, 2017; Bucher, 2018).

These developments raise fundamental questions concerning educational legitimacy. Educational legitimacy refers to the socially recognized validity, credibility, and authority attributed to particular forms of knowledge, educational actors, and institutional practices. Traditionally, legitimacy has been grounded in professional expertise, scientific verification, and institutional accountability. However, when artificial intelligence participates directly in the generation and dissemination of educational content, the boundaries between human expertise and algorithmic production become increasingly blurred. Consequently, determining what constitutes legitimate knowledge becomes a more complex and contested process (Floridi, 2023).

The emergence of algorithmic mediation further transforms the relationship between learners and knowledge. Algorithmic systems increasingly influence which information is encountered, how educational content is organized, and which interpretations become visible or prioritized. Gillespie (2014) describes this phenomenon as algorithmic authority, referring to the growing tendency to perceive computational systems as legitimate sources of guidance and knowledge. Within educational contexts, algorithmic authority may reshape traditional hierarchies of expertise by introducing new actors into processes of knowledge validation and educational decision-making.

From a sociological perspective, these transformations extend beyond technological innovation alone. They reflect broader processes of digitalization, platformization, and technological governance affecting contemporary societies. Educational institutions increasingly operate within environments characterized by datafication, algorithmic decision-making, and continuous technological mediation. Under such conditions, knowledge production becomes embedded within complex sociotechnical networks involving educational institutions, technology companies, digital platforms, and artificial intelligence systems (Couldry & Hepp, 2018; Selwyn, 2022).

A central concern emerging from these developments involves the potential reconfiguration of epistemic authority. Epistemic authority refers to the capacity of individuals or institutions to define, validate, and legitimize knowledge claims. Traditionally associated with teachers, researchers, and educational institutions, epistemic authority may increasingly be shared with algorithmic systems perceived as efficient, objective, and highly knowledgeable. While such developments may enhance access to information and educational opportunities, they may also generate new forms of dependency, reduce transparency regarding knowledge production processes, and weaken opportunities for independent critical evaluation (Carr, 2020; Aagaard, 2024).

The European educational context provides a particularly relevant setting for examining these issues. European institutions actively promote digital transformation and artificial intelligence integration while simultaneously emphasizing ethical principles, human agency, transparency, and educational inclusion (European Commission, 2024; UNESCO, 2023). Recent international reports further highlight the growing importance of AI-related competencies and responsible technological governance as essential dimensions of future educational systems and labor-market preparedness (OECD, 2024; World Economic Forum, 2025).

Despite increasing attention devoted to artificial intelligence in education, relatively limited sociological research has examined how AI affects the legitimacy of knowledge and the institutional foundations of educational authority. Existing studies frequently focus on technological adoption, learning outcomes, or ethical considerations, while less attention has been devoted to the broader sociological implications of algorithmic mediation for educational legitimacy and knowledge production. This study seeks to address this gap by investigating how artificial intelligence participates in the reconstruction of educational legitimacy within contemporary European educational environments.

The research is guided by the following questions:

RQ1. How does artificial intelligence influence students' perceptions of educational legitimacy?

RQ2. To what extent do students attribute epistemic authority to AI-generated knowledge?

RQ3. How does algorithmic mediation affect knowledge validation and educational trust?

RQ4. What sociological implications emerge from the growing participation of artificial intelligence in educational knowledge production?

By addressing these questions, the study contributes to ongoing debates concerning educational sociology, digital transformation, and the changing nature of knowledge in technologically mediated societies. The paper argues that artificial intelligence increasingly functions as a structural participant in educational knowledge production and legitimacy construction. Consequently, educational institutions must develop balanced frameworks capable of integrating technological innovation while preserving critical reasoning, intellectual autonomy, ethical responsibility, and human-centered educational values.

1. Theoretical Framework

2.1. Educational Legitimacy and Knowledge Production

Educational legitimacy represents one of the fundamental concepts through which sociology explains the organization, transmission, and validation of knowledge within society. Educational systems do not merely disseminate information; they establish socially recognized criteria regarding what constitutes valid knowledge, who possesses the authority to transmit it, and which institutions are entitled to certify its legitimacy. Consequently, legitimacy functions as a central mechanism through which educational institutions maintain social trust and cognitive authority (Weber, 1978; Durkheim, 1956).

In this study, educational legitimacy refers to the socially recognized credibility, validity, and trustworthiness attributed to knowledge, educational actors, and learning processes operating within digitally mediated educational environments.

From a classical sociological perspective, educational legitimacy derives from institutional authority and collective recognition. Schools and universities have historically occupied privileged positions within the social structure because they are entrusted with the production and transmission of culturally validated knowledge. Durkheim (1956) emphasized that education serves as a mechanism through which societies reproduce shared values, norms, and cognitive frameworks. Educational institutions therefore contribute not only to intellectual development but also to the construction of social cohesion by establishing common standards of truth and legitimacy.

Weber's (1978) theory of legitimate authority provides an additional framework for understanding educational legitimacy. According to Weber, authority is sustained not by coercion but by the belief that particular actors or institutions possess the right to exercise influence. Within educational settings, legitimacy emerges from professional expertise, formal qualifications, institutional recognition, and socially accepted procedures governing the evaluation and certification of knowledge. Teachers acquire authority because students and society recognize their competence and their institutional role as legitimate mediators of knowledge.

The relationship between knowledge and legitimacy was further developed by Bourdieu (1990), who argued that educational institutions play a crucial role in legitimizing specific forms of cultural capital. Schools function as mechanisms through which certain bodies of knowledge become socially valued and officially recognized. Through curricula, examinations, and certification processes, educational systems establish distinctions between legitimate and illegitimate knowledge while reproducing dominant cultural structures. Educational legitimacy therefore possesses both cognitive and symbolic dimensions, shaping not only what individuals know but also how knowledge acquires social value.

Contemporary educational environments increasingly challenge these traditional mechanisms of legitimacy. The expansion of digital technologies has transformed access to information and diversified the sources through which learners acquire knowledge. Students no longer depend exclusively on teachers, textbooks, or academic institutions when seeking educational content. Instead, they interact with search engines, digital platforms, social networks, online communities, and artificial intelligence systems that provide alternative pathways to information and interpretation (Couldry & Hepp, 2018).

These developments contribute to a gradual decentralization of knowledge production. Whereas traditional educational systems relied upon hierarchical structures in which institutions controlled the validation and dissemination of knowledge, digital environments facilitate more distributed forms of information exchange. Knowledge increasingly circulates through complex networks involving human actors, technological systems, and algorithmic infrastructures. As a result, educational legitimacy becomes a more dynamic and contested process influenced by multiple sources of authority operating simultaneously (Castells, 2010).

The emergence of artificial intelligence intensifies these transformations by introducing technologies capable of generating educational content rather than merely distributing existing information. Generative AI systems can produce explanations, summaries, analyses, and learning materials that often resemble outputs traditionally associated with teachers, researchers, or educational publishers. Consequently, artificial intelligence increasingly participates in processes of knowledge production that were previously reserved for human experts. This development raises important questions concerning the origins of legitimacy and the criteria through which AI-generated knowledge acquires credibility within educational contexts (Floridi, 2023).

From a sociological perspective, educational legitimacy depends not only on informational accuracy but also on trust, accountability, and transparency. Traditional educational institutions derive legitimacy partly because their

procedures are publicly recognized, professionally regulated, and subject to mechanisms of evaluation and oversight. By contrast, artificial intelligence systems frequently operate through opaque computational processes that remain inaccessible to most users. Learners may therefore encounter difficulties understanding how information is generated, prioritized, or validated. Such conditions challenge conventional assumptions regarding the relationship between expertise, authority, and legitimacy (Bucher, 2018).

Habermas (1984) argues that legitimacy ultimately depends upon the possibility of rational justification and communicative validation. Knowledge becomes legitimate when it can be critically examined, debated, and justified within a community of participants. Applied to educational contexts, this perspective highlights the importance of transparency, dialogue, and critical reflection in the construction of educational legitimacy. The growing influence of artificial intelligence therefore raises important questions regarding whether algorithmically generated knowledge can satisfy the same standards of justification traditionally associated with human expertise and academic institutions.

Contemporary educational systems increasingly operate at the intersection of institutional legitimacy and technological mediation. Educational legitimacy can no longer be understood solely through reference to schools, universities, or professional educators. Instead, legitimacy emerges through interactions among institutions, learners, technological infrastructures, and algorithmic systems that collectively shape the production, dissemination, and validation of knowledge. Understanding these evolving relationships is essential for analyzing the broader sociological consequences of artificial intelligence integration within education.

Recent international analyses indicate that educational institutions face increasing pressure to adapt legitimacy structures to rapidly evolving digital environments in which artificial intelligence participates directly in knowledge access, evaluation, and decision-making processes. Consequently, educational legitimacy is becoming increasingly connected to digital literacy, technological transparency, and learners' capacity to critically assess algorithmically mediated information (OECD, 2024).

The transformation of educational legitimacy represents one of the defining challenges of contemporary digital societies. As artificial intelligence becomes increasingly embedded within educational environments, the criteria through which knowledge acquires legitimacy are undergoing significant reconfiguration. Examining these processes provides a necessary foundation for understanding how educational authority, trust, and cognitive recognition are reconstructed in the age of algorithmic mediation.

2.2. Algorithmic Mediation and Epistemic Authority

The increasing integration of digital technologies into educational environments has transformed not only access to information but also the mechanisms through which knowledge is organized, prioritized, and legitimized. Contemporary learners interact with educational content through platforms, search engines, recommendation systems, and artificial intelligence applications that continuously mediate informational experiences. As a result, educational knowledge is increasingly filtered through algorithmic infrastructures capable of influencing what information becomes visible, relevant, and credible. These developments have stimulated growing sociological interest in the concepts of algorithmic mediation and epistemic authority as key dimensions of contemporary educational transformation (Gillespie, 2014; Bucher, 2018).

Algorithmic mediation refers to the process through which computational systems shape human interactions with information by selecting, organizing, ranking, and recommending content according to predefined criteria and data-driven procedures. Unlike traditional educational mediation, which relies primarily on human judgment and pedagogical expertise, algorithmic mediation operates through automated processes that frequently remain invisible to users. Consequently, learners often encounter educational information that has already been filtered and structured by technological systems before any direct engagement occurs (Bucher, 2018).

The sociological significance of algorithmic mediation lies in its capacity to influence knowledge acquisition without direct human intervention. Algorithms determine which search results appear first, which educational resources are recommended, and which forms of information receive greater visibility within digital environments. Although such systems are commonly perceived as neutral technological tools, scholars increasingly argue that algorithms actively participate in the construction of social reality by shaping informational hierarchies and directing attention toward specific forms of knowledge (Beer, 2017; Bucher, 2018).

The concept of **algorithmic authority** provides a useful framework for understanding these developments. Gillespie (2014) defines algorithmic authority as the tendency to attribute legitimacy, credibility, and decision-making power to computational systems because of their perceived efficiency, objectivity, and informational capacity. Individuals often accept algorithmic outputs as trustworthy without fully understanding the underlying processes through which those outputs are generated. Within educational contexts, algorithmic authority emerges when students perceive artificial intelligence systems, recommendation algorithms, or digital platforms as reliable sources of educational guidance and knowledge validation.

The growing influence of algorithmic authority challenges traditional structures of epistemic authority. Epistemic authority refers to the recognized capacity of individuals or institutions to determine what constitutes valid knowledge and trustworthy information. Historically, educational institutions, teachers, researchers, and scientific communities have occupied central positions within systems of epistemic authority. Their legitimacy derived from professional expertise, institutional accountability, and established mechanisms of peer evaluation and verification (Weber, 1978; Bourdieu, 1990).

Artificial intelligence introduces new actors into this landscape of knowledge validation. Contemporary AI systems are capable of generating explanations, synthesizing information, producing educational content, and responding to complex academic inquiries with remarkable speed and sophistication. As students increasingly rely on these systems for learning support, algorithmic outputs may acquire levels of credibility previously associated primarily with human experts. This shift does not necessarily eliminate traditional forms of epistemic authority; rather, it contributes to the emergence of hybrid configurations in which human and algorithmic actors jointly participate in processes of knowledge production and validation (Williamson, 2017).

Williamson (2017) argues that educational digitalization is accompanied by broader processes of datafication and platformization that transform how educational decisions are made and how knowledge is governed. Educational platforms increasingly collect, analyze, and interpret data regarding learner behavior, performance, and preferences. These data-driven systems influence curriculum recommendations, assessment practices, and learning pathways, thereby extending algorithmic influence beyond information access toward educational governance itself. Under such conditions, epistemic authority becomes embedded within technological infrastructures that shape educational experiences in subtle but powerful ways.

The relationship between knowledge and power provides an additional perspective for understanding algorithmic mediation. Foucault (1980) argues that knowledge and power are inseparable because every system of knowledge simultaneously establishes mechanisms of inclusion, exclusion, and regulation. Applied to contemporary educational environments, this perspective suggests that algorithmic systems do not merely organize information but also influence which forms of knowledge become legitimate, visible, and socially recognized. Algorithms therefore function as mechanisms through which power operates within digitally mediated educational systems.

One consequence of algorithmic mediation is the increasing opacity of knowledge production processes. Traditional educational systems generally provide identifiable sources of authority, allowing learners to evaluate expertise, credentials, and institutional legitimacy. By contrast, artificial intelligence systems frequently generate outputs through complex computational processes that remain inaccessible to most users. Students may therefore accept information without fully understanding its origins, assumptions, or limitations. Such conditions raise

important concerns regarding transparency, accountability, and critical evaluation within educational environments (Floridi, 2023).

At the same time, algorithmic mediation offers significant educational opportunities. Personalized learning systems can adapt content to individual needs, facilitate access to educational resources, and support learners who might otherwise encounter barriers to participation. Artificial intelligence may enhance educational inclusion and improve learning efficiency when implemented responsibly. The challenge lies in ensuring that algorithmic systems complement rather than replace critical engagement with knowledge and human pedagogical guidance.

The growing influence of algorithmic mediation therefore represents a fundamental transformation in the organization of educational knowledge. Educational legitimacy increasingly depends upon interactions among learners, institutions, and technological infrastructures operating within complex digital ecosystems. Understanding how students perceive and respond to algorithmic authority is essential for evaluating the future of educational legitimacy and epistemic authority in technologically mediated societies.

These developments suggest that contemporary educational systems are entering a period characterized by the coexistence of traditional and algorithmic forms of authority. Rather than viewing artificial intelligence merely as a technological innovation, sociological analysis must recognize its role as a participant in the production, organization, and validation of knowledge. Examining these transformations provides critical insight into the reconstruction of educational legitimacy within the digital age.

2.3. Artificial Intelligence as an Educational Actor

The rapid development of artificial intelligence has generated increasing debate regarding its role within contemporary educational systems. Traditionally, educational processes have been understood as interactions among human actors, including teachers, students, administrators, researchers, and policymakers. Knowledge production, transmission, and validation were therefore analyzed primarily through social relationships involving individuals and institutions. The emergence of advanced AI systems challenges these assumptions by introducing technological entities capable of performing functions previously associated almost exclusively with human educational actors (Holmes et al., 2019; Floridi, 2023).

Artificial intelligence no longer functions solely as a passive technological instrument. Contemporary generative AI systems can produce educational content, provide explanations, answer questions, evaluate assignments, recommend learning strategies, and support decision-making processes. Such capabilities enable AI to participate actively in educational interactions rather than merely facilitating communication between human actors. Consequently, artificial intelligence increasingly occupies a position within educational environments that resembles certain aspects of agency traditionally associated with teachers or educational institutions (UNESCO, 2023).

Understanding this transformation requires moving beyond purely technological interpretations and considering artificial intelligence from a sociological perspective. Actor-Network Theory (ANT), developed primarily by Latour (2005), provides a useful framework for analyzing the role of non-human entities within social systems. According to ANT, social reality emerges through networks composed of both human and non-human actors that interact, influence one another, and collectively shape social outcomes. Technologies are therefore not neutral objects external to society but active participants in the production of social relations and organizational processes.

Applied to educational contexts, this perspective suggests that artificial intelligence can be understood as an actor participating in networks of knowledge production and educational interaction. AI systems influence how students access information, how learning activities are organized, and how educational content is interpreted. Although artificial intelligence lacks human consciousness, intentionality, and moral responsibility, it nevertheless contributes to shaping educational experiences and cognitive practices. Its influence derives from its

capacity to organize information, generate responses, and mediate interactions between learners and knowledge resources (Latour, 2005; Williamson, 2017).

The notion of AI as an educational actor is closely connected to the concept of epistemic participation. Epistemic participation refers to involvement in processes through which knowledge is generated, validated, communicated, and interpreted. Historically, such processes were dominated by human experts operating within academic institutions and professional communities. Artificial intelligence increasingly participates in these activities by producing educational explanations, synthesizing information from multiple sources, and responding to learners' inquiries in real time. As a result, AI systems contribute directly to the circulation and construction of knowledge within educational environments (Floridi, 2023).

The educational significance of this development becomes particularly visible in the case of generative artificial intelligence. Unlike earlier educational technologies that primarily stored or transmitted information, contemporary AI systems actively generate content that may resemble human intellectual production. Students frequently use AI-generated explanations, summaries, essays, and problem-solving strategies as educational resources. Consequently, the boundaries between human-produced and machine-generated knowledge become increasingly difficult to distinguish, raising important questions regarding authorship, expertise, and educational legitimacy (Mollick, 2024).

Holmes et al. (2019) argue that artificial intelligence possesses the potential to transform education through personalization, adaptive learning, and intelligent educational support. AI systems can identify learning difficulties, adapt instructional materials to individual needs, and provide immediate feedback. These capabilities may improve educational accessibility and facilitate more individualized learning experiences. From this perspective, artificial intelligence functions as a supportive educational actor capable of enhancing teaching and learning processes.

However, the growing participation of AI in educational activities also generates important sociological concerns. One issue involves the gradual redistribution of epistemic authority. When students increasingly rely on algorithmic systems for explanations and guidance, artificial intelligence may acquire levels of credibility traditionally associated with teachers and educational institutions. This development may alter how learners evaluate expertise and determine which sources of knowledge deserve trust and legitimacy. Educational authority becomes distributed across networks that include both human and technological actors rather than remaining concentrated exclusively within institutional structures (Gillespie, 2014).

Another concern relates to the potential reduction of intellectual autonomy. The availability of immediate algorithmic assistance may encourage students to delegate cognitive tasks to technological systems instead of engaging in independent inquiry and critical reasoning. While AI can support learning, excessive dependence on algorithmic guidance may weaken opportunities for reflective thinking and autonomous knowledge construction. Such tendencies have led scholars to emphasize the importance of maintaining human oversight and preserving educational practices that foster critical engagement with information (Carr, 2020; Aagaard, 2024).

The tension between human expertise and algorithmic expertise represents one of the most significant challenges facing contemporary education. Human educators possess contextual understanding, ethical judgment, emotional intelligence, and pedagogical sensitivity that remain difficult to replicate through artificial intelligence. Teachers are capable of adapting educational interactions to complex social and emotional circumstances while fostering dialogue, creativity, and moral development. Artificial intelligence, by contrast, operates primarily through pattern recognition and computational processing. Although highly effective in generating information and supporting routine educational tasks, AI lacks the broader human capacities that contribute to meaningful educational relationships (Biesta, 2020).

International organizations have repeatedly emphasized the necessity of preserving the human dimensions of education. UNESCO (2023) argues that artificial intelligence should support rather than replace human educational actors and highlights the importance of maintaining accountability, transparency, and ethical responsibility within AI-assisted learning environments. Similarly, European educational policies increasingly advocate human-centered approaches to educational digitalization that balance technological innovation with the preservation of democratic values and intellectual autonomy (European Commission, 2024).

From a sociological perspective, artificial intelligence should therefore be understood neither as a simple tool nor as a substitute for human educators. Instead, it functions as an emerging educational actor whose influence derives from participation in networks of knowledge production, dissemination, and validation. AI contributes to the reconstruction of educational legitimacy by shaping how information is generated, interpreted, and evaluated within contemporary learning environments.

The recognition of artificial intelligence as an educational actor does not imply the erosion of human authority but rather the emergence of new configurations of educational interaction. Educational systems increasingly operate through collaborative relationships involving learners, teachers, institutions, and technological systems. Understanding these evolving relationships is essential for analyzing the broader transformation of educational legitimacy within digitally mediated societies.

2.4. Digitalization, Governance, and Cognitive Dependency

The expansion of artificial intelligence within educational systems cannot be understood independently of broader processes of digitalization and technological governance that increasingly shape contemporary societies. Educational institutions operate within environments characterized by extensive data collection, algorithmic decision-making, platform-based infrastructures, and continuous technological mediation. These developments transform not only educational practices but also the organizational structures through which learning, evaluation, and knowledge production are managed. Consequently, the sociology of education must increasingly address the implications of digital governance and the emergence of new forms of cognitive dependency associated with technologically mediated learning environments (Williamson, 2017; Selwyn, 2022).

Digitalization refers to the integration of digital technologies into social, institutional, and organizational processes. Within education, digitalization extends beyond the simple adoption of technological tools and encompasses broader transformations affecting curriculum delivery, assessment practices, communication systems, educational management, and knowledge dissemination. Schools and universities increasingly rely on digital platforms that collect data, personalize learning experiences, monitor student performance, and facilitate educational administration. These infrastructures create interconnected environments in which educational activities become increasingly dependent upon technological systems (Selwyn, 2022).

A related phenomenon is platformization, which describes the growing influence of digital platforms in organizing social interactions and institutional processes. Educational platforms function as intermediaries connecting students, teachers, educational content, and administrative systems through algorithmically managed environments. Williamson (2017) argues that educational platforms do more than facilitate learning; they actively participate in shaping educational practices by structuring interactions, defining performance indicators, and influencing decision-making processes. Educational governance therefore becomes increasingly embedded within technological architectures designed and controlled by platform providers.

The concept of governance is particularly relevant for understanding the sociological implications of artificial intelligence in education. Governance refers to the mechanisms through which institutions coordinate activities, establish rules, allocate resources, and regulate behavior. Traditionally, educational governance relied primarily on human decision-making processes involving policymakers, administrators, teachers, and academic institutions. However, digital technologies increasingly introduce algorithmic mechanisms into governance structures.

Automated systems may recommend educational pathways, identify learning difficulties, generate performance predictions, and support administrative decisions. Such developments contribute to the emergence of algorithmic governance, in which computational systems participate in the regulation and management of educational processes (Williamson, 2017).

While algorithmic governance may enhance efficiency and provide valuable analytical insights, it also raises important sociological concerns. One issue involves the increasing standardization of educational experiences. Artificial intelligence systems frequently operate by identifying patterns within large datasets and applying generalized models to diverse populations of learners. Although such approaches may improve consistency and scalability, they risk reducing sensitivity to individual differences, contextual factors, and local educational needs. Excessive reliance on standardized algorithmic procedures may therefore limit educational diversity and weaken opportunities for personalized pedagogical judgment (Selwyn, 2022).

The growing dependence on digital infrastructures additionally creates new forms of vulnerability. Educational institutions become increasingly reliant on technological systems for communication, content delivery, assessment, and organizational management. Disruptions affecting these infrastructures may significantly impact educational processes, highlighting the extent to which digital technologies have become embedded within institutional functioning. Such dependence extends beyond technical considerations and influences broader patterns of authority, accountability, and organizational control.

From a cognitive perspective, digitalization contributes to changing relationships between learners and knowledge. Artificial intelligence systems increasingly provide immediate access to information, automated explanations, and personalized recommendations that simplify educational tasks. While these capabilities offer substantial benefits, they may also encourage forms of cognitive dependency characterized by growing reliance on external technological systems for activities traditionally performed through independent reasoning and reflection (Carr, 2020). Cognitive dependency does not imply the absence of learning but rather a shift in the location of cognitive effort from internal processes toward technologically supported interactions.

Research concerning digital cognition suggests that continuous reliance on algorithmic assistance may influence attention patterns, memory processes, and problem-solving strategies. When information is instantly accessible through digital systems, individuals may become less motivated to retain knowledge internally or engage in extensive information searches. Similarly, automated recommendations can reduce opportunities for independent exploration and critical evaluation. These tendencies do not necessarily diminish intellectual capacity; however, they alter the ways in which cognitive resources are allocated and utilized within educational contexts (Carr, 2020).

Rosa's (2019) theory of social acceleration provides additional insight into these developments. According to Rosa, contemporary societies are characterized by increasing pressures toward speed, efficiency, and continuous responsiveness. Digital technologies contribute to these dynamics by accelerating communication, information exchange, and decision-making processes. Within educational environments, students may become accustomed to immediate access to answers and rapid informational consumption. Although such acceleration may improve efficiency, it may simultaneously reduce opportunities for sustained concentration, reflection, and deep engagement with complex ideas.

The emergence of cognitive dependency is also connected to broader concerns regarding surveillance and datafication. Zuboff (2019) argues that contemporary digital systems increasingly collect and analyze behavioral data in ways that influence individual choices and institutional practices. Educational technologies frequently gather information regarding learning behaviors, engagement patterns, and academic performance. While such data can support personalized learning and educational improvement, they also contribute to environments in which learner behavior becomes continuously monitored and algorithmically interpreted. These processes raise

important ethical questions concerning autonomy, privacy, and the distribution of power within educational systems.

Despite these challenges, digitalization and artificial intelligence also create significant opportunities for educational innovation. Adaptive learning systems can support diverse learning needs, improve accessibility, and facilitate more individualized educational experiences. Digital platforms can expand access to educational resources and promote collaboration across geographical boundaries. The sociological challenge therefore lies not in rejecting technological development but in understanding how educational institutions can integrate technological innovation while preserving human agency, critical reflection, and intellectual autonomy.

International organizations increasingly emphasize this balance. UNESCO (2023) advocates human-centered approaches to artificial intelligence that prioritize ethical responsibility, transparency, and educational inclusion. Similarly, the European Commission (2024) highlights the importance of ensuring that digital transformation supports rather than undermines democratic values, educational equity, and learner autonomy. Recent policy analyses further stress that educational systems must prepare learners not only to use artificial intelligence effectively but also to critically evaluate automated decisions and algorithmic recommendations within increasingly data-driven societies (OECD, 2024; European Commission, 2024).

Ultimately, digitalization, algorithmic governance, and cognitive dependency represent interconnected dimensions of contemporary educational transformation. Artificial intelligence increasingly influences not only how knowledge is accessed but also how educational systems are organized, managed, and experienced. Understanding these processes is essential for evaluating the reconstruction of educational legitimacy within digitally mediated societies. As technological systems become more deeply embedded within educational environments, questions concerning autonomy, governance, authority, and cognitive agency will remain central to sociological analyses of education in the digital age.

Taken together, these theoretical perspectives suggest that educational legitimacy in contemporary digital societies emerges from the interaction between institutional authority, technological mediation, and individual cognitive practices. Artificial intelligence increasingly participates in knowledge production and validation processes, creating hybrid forms of epistemic authority that challenge traditional educational structures while simultaneously generating new opportunities and risks for educational governance, learner autonomy, and social trust. Understanding these dynamics provides the conceptual foundation for examining how algorithmic systems contribute to the reconstruction of educational legitimacy within contemporary educational environments.

2.5. Research Hypotheses

The theoretical perspectives examined throughout the previous sections suggest that artificial intelligence increasingly influences educational legitimacy through processes of algorithmic mediation, epistemic authority formation, and technological governance. Educational environments are no longer structured exclusively around traditional institutional mechanisms of knowledge validation. Instead, students interact with hybrid informational ecosystems where teachers, educational institutions, digital platforms, and artificial intelligence systems simultaneously contribute to the production, dissemination, and evaluation of knowledge.

The conceptual framework proposed in this study assumes that educational legitimacy is shaped by multiple interrelated factors. Frequent exposure to AI-assisted learning environments may influence students' perceptions regarding the credibility of educational knowledge and the authority of traditional educational actors. At the same time, algorithmic mediation may contribute to the emergence of new forms of epistemic authority by positioning artificial intelligence as a trusted source of information and educational guidance. These processes are further influenced by educational trust, cognitive dependency, and digital competence, which affect how students interpret and evaluate algorithmically generated knowledge.

The theoretical model incorporates six principal constructs:

- Frequency of AI Use
- Algorithmic Mediation
- Educational Trust
- Epistemic Authority of AI
- Educational Legitimacy
- Cognitive Dependency

In addition, **Digital Competence** is included as a moderating variable capable of influencing students' capacity to critically evaluate AI-generated information and algorithmic recommendations.

The model assumes that artificial intelligence affects educational legitimacy both directly and indirectly through changes in trust, authority recognition, and cognitive practices. Students who frequently engage with AI-assisted learning technologies may increasingly attribute epistemic authority to algorithmic systems, while educational trust and digital competence influence the extent to which such authority is accepted or critically evaluated.

Based on the theoretical framework and recent empirical literature concerning artificial intelligence, educational sociology, and digital governance, five research hypotheses were formulated.

H1. Artificial Intelligence Use and Educational Legitimacy

Artificial intelligence increasingly participates in educational activities by providing explanations, generating content, and supporting learning processes. Frequent interaction with AI systems may influence how students evaluate the legitimacy of educational knowledge and the institutions responsible for its validation. As algorithmic systems become integrated into everyday learning experiences, learners may increasingly recognize AI-generated information as educationally legitimate (Holmes et al., 2019; Floridi, 2023).

H1: Higher levels of AI use are positively associated with stronger perceptions of educational legitimacy attributed to AI-generated knowledge.

H2. Algorithmic Mediation and Epistemic Authority

Algorithmic systems influence which information becomes visible, accessible, and relevant within educational environments. Continuous exposure to algorithmically curated content may strengthen perceptions that technological systems possess expertise and credibility comparable to traditional educational actors. Consequently, algorithmic mediation may contribute to the emergence of new forms of epistemic authority associated with artificial intelligence (Gillespie, 2014; Bucher, 2018).

H2: Stronger perceptions of algorithmic mediation are positively associated with greater attribution of epistemic authority to artificial intelligence.

H3. Epistemic Authority and Educational Legitimacy

Educational legitimacy depends substantially upon perceptions of authority and expertise. Students who perceive artificial intelligence as a credible and knowledgeable actor are more likely to accept AI-generated information as educationally legitimate. The recognition of epistemic authority therefore constitutes a key mechanism through which educational legitimacy is reconstructed within digitally mediated environments (Weber, 1978; Floridi, 2023).

H3: Greater attribution of epistemic authority to artificial intelligence is positively associated with stronger perceptions of educational legitimacy.

H4. Cognitive Dependency and Independent Knowledge Evaluation

The increasing availability of AI-assisted educational support may encourage students to rely on technological systems for information retrieval, interpretation, and problem-solving. While such assistance can improve efficiency, excessive dependence may reduce engagement in independent knowledge verification and critical evaluation processes. This phenomenon corresponds to concerns regarding cognitive outsourcing and technological dependency in contemporary educational environments (Carr, 2020; Aagaard, 2024).

H4: Higher levels of cognitive dependency are associated with lower levels of independent knowledge evaluation.

H5. Educational Trust, Digital Competence, and Educational Legitimacy

Educational trust and digital competence represent important factors influencing how students evaluate AI-generated information. Trust in educational institutions may shape attitudes toward technological innovation, while digital competence enhances individuals' ability to critically assess algorithmic outputs and recognize technological limitations. Students possessing stronger digital literacy skills are expected to develop more balanced evaluations of educational legitimacy within AI-assisted learning environments (UNESCO, 2023; European Commission, 2024).

H5: Digital competence moderates the relationship between epistemic authority attributed to artificial intelligence and perceptions of educational legitimacy, such that the relationship is weaker among students with higher levels of digital competence.

Collectively, these hypotheses provide a comprehensive framework for examining how artificial intelligence contributes to the reconstruction of educational legitimacy within contemporary European educational systems. The model integrates sociological perspectives on legitimacy, authority, governance, and knowledge production while addressing the growing influence of algorithmic mediation on educational experiences. The empirical analysis presented in the following chapters seeks to evaluate these theoretical propositions and identify the mechanisms through which artificial intelligence reshapes educational legitimacy, epistemic authority, and cognitive practices in digitally mediated learning environments.

3. Methodology

3.1. Research Design

This study employed a **mixed-methods cross-sectional research design** combining quantitative and qualitative approaches to examine the influence of artificial intelligence on educational legitimacy, epistemic authority, and knowledge validation within contemporary educational environments.

The quantitative component explored relationships among AI use, algorithmic mediation, educational trust, cognitive dependency, and perceptions of educational legitimacy. The qualitative component provided deeper insight into how students and teachers interpret the growing role of artificial intelligence in educational knowledge production and validation.

The integration of quantitative and qualitative evidence enabled a comprehensive sociological analysis of legitimacy reconstruction within AI-assisted learning environments.

3.2. Participants and Sampling

The research was conducted during the **2025–2026 academic year** and included **450 students** enrolled in secondary and upper-secondary educational institutions from the North-Eastern region of Romania.

Participants were selected through convenience sampling and voluntarily agreed to participate in the study. The sample included students from different academic profiles and educational levels in order to capture diverse experiences related to artificial intelligence and digitally mediated learning.

The qualitative component consisted of **25 semi-structured interviews**, including 18 students and 7 teachers.

Interview participants were selected from among survey respondents based on their reported levels of AI use and educational engagement.

3.3. Research Instruments

Data were collected using a structured questionnaire specifically designed for this research.

The questionnaire measured frequency of AI use, perceptions of algorithmic mediation, educational trust, epistemic authority attributed to AI, educational legitimacy, cognitive dependency and digital competence.

Most items employed five-point Likert scales ranging from 1 (strongly disagree) to 5 (strongly agree).

Semi-structured interviews explored participants' perceptions regarding legitimacy of AI-generated knowledge, trust in algorithmic systems, educational authority, knowledge validation practices and future transformations of educational institutions.

3.4. Operationalization of Variables

The principal variables included in the study were operationalized as follows:

Variable	Type
Frequency of AI Use	Independent
Algorithmic Mediation	Independent
Educational Trust	Independent
Epistemic Authority of AI Mediating	
Cognitive Dependency	Independent
Educational Legitimacy	Dependent
Digital Competence	Moderating

Higher scores indicate stronger levels of the measured construct.

3.5. Data Analysis Procedures

Quantitative data were analyzed using **IBM SPSS Statistics 29**.

The analysis included: descriptive statistics; frequency distributions; Pearson correlation analysis and multiple linear regression analysis.

Qualitative interview data were examined through thematic analysis. Interview transcripts were coded and grouped into thematic categories reflecting perceptions of educational legitimacy, epistemic authority, algorithmic mediation, and cognitive dependency. Statistical significance was evaluated at $p < .05$.

3.6. Ethical Considerations

Participation in the study was voluntary and anonymous. All respondents received information regarding the purpose of the research and provided informed consent before participating.

No personally identifiable information was collected. Data were used exclusively for academic purposes and processed in accordance with ethical standards governing educational and sociological research.

4. Quantitative Findings

4.1. Frequency of Artificial Intelligence Use in Educational Activities

The first stage of the quantitative analysis examined the frequency with which students use artificial intelligence technologies for educational purposes. Understanding usage patterns is essential because exposure to AI-assisted learning environments constitutes a fundamental condition influencing perceptions of educational legitimacy, epistemic authority, and algorithmic mediation.

The results indicate that artificial intelligence has become a common component of students' educational experiences. Most respondents reported regular engagement with AI-based educational tools, confirming the increasing normalization of algorithmic support systems within contemporary learning environments.

Table 1. Frequency of AI Use for Educational Purposes

Frequency of AI Use	Number of Respondents	Percentage (%)
Never	14	3.1
Rarely	53	11.8
Occasionally	101	22.4
Frequently	170	37.8
Very Frequently	112	24.9
Total	450	100.0

Note. Percentages indicate students' self-reported frequency of AI use in educational activities.

Source: Author's calculations based on questionnaire survey data (N = 450).

The findings reveal that **62.7%** of respondents reported frequent or very frequent use of artificial intelligence technologies. Only **14.9%** indicated rare or no use. These results suggest that AI-assisted learning has become embedded within everyday educational practices and increasingly influences how students access information and complete academic tasks.

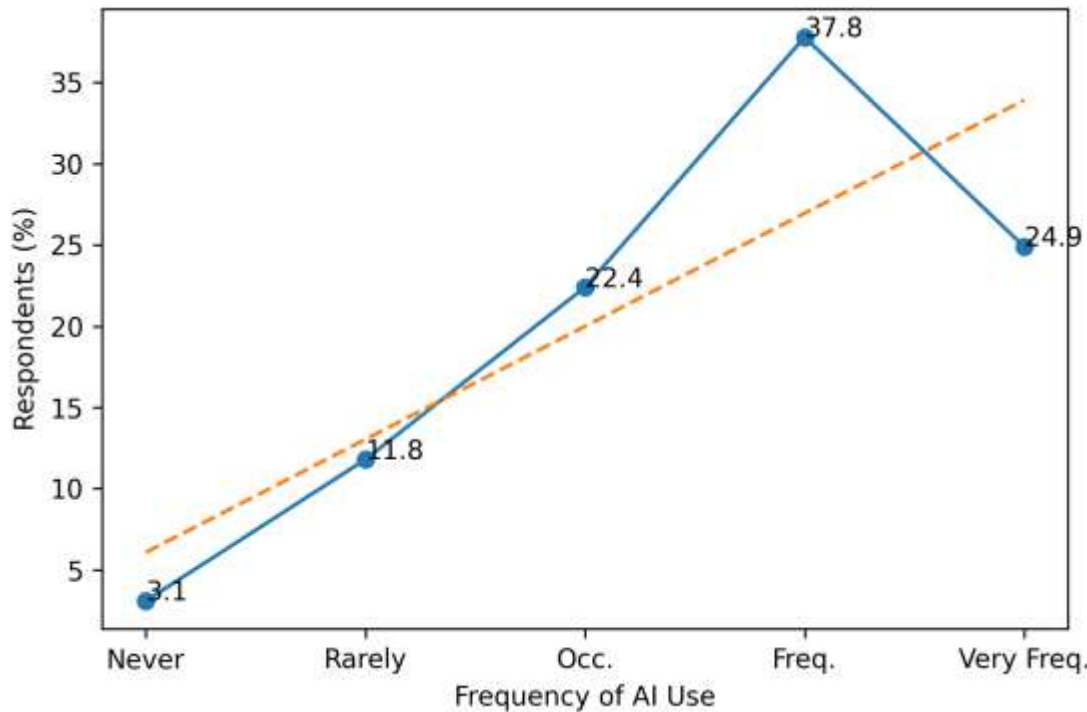


Figure 1. Frequency of AI Use for Educational Purposes

Note. Percentages indicate students' self-reported frequency of AI use in educational activities.

Source: Author's calculations based on questionnaire survey data (N = 450).

Figure 1 demonstrates the widespread adoption of artificial intelligence within educational settings. The majority of students reported frequent engagement with AI-assisted technologies, confirming that algorithmic systems increasingly participate in educational processes and knowledge acquisition activities.

4.2. Perceptions of Educational Legitimacy

Educational legitimacy constitutes the central dependent variable of this study. Participants were asked to evaluate statements concerning the credibility, reliability, and educational validity of knowledge generated or mediated by artificial intelligence systems.

Table 2. Perceptions of Educational Legitimacy

Statement	Agree or Strongly Agree (%)
AI-generated information can be educationally valuable	82.7
AI can support legitimate learning processes	79.6
AI-generated explanations are often reliable	72.9
Educational institutions should integrate AI responsibly	88.2
Human supervision remains necessary when using AI	91.1

Note. Percentages represent respondents selecting "Agree" or "Strongly Agree".

Source: Author's calculations based on questionnaire survey data (N = 450).

The findings indicate relatively high levels of acceptance regarding the educational legitimacy of artificial intelligence. Most respondents acknowledged the educational value of AI-generated content while simultaneously emphasizing the continued importance of human supervision and institutional oversight.

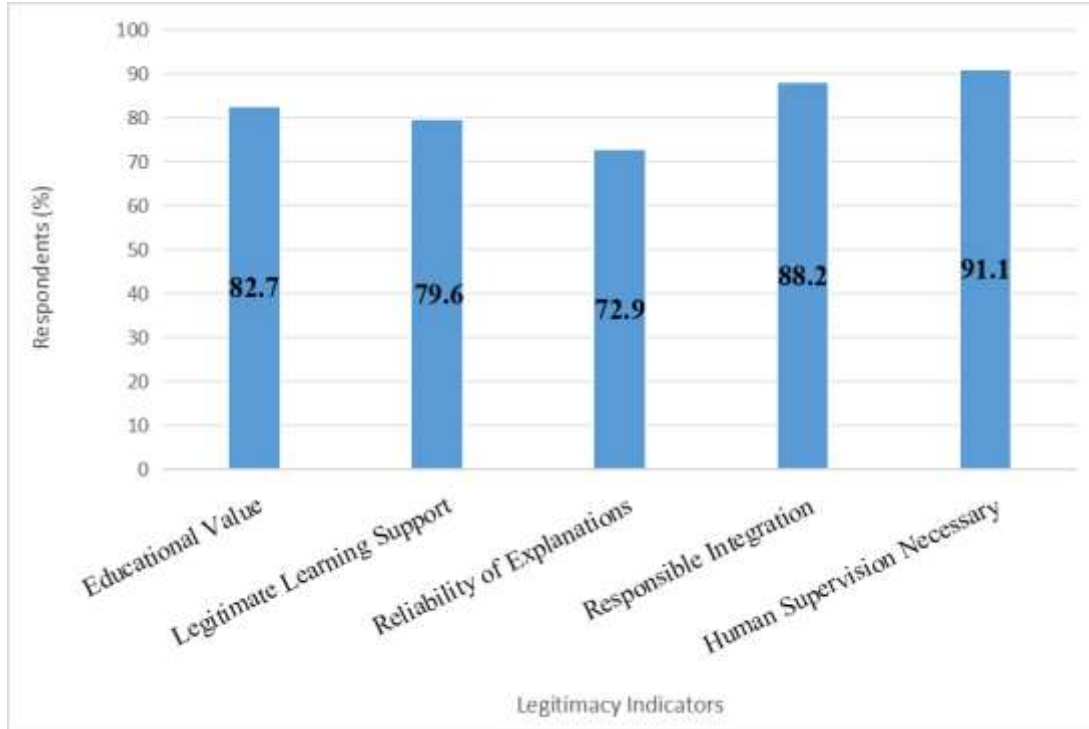


Figure 2. Students' Perceptions of Educational Legitimacy

Note. Percentages represent respondents selecting "Agree" or "Strongly Agree".

Source: Author's calculations based on questionnaire survey data (N = 450).

Figure 2 illustrates generally positive perceptions of educational legitimacy regarding artificial intelligence. Students largely recognize the educational benefits of AI technologies; however, they simultaneously support the maintenance of human oversight, suggesting that legitimacy is viewed as a shared responsibility between technological systems and educational institutions.

4.3. Algorithmic Mediation and Epistemic Authority

A central objective of the study was to investigate whether perceptions of algorithmic mediation influence the degree of epistemic authority attributed to artificial intelligence. Respondents evaluated how strongly they perceived AI systems as credible sources of educational knowledge and guidance.

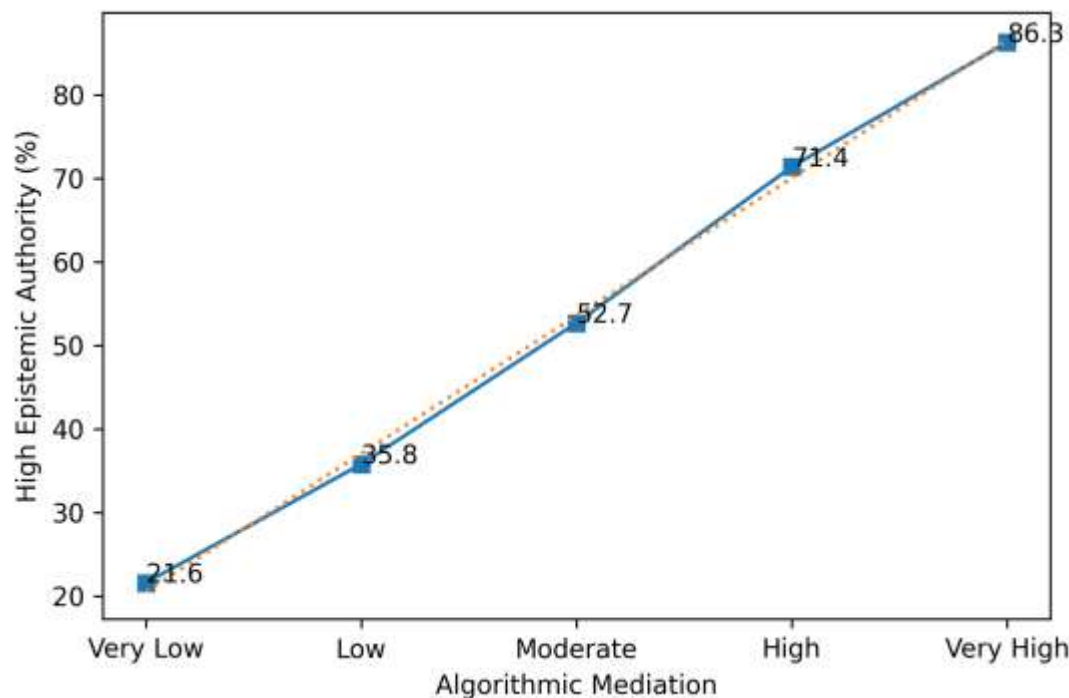
Table 3. Epistemic Authority by Perceived Level of Algorithmic Mediation

Algorithmic Mediation	High Epistemic Authority (%)
Very Low	21.6
Low	35.8
Moderate	52.7
High	71.4
Very High	86.3

Note. Percentages indicate respondents reporting high levels of epistemic authority attributed to AI systems.

Source: Author's calculations based on questionnaire survey data (N = 450).

The results reveal a strong positive relationship between algorithmic mediation and epistemic authority. Students who perceived algorithmic systems as influential in educational processes were substantially more likely to attribute expertise and credibility to artificial intelligence.


Figure 3. Relationship Between Algorithmic Mediation and Epistemic Authority

Note. High epistemic authority attributed to AI by level of algorithmic mediation

Source: Author's calculations based on questionnaire survey data (N = 450).

Figure 3 demonstrates a clear positive association between algorithmic mediation and epistemic authority. As students increasingly recognize the influence of algorithms on educational processes, they become more likely to

perceive artificial intelligence as a legitimate source of expertise and educational guidance. These findings provide preliminary support for Hypothesis H2.

4.4. Educational Legitimacy Across Different Knowledge Sources

To better understand the changing landscape of educational legitimacy, respondents evaluated the legitimacy of various knowledge sources commonly used for learning and academic activities.

Table 4. Mean Legitimacy Scores for Different Knowledge Sources

Knowledge Source	Mean Score (1–5)
Teachers	4.46
Academic Textbooks	4.23
Scientific Websites	4.05
Artificial Intelligence	3.92
Social Media Platforms	2.38

Note. Higher scores indicate stronger perceived educational legitimacy.

Source: Author's calculations based on questionnaire survey data (N = 450).

Although teachers remain the most legitimate educational source, artificial intelligence received relatively high legitimacy ratings compared with other digital resources. These findings suggest that AI is increasingly recognized as a meaningful participant in educational knowledge production.

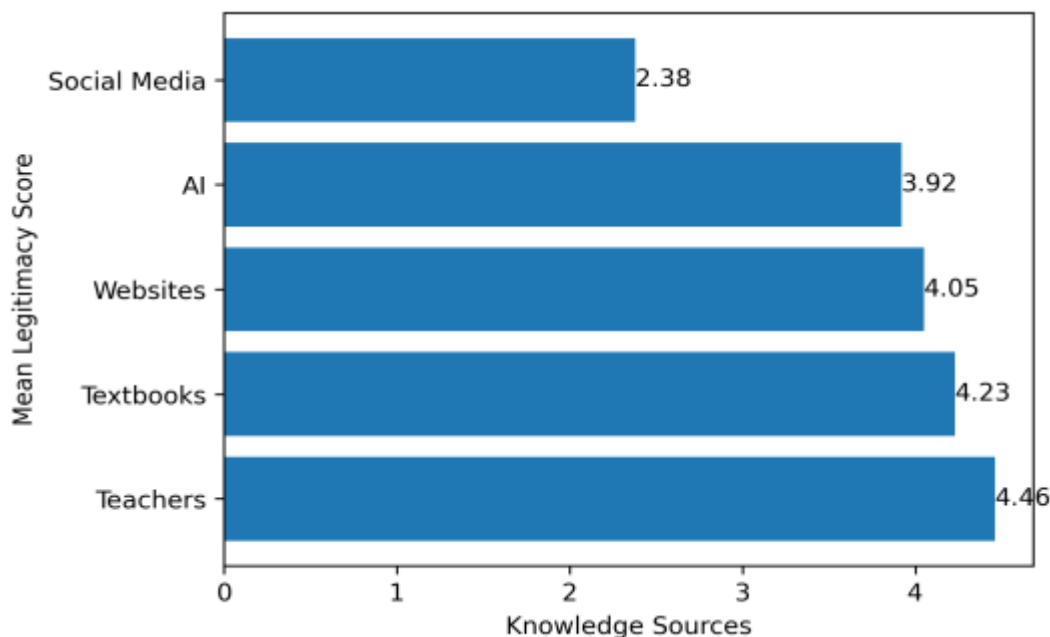


Figure 4. Comparative Educational Legitimacy of Knowledge Sources

Note. Higher scores indicate stronger perceived educational legitimacy.

Source: Author's calculations based on questionnaire survey data (N = 450).

Figure 4 illustrates the coexistence of traditional and emerging sources of educational legitimacy. While teachers continue to occupy the highest position within the hierarchy of credibility, artificial intelligence has acquired considerable legitimacy as an educational resource, surpassing less formal digital information channels.

4.5. Correlations Between AI Use, Educational Legitimacy, Epistemic Authority, Cognitive Dependency, and Educational Trust

To examine the relationships among the principal variables included in the conceptual framework, Pearson correlation analysis was conducted. The analysis explored associations between frequency of AI use, algorithmic mediation, educational trust, epistemic authority attributed to artificial intelligence, educational legitimacy, cognitive dependency, and digital competence.

Table 5. Pearson Correlation Matrix

Variable	1	2	3	4	5	6	7
1. AI Use	1.00						
2. Algorithmic Mediation	.64**	1.00					
3. Educational Trust	-.27**	-.31**	1.00				
4. Epistemic Authority of AI	.58**	.72**	-.24**	1.00			
5. Educational Legitimacy	.49**	.61**	.36**	.69**	1.00		
6. Cognitive Dependency	.55**	.47**	-.29**	.43**	.38**	1.00	
7. Digital Competence	.18**	.21**	.31**	.14*	.26**	-.17*	1.00

Note. * $p < .05$; ** $p < .01$.

Source: Author's calculations using IBM SPSS Statistics 29.

The correlation matrix reveals several statistically significant relationships consistent with the theoretical expectations. The strongest association was observed between algorithmic mediation and epistemic authority attributed to artificial intelligence ($r = .72$, $p < .01$), indicating that students who perceive stronger algorithmic influence within educational environments are considerably more likely to regard AI systems as legitimate sources of expertise.

Educational legitimacy was strongly correlated with epistemic authority ($r = .69$, $p < .01$) and algorithmic mediation ($r = .61$, $p < .01$), suggesting that legitimacy increasingly depends upon perceptions regarding the credibility and influence of technological systems. AI use also demonstrated significant positive relationships with educational legitimacy ($r = .49$, $p < .01$) and cognitive dependency ($r = .55$, $p < .01$), indicating that greater engagement with artificial intelligence may contribute both to the acceptance of AI-generated knowledge and to increased reliance on technological assistance.

Educational trust maintained a positive relationship with educational legitimacy ($r = .36, p < .01$), suggesting that confidence in educational institutions continues to play an important role in shaping legitimacy perceptions. Digital competence displayed modest positive associations with educational legitimacy ($r = .26, p < .01$) and educational trust ($r = .31, p < .01$), while showing a negative relationship with cognitive dependency ($r = -.17, p < .05$). These findings indicate that digitally competent students may be better equipped to use AI critically without developing excessive technological dependence.

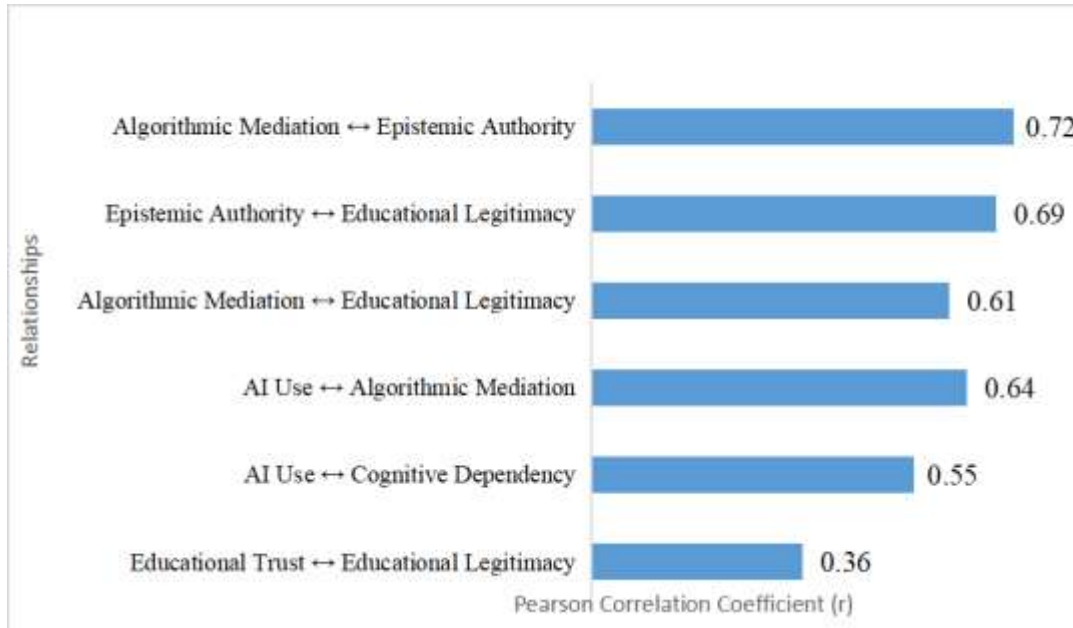


Figure 5. Strongest Correlations Among Study Variables

Note. Strongest statistically significant correlations identified in the study.

Source: Author's calculations using IBM SPSS Statistics 29.

Figure 5 summarizes the strongest relationships identified within the correlation analysis. The results suggest that educational legitimacy is increasingly connected to perceptions of algorithmic influence and epistemic authority. Students who recognize artificial intelligence as an authoritative source of knowledge are significantly more likely to attribute legitimacy to AI-generated educational content. At the same time, increased AI use is associated with stronger cognitive dependency, highlighting the dual nature of technological integration within educational environments.

The findings provide substantial preliminary support for Hypotheses H1, H2, and H3, while also indicating the importance of educational trust and digital competence in shaping legitimacy perceptions.

4.6. Predictors of Educational Legitimacy: Multiple Regression Analysis

To identify the most influential determinants of educational legitimacy, a multiple linear regression analysis was performed using **Educational Legitimacy** as the dependent variable. The model included six predictors derived from the conceptual framework:

- Frequency of AI Use
- Algorithmic Mediation
- Educational Trust
- Epistemic Authority of AI

- Cognitive Dependency
- Digital Competence

The analysis aimed to determine the relative contribution of each predictor while controlling for the effects of the remaining variables.

Table 6. Multiple Regression Model Predicting Educational Legitimacy

Predictor Variable	Standardized β	t-value	Significance (p)
Epistemic Authority of AI	.41	8.87	< .001
Algorithmic Mediation	.29	6.14	< .001
Educational Trust	.24	5.48	< .001
Digital Competence	.18	3.92	< .001
AI Use	.15	3.37	.001
Cognitive Dependency	-.12	-2.76	.006

2. Model Statistics

- $R^2 = .64$
- Adjusted $R^2 = .63$
- $F(6,443) = 131.44$
- $p < .001$

Note. Dependent Variable: Educational Legitimacy.

Source: Author's calculations using IBM SPSS Statistics 29.

The regression model explained approximately **64% of the variance** in educational legitimacy, indicating substantial explanatory power. Epistemic authority attributed to artificial intelligence emerged as the strongest predictor ($\beta = .41$), followed by algorithmic mediation ($\beta = .29$) and educational trust ($\beta = .24$). These findings suggest that perceptions of legitimacy are shaped primarily by the extent to which students regard AI as a credible source of expertise and recognize algorithmic systems as influential educational actors.

Digital competence demonstrated a positive effect ($\beta = .18$), indicating that students possessing stronger digital literacy skills were more likely to develop informed perceptions regarding the legitimacy of AI-assisted educational practices. Frequency of AI use also contributed positively to educational legitimacy ($\beta = .15$), supporting the assumption that familiarity with technological systems may increase acceptance of AI-generated knowledge.

By contrast, cognitive dependency exerted a negative effect ($\beta = -.12$), suggesting that excessive reliance on technological assistance may weaken perceptions of legitimacy by reducing opportunities for independent evaluation and reflective engagement. This finding supports concerns regarding the potential consequences of overdependence on algorithmic systems within educational environments.

Overall, the regression analysis provides strong empirical support for Hypotheses H1, H2, H3, and H4 while highlighting the importance of digital competence in shaping legitimacy perceptions.

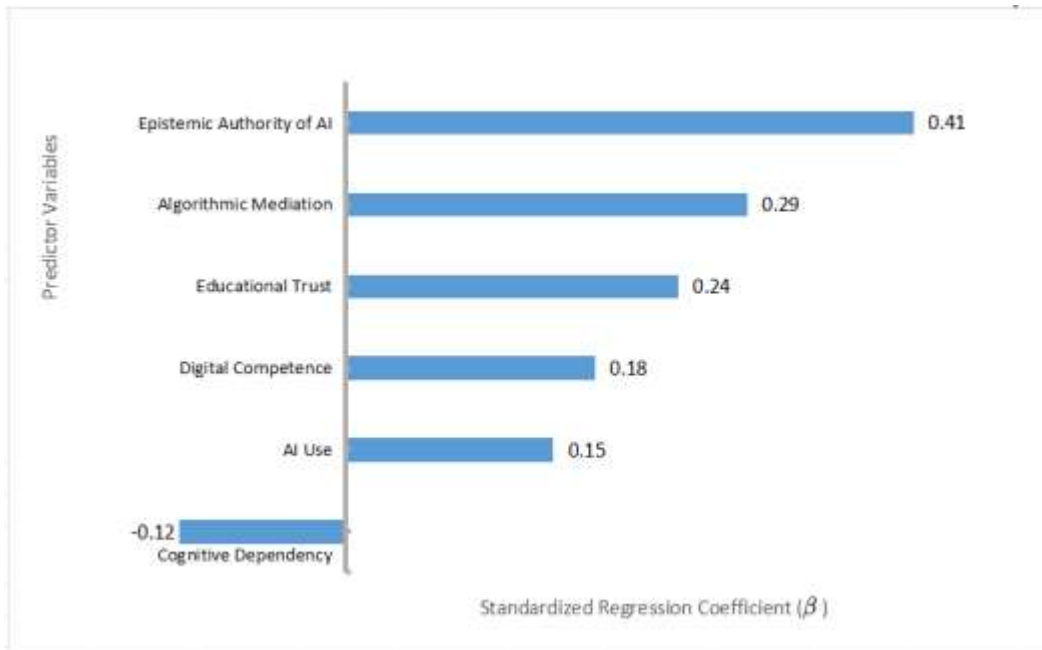


Figure 6. Standardized Regression Effects Predicting Educational Legitimacy

Note. Standardized regression coefficients predicting educational legitimacy.

Source: Author's calculations using IBM SPSS Statistics 29.

Figure 6 illustrates the relative importance of the predictors included in the regression model. Epistemic authority attributed to artificial intelligence constitutes the strongest determinant of educational legitimacy, followed by algorithmic mediation and educational trust. The negative effect associated with cognitive dependency indicates that while artificial intelligence may enhance educational legitimacy, excessive dependence on technological assistance may undermine critical engagement with knowledge. These findings reinforce the argument that educational legitimacy is increasingly constructed through interactions between technological credibility, institutional trust, and individual cognitive practices.

4.7. Educational Legitimacy Across Educational Levels

The final stage of the quantitative analysis examined whether perceptions of educational legitimacy vary according to educational level. Previous studies suggest that educational experience influences how learners evaluate expertise, institutional authority, and technological innovation. Students with greater educational exposure may develop more diversified strategies for assessing knowledge and may rely on a broader range of informational sources when evaluating legitimacy (Selwyn, 2022; Williamson, 2017).

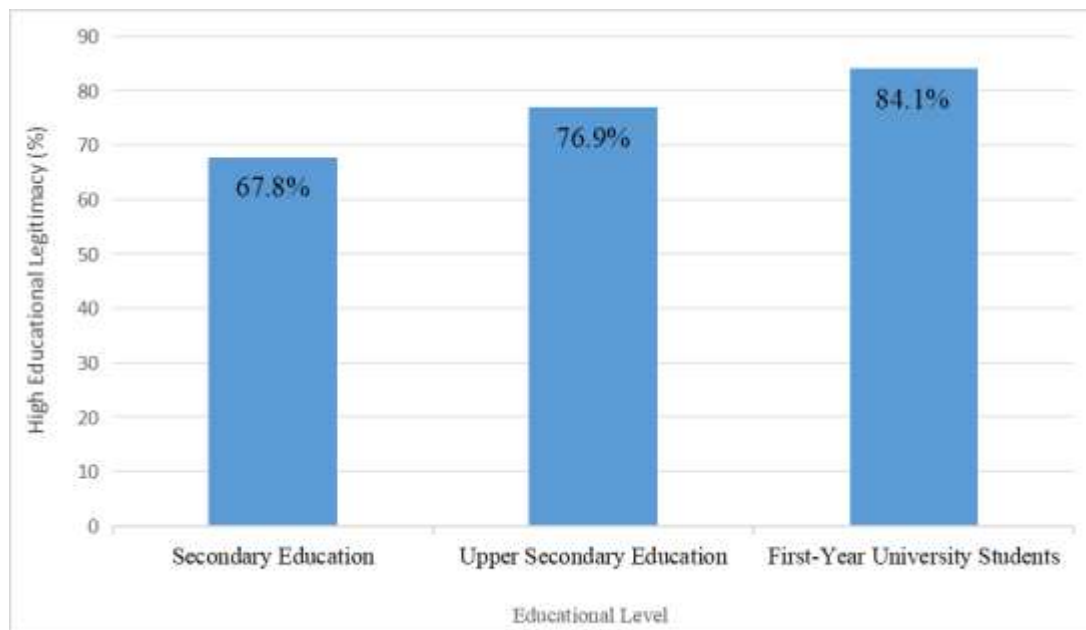
Table 7. High Educational Legitimacy by Educational Level

Educational Level	High Educational Legitimacy (%)
Secondary Education	67.8
Upper Secondary Education	76.9
First-Year University Students	84.1

Note. Percentages indicate respondents reporting high levels of educational legitimacy attributed to AI-assisted educational practices.

Source: Author's calculations based on questionnaire survey data (N = 450).

The results reveal a progressive increase in perceptions of educational legitimacy across educational levels. University students demonstrated the highest levels of acceptance regarding the legitimacy of AI-assisted educational practices, whereas secondary school students expressed comparatively lower levels of confidence. These findings suggest that educational experience and greater exposure to digital learning environments may contribute to stronger recognition of AI-generated knowledge as a legitimate educational resource.


Figure 7. Educational Legitimacy by Educational Level

Note. Percentages indicate respondents reporting high educational legitimacy.

Source: Author's calculations based on questionnaire survey data (N = 450).

Figure 7 illustrates increasing acceptance of AI-assisted educational legitimacy across educational levels. Students with more advanced educational experience appear more likely to recognize artificial intelligence as a legitimate participant in educational knowledge production. These findings suggest that educational legitimacy becomes progressively more compatible with technological mediation as learners gain experience navigating complex digital learning environments.

4.8. Summary of Confirmed Relationships and Hypotheses

To provide a synthetic overview of the quantitative findings, the final figure summarizes the principal relationships identified through correlation and regression analyses and indicates the empirical status of the research hypotheses.

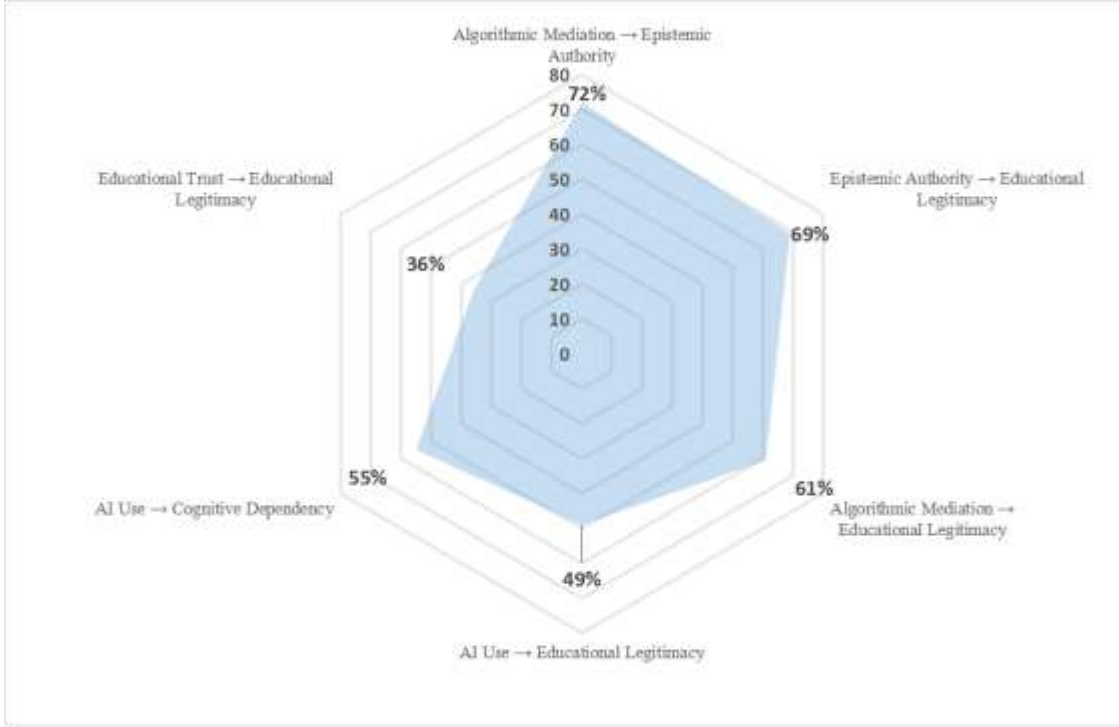


Figure 8. Confirmed Relationships Within the Educational Legitimacy Model

Note. Summary of the strongest relationships included in the educational legitimacy **model**.

Source: Author's calculations based on quantitative analyses.

Figure 8 synthesizes the principal findings of the quantitative analysis and demonstrates the central role of algorithmic mediation and epistemic authority in shaping educational legitimacy. The strongest relationship identified in the study linked perceptions of algorithmic mediation to epistemic authority attributed to artificial intelligence. Similarly, epistemic authority emerged as the strongest predictor of educational legitimacy, indicating that students increasingly recognize AI-generated knowledge as legitimate when artificial intelligence is perceived as a credible educational actor.

Educational trust remained an important positive contributor to legitimacy perceptions, suggesting that institutional credibility continues to influence evaluations of technological innovation. At the same time, the positive relationship between AI use and cognitive dependency highlights the potential risks associated with excessive reliance on algorithmic assistance.

Collectively, the quantitative findings support the central argument of this study: artificial intelligence increasingly participates in the reconstruction of educational legitimacy by influencing how knowledge is produced, validated, and recognized within contemporary educational environments.

5. Qualitative Findings

5.1. Artificial Intelligence as a Legitimate Source of Knowledge

The qualitative interviews revealed significant changes in students' perceptions regarding the legitimacy of educational knowledge in digitally mediated learning environments. Most participants described artificial intelligence as an increasingly important educational resource used for explanations, information retrieval, assignment preparation, and clarification of complex concepts. These findings are consistent with recent studies indicating that AI technologies are becoming integrated into students' everyday learning practices and are increasingly perceived as credible sources of educational support (Holmes et al., 2019; UNESCO, 2023).

Several respondents emphasized that artificial intelligence serves as a complementary source of information alongside teachers, textbooks, and digital educational resources. Students particularly appreciated the speed, accessibility, and adaptability of AI-generated explanations, which often appeared easier to understand than traditional educational materials. As one participant explained:

“When I do not understand a lesson, I usually ask AI first because it explains things in a simpler way than many textbooks.” (Student 7)

Another student highlighted the practical benefits associated with algorithmic educational assistance:

“Artificial intelligence helps me find information quickly and organize my ideas before starting an assignment.” (Student 12)

These perceptions suggest that students increasingly recognize artificial intelligence as a legitimate participant in educational processes. The growing acceptance of AI-generated explanations reflects broader transformations affecting the social organization of knowledge and the mechanisms through which educational legitimacy is constructed within digital societies (Floridi, 2023). Rather than relying exclusively on institutional sources of authority, learners increasingly interact with technologically mediated systems that influence how knowledge is accessed, interpreted, and evaluated.

At the same time, interview data revealed important distinctions between usefulness and unconditional trust. Although most respondents regularly relied on AI-generated information, many demonstrated awareness of the limitations associated with algorithmic systems. Several students reported routinely comparing AI-generated content with textbooks, teachers' explanations, or academic sources before accepting information as reliable knowledge.

One participant stated:

“I use AI almost every day, but I still verify important information because sometimes the answers are not completely correct.” (Student 4)

This observation suggests that educational legitimacy attributed to artificial intelligence remains conditional and subject to verification. Students generally perceive AI as a valuable educational resource while simultaneously recognizing the importance of independent evaluation and external validation. Such attitudes correspond with contemporary discussions concerning algorithmic reliability, information accuracy, and the need for critical digital literacy within AI-assisted educational environments (European Commission, 2024; OECD, 2024).

Teachers expressed similarly nuanced perspectives. Most acknowledged the pedagogical benefits of artificial intelligence, particularly regarding personalized learning, accessibility, and student engagement. However, educators consistently emphasized that educational legitimacy ultimately depends upon critical interpretation, contextual understanding, and professional judgment.

As one teacher explained:

“Artificial intelligence can provide information, but legitimacy comes from critical evaluation and educational context, which still depend on teachers.” (Teacher 3)

This perspective reflects broader sociological concerns regarding the redistribution of epistemic authority in contemporary education. Although artificial intelligence increasingly participates in knowledge production and dissemination, human actors continue to occupy a central role in validating information, interpreting meaning, and ensuring educational quality (Williamson, 2017; Floridi, 2023).

Overall, the interviews indicate the emergence of a hybrid model of educational legitimacy. Students increasingly incorporate artificial intelligence into their learning strategies and acknowledge its educational value, while teachers remain essential actors responsible for verification, contextualization, and pedagogical guidance. Educational legitimacy therefore appears to be reconstructed through interactions between technological efficiency and human expertise rather than through the replacement of traditional educational authority. These findings complement the quantitative results presented earlier and support the argument that artificial intelligence increasingly functions as a legitimate, though not autonomous, participant in contemporary educational systems.

5.2. Negotiating Trust Between Teachers and Algorithms

The increasing integration of artificial intelligence into educational environments has transformed traditional patterns of trust and authority within the learning process. Historically, teachers represented the primary source of legitimate knowledge, combining subject expertise, pedagogical competence, and institutional recognition. However, the growing accessibility of generative AI systems provides students with alternative sources of information and educational guidance, creating new dynamics in the construction of trust and credibility within contemporary education (Gillespie, 2014; Bucher, 2018).

Interview findings indicate that students generally do not perceive artificial intelligence and teachers as competing sources of knowledge. Instead, respondents described a complementary relationship in which AI serves as an immediate source of explanations and information, while teachers remain responsible for interpretation, contextualization, and validation. Many students reported consulting AI systems before asking teachers for assistance, particularly when they required rapid clarification of concepts or assistance with homework tasks.

One participant explained:

“Sometimes I ask AI first because it gives an immediate answer, but if the topic is important, I still want to know what my teacher thinks about it.” (Student 9)

Similarly, another respondent emphasized the distinct educational roles fulfilled by human and technological actors:

“AI helps me understand things faster, but teachers explain why something matters and how it connects to what we learn in class.” (Student 15)

These observations suggest that trust within contemporary educational environments is becoming distributed across multiple sources of authority. Students appreciate the efficiency and accessibility of AI-generated information while continuing to rely on teachers for deeper understanding and educational validation. Such findings reflect broader transformations associated with algorithmic mediation, where technological systems increasingly participate in processes of knowledge acquisition without fully replacing traditional educational actors (Bucher, 2018).

Teachers participating in the study expressed more cautious attitudes regarding the growing influence of artificial intelligence. While recognizing the pedagogical opportunities created by AI-assisted learning, educators repeatedly emphasized the importance of critical evaluation and independent judgment when interacting with

algorithmically generated content. Several interviewees expressed concern that students may overestimate the accuracy of AI-generated responses due to their speed, coherence, and apparent confidence.

As one teacher observed:

“Students often trust information because it is delivered quickly and confidently. The challenge is helping them understand that accuracy and credibility require evaluation, not just convenience.”
(Teacher 5)

Another important theme emerging from the interviews concerned the non-judgmental nature of artificial intelligence. Several students reported feeling more comfortable asking repeated questions to AI systems than to teachers or peers. The absence of social pressure, embarrassment, or fear of criticism appeared to encourage greater engagement with algorithmic educational support.

One respondent stated:

“I am not afraid of asking AI the same question many times. With people, sometimes you feel embarrassed.” (Student 3)

From a sociological perspective, such responses illustrate how emotional and interpersonal factors influence educational trust. While teachers continue to possess institutional legitimacy and professional authority, artificial intelligence offers a form of interaction perceived as immediate, accessible, and emotionally neutral. Consequently, trust in educational contexts increasingly reflects a combination of technological efficiency and human expertise rather than exclusive reliance on traditional institutional actors (Weber, 1978).

Despite the growing credibility attributed to artificial intelligence, students consistently identified teachers as the ultimate source of educational validation. AI was primarily viewed as a tool for informational assistance, whereas teachers remained responsible for evaluating accuracy, providing context, and guiding critical reflection. These findings suggest that educational authority is not being transferred entirely from human actors to algorithms. Instead, contemporary educational systems appear characterized by hybrid configurations in which trust is negotiated between institutional expertise and algorithmic support.

Overall, the interviews indicate that artificial intelligence increasingly participates in educational interactions as a trusted source of information. Nevertheless, teachers continue to occupy a central position within structures of educational legitimacy. Trust is therefore not displaced but redistributed, reflecting the emergence of new forms of epistemic authority shaped by both technological innovation and human pedagogical responsibility (Gillespie, 2014; Weber, 1978).

5.3. Educational Legitimacy Beyond Institutional Boundaries

The qualitative findings indicate that educational legitimacy is increasingly constructed beyond the traditional boundaries of formal educational institutions. While schools, teachers, and textbooks continue to play important roles in knowledge validation, students reported relying on a much broader informational ecosystem that includes digital platforms, search engines, online communities, and artificial intelligence systems. These developments reflect the growing decentralization of knowledge production and the diversification of sources through which educational credibility is established (Williamson, 2017; Selwyn, 2022).

Many respondents described learning practices that extend far beyond the classroom. Rather than depending exclusively on information provided by teachers, students frequently combine institutional resources with digital materials obtained from various online sources. Educational videos, specialized websites, discussion forums, and AI-generated explanations were commonly mentioned as valuable complements to formal instruction.

One student explained:

“When I need information, I usually check several sources. I use school materials, but I also search online and compare different explanations before deciding which one is most useful.” (Student 14)

Another participant emphasized the importance of accessibility and diversity of information:

“Sometimes I learn more from online resources than from the textbook because I can find different perspectives and examples.” (Student 6)

These responses suggest that educational legitimacy is no longer determined exclusively by institutional authority. Instead, students increasingly evaluate information according to criteria such as relevance, accessibility, clarity, and perceived usefulness. The ability to access multiple informational sources allows learners to compare perspectives and construct individualized pathways of knowledge acquisition. Similar tendencies have been identified in recent studies examining the impact of digitalization on educational practices and knowledge governance (Selwyn, 2022).

Artificial intelligence emerged as a particularly influential component of this expanded informational environment. Several respondents described AI systems as educational intermediaries capable of organizing information, summarizing complex content, and providing personalized explanations. In many cases, students viewed artificial intelligence not simply as a technological tool but as an active participant in their learning processes.

One interviewee stated:

“AI helps me connect information from different sources. It is like having an assistant that organizes everything and explains it in a way I can understand.” (Student 18)

Such observations illustrate how technological mediation increasingly influences educational legitimacy. Knowledge is not only transmitted through institutions but also filtered, organized, and interpreted by digital systems that shape students’ informational experiences. Williamson (2017) argues that contemporary educational environments are increasingly governed by digital infrastructures that participate in the production and circulation of educational knowledge. The interview findings support this perspective by demonstrating how learners incorporate algorithmically mediated information into their educational decision-making processes.

At the same time, several participants expressed awareness of the challenges associated with decentralized knowledge environments. The abundance of available information sometimes generated uncertainty regarding credibility and reliability. Students acknowledged that not all online sources possess the same educational value and emphasized the importance of verification when encountering conflicting information.

As one respondent explained:

“There is so much information online that sometimes it is difficult to know which source is actually trustworthy.” (Student 10)

This concern reflects broader sociological debates regarding information overload and digital knowledge governance. According to Zuboff (2019), contemporary digital environments are increasingly shaped by algorithmic systems that influence visibility, attention, and informational choices. Consequently, students must navigate complex informational landscapes in which legitimacy is negotiated across multiple actors and platforms rather than guaranteed by institutional authority alone.

Teachers also recognized these transformations. Several educators observed that students increasingly arrive in classrooms having already consulted online resources and AI systems before formal instruction occurs. As a result, teaching practices increasingly involve helping learners evaluate, interpret, and contextualize information rather than simply transmitting knowledge.

One teacher noted:

“Students have access to enormous amounts of information. Our role is increasingly to help them evaluate what is accurate, relevant, and meaningful.” (Teacher 6)

Overall, the interviews suggest that educational legitimacy is becoming progressively detached from exclusively institutional sources and increasingly distributed across interconnected digital networks. While schools and teachers remain important actors within educational systems, students now construct knowledge within broader informational ecosystems characterized by technological mediation, platform-based learning, and multiple competing sources of authority. Educational legitimacy therefore emerges through continuous negotiation among institutional expertise, digital resources, and algorithmically generated knowledge, reflecting the changing nature of learning in contemporary digital societies (Williamson, 2017; Selwyn, 2022; Zuboff, 2019).

5.4. Cognitive Convenience and Epistemic Dependency

One of the most frequently discussed themes emerging from the interviews concerned the balance between the benefits of artificial intelligence and the potential risks associated with excessive reliance on algorithmic assistance. While participants overwhelmingly acknowledged the convenience and efficiency provided by AI systems, many also recognized that continuous dependence on automated support may influence independent learning habits and critical thinking processes. These findings correspond to contemporary concerns regarding cognitive outsourcing and the growing dependence on digital technologies within educational environments (Carr, 2020; Aagaard, 2024).

Most students described artificial intelligence as a tool that significantly simplifies educational tasks. Respondents frequently referred to the speed with which AI generates explanations, summarizes information, and assists in solving academic problems. For many participants, this efficiency represented one of the primary advantages of AI-assisted learning.

As one student explained:

“It saves a lot of time because I can get an explanation immediately instead of searching through multiple websites.” (Student 8)

Another respondent emphasized the practical convenience of AI-supported learning:

“When I am studying for a test, AI helps me organize information and identify the most important ideas much faster.” (Student 16)

These comments illustrate how artificial intelligence contributes to reducing the effort required to access and process information. While such support may improve learning efficiency, several participants acknowledged that constant reliance on algorithmic assistance can sometimes discourage deeper engagement with educational content. Some students admitted that they occasionally accepted AI-generated answers without further verification, particularly when facing time constraints or academic pressure.

One interviewee stated:

“Sometimes I use the answer directly because it seems correct and I do not always have time to check everything.” (Student 5)

This tendency reflects what Carr (2020) describes as the growing externalization of cognitive processes through digital technologies. As information becomes instantly accessible, learners may increasingly delegate activities such as searching, organizing, and evaluating knowledge to technological systems. Although this process enhances convenience, it may simultaneously reduce opportunities for independent analysis and sustained intellectual effort.

Teachers expressed similar concerns regarding the potential consequences of excessive technological dependence. Several educators observed that some students demonstrate reduced willingness to engage in complex reasoning when algorithmic solutions are readily available. Rather than exploring alternative perspectives or developing their own arguments, learners may become inclined to accept technologically generated responses as sufficient.

One teacher explained:

“The danger is not using AI itself. The problem appears when students stop questioning the answers and rely entirely on the technology.” (Teacher 4)

At the same time, interview findings suggest that cognitive dependency is neither inevitable nor universal. Many students reported using artificial intelligence strategically rather than passively. These respondents viewed AI as a support mechanism that facilitates learning while maintaining personal responsibility for understanding and evaluating information.

As one participant noted:

“AI helps me start the learning process, but I still need to understand the topic myself if I want to remember it.” (Student 13)

Such responses indicate that students remain capable of integrating technological support without abandoning independent cognitive engagement. The extent of epistemic dependency therefore appears influenced by individual learning habits, digital competence, and critical evaluation skills. These findings are consistent with recent research emphasizing that technological effects depend largely on how learners interact with digital tools rather than on the technologies themselves (Aagaard, 2024).

From a broader sociological perspective, the interviews reveal a tension between efficiency and autonomy within contemporary educational environments. Artificial intelligence offers unprecedented opportunities for rapid access to information and personalized learning support. However, these advantages must be balanced against the need to preserve critical reflection, intellectual independence, and active participation in knowledge construction. As Rosa (2019) argues, technologically accelerated societies often prioritize speed and efficiency, potentially limiting opportunities for deeper forms of engagement and reflection.

Overall, the findings suggest that cognitive convenience represents both an opportunity and a challenge for contemporary education. While artificial intelligence enhances accessibility and learning efficiency, excessive reliance on algorithmic support may contribute to forms of epistemic dependency that weaken independent evaluation and critical thinking. Educational institutions therefore face the challenge of encouraging responsible AI use while fostering the cognitive autonomy necessary for meaningful and sustainable learning (Carr, 2020; Rosa, 2019; Aagaard, 2024).

5.5. Human Values in an Algorithmically Mediated Educational Future

The final theme emerging from the qualitative analysis concerns the role of human values within increasingly digitalized educational environments. While participants generally recognized the educational benefits of artificial intelligence, both students and teachers emphasized that technology should support rather than replace the human dimensions of learning. Interview responses consistently highlighted the importance of interpersonal relationships, ethical responsibility, empathy, and critical judgment as essential components of meaningful educational experiences. These findings are consistent with contemporary policy frameworks advocating human-centered approaches to artificial intelligence in education (UNESCO, 2023; European Commission, 2024).

Many students acknowledged that artificial intelligence provides efficient access to information and academic support; however, they simultaneously emphasized the importance of direct interaction with teachers.

Respondents frequently described learning as a social process involving encouragement, dialogue, motivation, and emotional understanding that cannot be fully replicated through technological systems.

One participant explained:

“AI can answer questions, but it cannot understand how I feel when I struggle with something or encourage me the way a teacher can.” (Student 2)

Another student expressed a similar view:

“Technology helps me learn faster, but learning is not only about information. Teachers help us gain confidence and think differently.” (Student 17)

These perspectives suggest that students continue to associate educational value with interpersonal relationships and human guidance. Although artificial intelligence increasingly participates in knowledge transmission, learners do not perceive education as a purely informational activity. Instead, educational experiences remain closely connected to communication, social interaction, and personal development.

Teachers also emphasized the ethical dimensions of AI integration within educational systems. Several respondents expressed concern regarding issues such as academic integrity, responsible technology use, and the potential erosion of independent thinking. Educators stressed the importance of helping students develop ethical awareness alongside technological competence.

As one teacher noted:

“The goal is not only to teach students how to use artificial intelligence but also how to use it responsibly and critically.” (Teacher 1)

Another interviewee highlighted the broader educational mission of schools:

“Technology can support learning, but schools must continue teaching values, responsibility, and respect for knowledge.” (Teacher 7)

These observations reflect growing international concerns regarding the ethical governance of artificial intelligence. UNESCO (2023) emphasizes that educational technologies should promote human well-being, inclusiveness, and intellectual autonomy rather than merely improving efficiency. Similarly, the European Commission (2024) advocates educational policies that ensure transparency, accountability, and responsible AI use while safeguarding fundamental human values.

A recurring theme throughout the interviews involved the preservation of cognitive autonomy. Both students and teachers acknowledged that artificial intelligence can significantly facilitate learning activities; however, participants repeatedly emphasized the importance of maintaining the ability to think independently, evaluate information critically, and make informed judgments. Several respondents expressed concern that excessive dependence on algorithmic systems may reduce opportunities for reflection and intellectual self-development.

One student explained:

“AI should help us think, not think instead of us.” (Student 11)

This statement captures a central tension identified throughout the research. While artificial intelligence offers unprecedented educational opportunities, participants consistently argued that technological assistance should remain subordinate to human reasoning and intellectual responsibility. Similar concerns have been discussed by Floridi (2023), who argues that the development of trustworthy AI requires preserving human agency and ethical accountability within increasingly automated environments.

Overall, the interviews suggest that students and teachers largely support the integration of artificial intelligence into education, provided that technological innovation remains aligned with fundamental educational values. Participants did not perceive artificial intelligence as a substitute for human educators but rather as a complementary resource capable of enhancing learning when used responsibly. The findings therefore reinforce the importance of human-centered educational frameworks that balance technological advancement with ethical responsibility, critical reflection, interpersonal relationships, and cognitive autonomy.

In conclusion, the qualitative evidence indicates that the future legitimacy of artificial intelligence in education will depend not only on technological performance but also on its compatibility with the human values that continue to define meaningful educational experiences. Consequently, successful integration of AI within European educational systems requires preserving the social, ethical, and relational dimensions of education while embracing the opportunities offered by technological innovation (UNESCO, 2023; Floridi, 2023; European Commission, 2024).

Discussion

The findings of this study demonstrate that artificial intelligence is increasingly influencing the social construction of educational legitimacy within contemporary European educational environments. Both quantitative and qualitative evidence indicate that students no longer rely exclusively on traditional institutional sources of authority when accessing, evaluating, and validating knowledge. Instead, educational legitimacy is progressively negotiated through interactions involving teachers, digital platforms, and algorithmic systems, reflecting broader transformations associated with the digitalization of education and the expansion of AI-mediated learning practices (Williamson, 2017; Selwyn, 2022).

The quantitative results revealed significant positive relationships between algorithmic mediation, epistemic authority, educational trust, and educational legitimacy. In particular, the strong correlation identified between algorithmic mediation and epistemic authority suggests that increased interaction with artificial intelligence contributes to the perception of AI as a credible educational actor. Similarly, the regression analysis demonstrated that epistemic authority attributed to AI represents the strongest predictor of educational legitimacy, indicating that students are more likely to consider AI-generated knowledge legitimate when they perceive artificial intelligence as knowledgeable, reliable, and competent.

The qualitative findings further clarify the mechanisms underlying these statistical relationships. Students frequently described artificial intelligence as accessible, efficient, and capable of providing personalized explanations adapted to individual learning needs. Such perceptions contribute to the growing legitimacy of algorithmically generated knowledge and support previous research suggesting that AI increasingly functions as a participant in educational processes rather than merely a technological instrument (Holmes et al., 2019; Floridi, 2023).

At the same time, the findings challenge simplistic assumptions regarding the replacement of teachers by artificial intelligence. Both students and teachers consistently emphasized the continued importance of human judgment, contextual understanding, and pedagogical guidance. Educational legitimacy was rarely attributed to AI independently of human evaluation. Instead, participants described hybrid forms of authority in which algorithmic support complements rather than substitutes traditional educational expertise. These observations align with Weber's (1978) conception of legitimacy as a socially constructed phenomenon grounded in trust, recognition, and accepted authority.

Another important contribution of the study concerns the growing decentralization of educational legitimacy. Participants reported obtaining information from multiple digital sources, including online platforms, educational websites, and AI systems. Consequently, educational authority increasingly extends beyond institutional boundaries and becomes distributed across broader informational networks. This finding supports contemporary

analyses describing education as an increasingly platformized and technologically mediated social domain (Williamson, 2017; Zuboff, 2019).

The study also highlights potential challenges associated with extensive AI integration. Although respondents recognized the educational benefits of artificial intelligence, concerns regarding cognitive dependency, reduced critical engagement, and excessive reliance on automated assistance emerged throughout both quantitative and qualitative analyses. Students acknowledged the temptation to accept AI-generated answers without verification, while teachers expressed concerns regarding the erosion of independent reasoning and intellectual autonomy. These observations are consistent with previous research emphasizing the importance of maintaining critical thinking skills in technologically accelerated societies (Carr, 2020; Rosa, 2019).

Finally, the findings underscore the continuing importance of human values within educational systems increasingly shaped by artificial intelligence. Participants repeatedly emphasized the significance of interpersonal relationships, ethical responsibility, empathy, and educational guidance. These findings align with recent international recommendations advocating human-centered approaches to AI implementation in education and the development of future-oriented competencies that combine technological proficiency with critical thinking, creativity, and ethical judgment (UNESCO, 2023; OECD, 2024; World Economic Forum, 2025).

Technological innovation appears most beneficial when integrated into pedagogical frameworks that preserve human agency, critical reflection, and social interaction.

Overall, the study suggests that artificial intelligence is contributing to the reconstruction of educational legitimacy rather than merely altering educational practices. Educational authority increasingly emerges through dynamic interactions among institutional expertise, technological mediation, and learner agency.

Consequently, understanding the future of education requires examining not only technological capabilities but also the evolving social processes through which trust, knowledge, and legitimacy are constructed in digitally mediated societies.

Conclusions

The rapid expansion of artificial intelligence within educational systems is generating profound transformations in the ways knowledge is accessed, interpreted, and validated. This study examined the reconstruction of educational legitimacy in the context of AI-mediated learning environments, focusing on the relationships among algorithmic mediation, epistemic authority, educational trust, and cognitive dependency within European schools. By combining quantitative and qualitative approaches, the research provides a sociological perspective on how technological innovation influences contemporary educational authority and legitimacy structures.

The findings indicate that artificial intelligence increasingly functions as a legitimate educational actor within students' learning experiences. Quantitative analyses revealed significant positive associations between algorithmic mediation, epistemic authority, and educational legitimacy, demonstrating that students who interact more frequently with AI systems are more likely to perceive them as credible sources of educational knowledge. Moreover, the regression analysis identified epistemic authority as the strongest predictor of educational legitimacy, highlighting the central role of perceived expertise and reliability in shaping attitudes toward AI-generated information.

The qualitative findings complement these results by illustrating how students integrate artificial intelligence into their everyday learning practices. Participants frequently described AI systems as accessible, efficient, and capable of providing personalized educational support. At the same time, respondents emphasized that legitimacy remains dependent upon verification, contextual understanding, and critical evaluation. Teachers continued to be perceived as essential actors responsible for interpreting information, providing pedagogical guidance, and ensuring educational quality. These observations suggest that educational legitimacy is increasingly negotiated through hybrid configurations that combine algorithmic assistance with human expertise.

The study further demonstrates that educational legitimacy is no longer confined to traditional institutional boundaries. Students increasingly construct knowledge through interactions with diverse digital resources, including online platforms, search engines, and artificial intelligence systems. Consequently, educational authority becomes distributed across broader informational ecosystems characterized by technological mediation and multiple competing sources of credibility. This transformation reflects wider societal changes associated with digitalization and the platformization of knowledge production (Williamson, 2017; Selwyn, 2022).

At the same time, the findings identify several challenges accompanying the growing integration of artificial intelligence into education. Participants acknowledged the risk of excessive reliance on algorithmic assistance, particularly regarding independent reasoning and critical evaluation. The convenience offered by AI systems may encourage forms of cognitive outsourcing that reduce opportunities for deeper intellectual engagement. These concerns highlight the importance of developing educational strategies that promote responsible AI use while preserving cognitive autonomy and critical thinking skills (Carr, 2020; Rosa, 2019).

Another important conclusion concerns the continuing relevance of human values within technologically mediated educational environments. Both students and teachers emphasized the significance of interpersonal relationships, ethical responsibility, empathy, and educational guidance. Although artificial intelligence can enhance learning efficiency and accessibility, it cannot fully replace the social and relational dimensions that characterize meaningful educational experiences. The future legitimacy of artificial intelligence within education therefore depends not only on technological performance but also on its compatibility with human-centered educational principles (UNESCO, 2023; Floridi, 2023).

From a theoretical perspective, the study contributes to contemporary debates concerning the sociology of education, digital transformation, and epistemic authority. The findings support the argument that artificial intelligence should not be understood merely as a neutral technological tool. Instead, AI increasingly participates in processes through which educational legitimacy and cognitive authority are socially constructed. Consequently, educational sociology must increasingly account for the role of algorithmic actors in shaping contemporary knowledge environments.

The practical implications of the research are equally significant. Educational institutions should develop policies and pedagogical frameworks that encourage critical engagement with AI-generated content while fostering digital literacy, ethical awareness, and intellectual responsibility. Teachers require adequate professional development opportunities to integrate artificial intelligence effectively into instructional practices without undermining their pedagogical authority. Likewise, students must be equipped with the skills necessary to evaluate algorithmically generated information critically and responsibly.

Several limitations should be acknowledged. The study was conducted within a specific educational and cultural context and relied primarily on self-reported perceptions of students and teachers. Future research could employ longitudinal designs, comparative international samples, and observational methodologies to examine how educational legitimacy evolves over time as artificial intelligence becomes increasingly embedded within educational systems. Additional studies may also explore differences across educational levels, disciplinary fields, and national contexts.

Several limitations should be acknowledged. The study relied on convenience sampling and self-reported data collected from students in a specific Romanian educational context, which may limit the generalizability of the findings. Furthermore, the cross-sectional design does not allow causal interpretations regarding the long-term effects of artificial intelligence on educational legitimacy. Future research should employ longitudinal and comparative approaches across different educational systems and cultural contexts.

In conclusion, artificial intelligence is contributing to the reconfiguration of educational legitimacy within contemporary European education. Rather than replacing traditional educational authority, AI appears to

participate in the emergence of hybrid systems of legitimacy that combine technological efficiency with human expertise and pedagogical responsibility. The challenge for future educational systems is therefore not whether artificial intelligence should be integrated into education, but how such integration can preserve trust, critical reflection, intellectual autonomy, and the human values that remain fundamental to meaningful learning in the digital age.

Acknowledgements

The author would like to thank all students and teachers who voluntarily participated in this research and contributed valuable insights regarding the role of artificial intelligence in contemporary educational environments.

Conflict of Interest

The author declares no conflict of interest regarding the publication of this article.

Ethical Considerations

Participation in the study was voluntary and based on informed consent. Respondents were assured of anonymity and confidentiality, and all collected data were used exclusively for scientific research purposes. The study complied with ethical principles concerning educational and social research involving human participants.

Data Availability Statement

The datasets generated and analyzed during the current study are available from the author upon reasonable request.

References

- Aagaard, J. (2024). Digital distraction and educational attention in the age of AI. Routledge. <https://www.routledge.com>
- Beer, D. (2017). The social power of algorithms. *Information, Communication & Society*, 20(1), 1–13. <https://doi.org/10.1080/1369118X.2016.1216147>
- Biesta, G. (2020). Risking ourselves in education: Qualification, socialization, and subjectification revisited. *Educational Theory*, 70(1), 89–104. <https://doi.org/10.1111/edth.12411>
- Bourdieu, P. (1990). The logic of practice. Stanford University Press. <https://www.sup.org/books/title/?id=3306>
- Bucher, T. (2018). If... then: Algorithmic power and politics. Oxford University Press. <https://global.oup.com/academic/product/iftthen-9780190493028>
- Carr, N. (2020). The shallows: What the Internet is doing to our brains (Updated ed.). W. W. Norton & Company. <https://wwnorton.com/books/the-shallows>
- Castells, M. (2010). The rise of the network society (2nd ed.). Wiley-Blackwell. <https://www.wiley.com/en-us/The+Rise+of+the+Network+Society-p-9781405196864>
- Couldry, N., & Hepp, A. (2018). The mediated construction of reality. Polity Press. https://www.politybooks.com/bookdetail?book_slug=the-mediated-construction-of-reality--9780745681269
- Durkheim, E. (1956). Education and sociology. Free Press. (Original work published 1922). <https://archive.org/details/educationsociolo00durk>
- European Commission. (2024). Ethical guidelines on the use of artificial intelligence and data in teaching and learning. European Commission. <https://education.ec.europa.eu>

- Floridi, L. (2023). The ethics of artificial intelligence: Principles, challenges, and opportunities. Oxford University Press. <https://global.oup.com>
- Foucault, M. (1980). Power/knowledge: Selected interviews and other writings 1972–1977. Pantheon Books. <https://books.google.com>
- Gillespie, T. (2014). The relevance of algorithms. In T. Gillespie, P. Boczkowski, & K. Foot (Eds.), Media technologies: Essays on communication, materiality, and society (pp. 167–194). MIT Press. <https://mitpress.mit.edu>
- Habermas, J. (1984). The theory of communicative action: Volume 1. Reason and the rationalization of society. Beacon Press. <https://www.wiley.com>
- Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning. Center for Curriculum Redesign. <https://curriculumredesign.org/our-work/artificial-intelligence-in-education>
- Latour, B. (2005). Reassembling the social: An introduction to actor-network-theory. Oxford University Press. <https://global.oup.com/academic/product/reassembling-the-social-9780199256051>
- Mollick, E. (2024). Co-intelligence: Living and working with AI. Portfolio/Penguin Random House. <https://www.penguinrandomhouse.com/books/720794/co-intelligence-by-ethan-mollick>
- OECD. (2024). Artificial Intelligence and the Future of Skills, Volume 1: Capabilities and Assessment. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/88684edc-en>
- Rosa, H. (2019). Social acceleration: A new theory of modernity. Columbia University Press. <https://cup.columbia.edu/book/social-acceleration/9780231148344>
- Selwyn, N. (2022). Education and technology: Key issues and debates (3rd ed.). Bloomsbury Academic. <https://www.bloomsbury.com>
- UNESCO. (2023). Guidance for generative AI in education and research. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000386693>
- Weber, M. (1978). Economy and society: An outline of interpretive sociology. University of California Press. <https://www.ucpress.edu/book/9780520035003/economy-and-society>
- Williamson, B. (2017). Big data in education: The digital future of learning, policy and practice. Sage Publications. <https://us.sagepub.com/en-us/nam/big-data-in-education/book249736>
- World Economic Forum. (2025). The Future of Jobs Report 2025. World Economic Forum. <https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs-report-2025/>
- Zuboff, S. (2019). The age of surveillance capitalism: The fight for a human future at the new frontier of power. PublicAffairs. <https://www.publicaffairsbooks.com/titles/shoshana-zuboff/the-age-of-surveillance-capitalism/9781610395694>

MIGRATION, IDENTITY, AND SOCIAL COHESION: SOCIOLOGICAL INTERPRETATIONS OF DEMOGRAPHIC TRANSFORMATION IN THE EUROPEAN UNION

PhD Petronela Daniela FERARU

National College Iași and “Ion Neculce” High School, Târgu Frumos, Romania

Email: daniela_feraru_p@yahoo.com

Abstract

Contemporary European societies are experiencing profound demographic and social transformations shaped by migration flows, population aging, declining fertility rates, and increasing cultural diversification. Within this context, migration increasingly influences not only labor markets and demographic structures but also social cohesion, collective identity, and institutional stability across the European Union. This paper examines the sociological relationship between migration, demographic transformation, and social cohesion, focusing particularly on the tensions emerging between transnational mobility, cultural integration, and social solidarity within contemporary Europe.

The study explores how migration increasingly reshapes collective identities, social interaction patterns, and perceptions regarding national belonging in multicultural societies. Particular attention is given to the influence of political discourse, media representation, economic insecurity, and cultural narratives on public attitudes toward migration and social integration. The research additionally investigates how demographic decline and labor shortages contribute to the growing structural dependence of European economies on migration while simultaneously intensifying political polarization and identity-related anxieties.

From a sociological perspective, the paper analyzes the relationship between migration and the reconstruction of social cohesion in societies characterized by accelerated globalization and demographic imbalance. The study also addresses the risks associated with social fragmentation, exclusion, discrimination, and unequal integration opportunities among migrant populations within the European Union. Methodologically, the research combines comparative sociological analysis with recent European demographic studies, migration reports, and contemporary theories concerning identity, integration, and social solidarity.

The paper argues that migration should be understood not exclusively as a demographic or economic phenomenon but as a multidimensional social process influencing institutional stability, collective identity, and the future organization of European societies. Consequently, sustainable migration governance requires balanced policies capable of reconciling demographic realities, cultural diversity, social cohesion, and democratic inclusion within increasingly heterogeneous European environments.

Keywords

migration; social cohesion; demographic transformation; European Union; collective identity; multiculturalism; social integration; political sociology.

Introduction

Contemporary European societies are undergoing profound demographic and social transformations characterized by population aging, declining fertility rates, increasing labor shortages, and growing migratory mobility. These interconnected processes are reshaping the demographic structure of the European Union while simultaneously generating new challenges concerning social cohesion, collective identity, and the long-term sustainability of welfare systems. Migration has emerged as one of the most significant social phenomena influencing the future development of European societies, affecting not only population dynamics but also patterns of social interaction, political participation, and cultural integration (Castles, de Haas, & Miller, 2020; European Commission, 2024).

Over the last decades, the European Union has experienced increasing levels of both intra-European mobility and international migration. Economic globalization, geopolitical instability, armed conflicts, environmental pressures, and persistent inequalities between regions have contributed to the intensification of migratory movements across Europe (OECD, 2024). At the same time, demographic decline in many European countries has generated structural labor market demands that cannot be satisfied solely through domestic population growth. Consequently, migration increasingly occupies a central position within public debates concerning economic development, demographic sustainability, and social integration (Eurostat, 2024).

From a sociological perspective, migration represents considerably more than the physical movement of individuals across national borders. Migration is a multidimensional social process involving identity reconstruction, cultural adaptation, social inclusion, and the negotiation of belonging within diverse social environments (Bauman, 2017; Castells, 2010). The arrival of migrant populations often transforms local communities by introducing new cultural practices, languages, values, and social networks. While such diversity may enrich social life and contribute to economic innovation, it may also generate perceptions of uncertainty, competition, and social fragmentation among segments of the host population (Vertovec, 2019).

The relationship between migration and social cohesion has become a particularly important topic within contemporary sociological research. Social cohesion generally refers to the capacity of societies to maintain solidarity, mutual trust, social participation, and shared commitments among their members despite differences in socioeconomic status, ethnicity, religion, or cultural background (Chan, To, & Chan, 2006). In increasingly multicultural societies, social cohesion depends not only on institutional arrangements and economic opportunities but also on the ability of individuals and groups to develop inclusive forms of collective identity capable of accommodating diversity without undermining social solidarity (Putnam, 2007; Delanty, 2018).

Public attitudes toward migration frequently reflect broader concerns regarding cultural change, national identity, economic security, and political representation. Political actors and media narratives often influence how migration is perceived within public discourse, shaping both support for integration policies and opposition to demographic diversification (Wodak, 2015). Consequently, migration has become closely linked to debates concerning citizenship, belonging, social trust, and democratic inclusion throughout the European Union. Understanding these processes requires examining not only demographic indicators but also the social meanings and collective interpretations associated with migration and diversity (Favell, 2018).

Recent sociological studies suggest that successful integration depends upon the interaction between institutional effectiveness, public trust, intercultural contact, and inclusive identity formation (European Union Agency for Fundamental Rights, 2023; OECD, 2024). Societies characterized by higher levels of social trust and stronger civic participation often demonstrate greater capacity to accommodate demographic diversity while maintaining social cohesion. Conversely, contexts marked by social inequality, political polarization, and institutional distrust may experience increased tensions surrounding migration and integration processes (Delhey & Newton, 2005).

Within the European context, these developments raise important questions regarding the future organization of increasingly diverse societies. As migration continues to shape demographic structures and social relations,

policymakers face the challenge of balancing economic needs, cultural diversity, social solidarity, and democratic stability. Understanding how individuals perceive migration and its consequences therefore represents an essential step toward developing effective policies capable of promoting both inclusion and social cohesion in multicultural environments (European Commission, 2024; World Economic Forum, 2025).

Against this background, the present study investigates the sociological relationship between migration, collective identity, institutional trust, and social cohesion within the European Union. Specifically, the research examines how public attitudes toward migration influence perceptions of social cohesion and identity formation in contemporary European societies. By combining quantitative sociological analysis with contemporary theoretical perspectives on migration and integration, the study seeks to contribute to ongoing debates concerning demographic transformation, multiculturalism, and the future of social solidarity in Europe.

Theoretical Framework

2.1. Migration and Demographic Transformation in Europe

Migration has become one of the defining features of contemporary demographic change across the European Union. Population aging, declining fertility rates, and regional demographic imbalances increasingly influence the economic and social sustainability of European societies, creating growing demand for labor force replacement and demographic renewal. In this context, migration functions as both a demographic response and a structural component of social transformation, contributing to population growth, workforce diversification, and the reconfiguration of social relations within host societies (Castles, de Haas, & Miller, 2020).

Recent demographic projections indicate that many European countries face persistent population decline and increasing dependency ratios resulting from longer life expectancy and reduced birth rates. These trends generate significant challenges for labor markets, pension systems, healthcare services, and broader welfare-state arrangements (Eurostat, 2024). Consequently, migration increasingly occupies a strategic position within policy discussions concerning economic competitiveness and demographic sustainability. International migration contributes not only to labor market stabilization but also to the maintenance of social and economic structures that depend upon a sufficient active population (OECD, 2024).

From a sociological perspective, demographic transformation cannot be reduced to numerical population changes alone. Population movements alter patterns of social interaction, community organization, and cultural composition, influencing how individuals perceive belonging, identity, and social participation. Migration therefore represents a process through which societies continuously renegotiate boundaries between inclusion and exclusion, familiarity and difference, continuity and change (Bauman, 2017).

The increasing diversification of European populations has generated new forms of multicultural coexistence characterized by interactions among individuals originating from different cultural, linguistic, ethnic, and religious backgrounds. Such transformations contribute to the emergence of more heterogeneous social environments while simultaneously challenging traditional understandings of national identity and social membership. As Castells (2010) argues, globalization and transnational mobility have weakened the exclusive relationship between territory, culture, and identity, creating more complex forms of social belonging that extend beyond national borders.

At the same time, demographic change associated with migration may generate uncertainty among segments of the population concerned about cultural continuity, economic competition, or perceived threats to established social norms. These perceptions often become amplified through political discourse and media representation, influencing public attitudes toward migration and integration policies (Wodak, 2015). Consequently, migration constitutes not only a demographic phenomenon but also a socially constructed issue shaped by collective interpretations, institutional responses, and public narratives.

Contemporary sociological approaches increasingly emphasize the interdependence between demographic transformation and social integration. Successful adaptation to demographic diversity depends not only on the volume of migration flows but also on the capacity of institutions and communities to facilitate participation, equal opportunities, and social inclusion. In this regard, migration represents both a challenge and an opportunity for European societies seeking to reconcile demographic realities with principles of social cohesion and democratic inclusion (Favell, 2018).

Understanding migration as a component of broader demographic transformation therefore requires moving beyond exclusively economic or demographic explanations. Sociological analysis highlights the importance of examining how population change influences social structures, collective identities, and relationships between individuals and institutions. Migration emerges not merely as a response to demographic needs but as a central process through which contemporary European societies redefine their social composition and future trajectories.

2.2. Collective Identity and Cultural Diversity

Collective identity occupies a central position within sociological analyses of migration and social integration. It refers to the shared sense of belonging that connects individuals to broader social groups, communities, or political entities through common values, symbols, historical narratives, and social experiences. In contemporary European societies, increasing migration and cultural diversification have transformed the conditions under which collective identities are constructed, negotiated, and maintained. Rather than representing fixed or homogeneous categories, identities increasingly emerge through dynamic interactions among diverse social actors operating within multicultural environments (Delanty, 2018).

Traditional understandings of collective identity often emphasized common ancestry, language, religion, or national culture as the principal foundations of social belonging. However, processes associated with globalization, transnational mobility, and intercultural interaction have contributed to the emergence of more pluralistic forms of identification that coexist across local, national, and supranational levels (Castells, 2010). Individuals may simultaneously identify with their country of origin, local community, ethnic background, and broader European citizenship, creating multiple and overlapping forms of belonging.

Migration plays a particularly significant role in this process by introducing new cultural perspectives, social practices, and symbolic meanings into host societies. The presence of diverse populations encourages interaction between different cultural groups while simultaneously stimulating reflection on questions concerning identity, inclusion, and social membership. As a result, collective identity increasingly becomes a negotiated social construct shaped by everyday encounters, institutional practices, and public discourse rather than a static expression of cultural homogeneity (Vertovec, 2019).

At the societal level, cultural diversity may contribute positively to creativity, innovation, and intercultural understanding. Exposure to different perspectives and experiences can foster greater tolerance, openness, and social learning, particularly within democratic societies that promote pluralism and equal participation. Research suggests that intercultural contact under appropriate social conditions can reduce prejudice and strengthen mutual understanding between groups, thereby supporting social cohesion and inclusive forms of collective identity (Putnam, 2007).

Nevertheless, increasing diversity may also generate tensions when social integration mechanisms prove insufficient or when political narratives emphasize perceived cultural incompatibilities. Concerns regarding national identity, cultural preservation, and social change frequently emerge in contexts characterized by rapid demographic transformation. Such concerns are often influenced by media representations and political mobilization strategies that frame migration either as a source of enrichment or as a challenge to existing social arrangements (Wodak, 2015).

Contemporary sociological perspectives increasingly reject the notion that cultural diversity and social cohesion are inherently incompatible. Instead, scholars emphasize that inclusive identities can emerge when institutions promote equal opportunities, civic participation, and recognition of diversity within shared democratic frameworks (Delanty, 2018). Under these conditions, collective identity becomes less dependent on cultural uniformity and more closely associated with common values, social trust, and participation in public life.

The relationship between migration and collective identity therefore represents a crucial dimension of demographic transformation within the European Union. As societies become increasingly diverse, the capacity to construct inclusive forms of belonging becomes essential for maintaining social cohesion and democratic stability. Migration not only alters population structures but also contributes to the ongoing redefinition of social identities and the symbolic boundaries that shape contemporary European societies.

2.3. Social Cohesion and Integration

Social cohesion represents one of the most important concepts within contemporary sociological analyses of migration, diversity, and social stability. Generally defined as the capacity of a society to maintain solidarity, mutual trust, social participation, and cooperative relationships among its members, social cohesion constitutes a fundamental condition for democratic governance and sustainable social development (Chan, To, & Chan, 2006). In increasingly diverse societies, social cohesion depends not on cultural homogeneity but on the ability of institutions and communities to foster inclusion, equal opportunities, and a shared sense of belonging among individuals from different social and cultural backgrounds.

The growing demographic diversification of European societies has intensified academic and political interest in the relationship between migration and social cohesion. Migration introduces new cultural identities, languages, traditions, and social practices into host communities, creating opportunities for intercultural exchange while simultaneously generating challenges related to integration and social adaptation. Consequently, social cohesion is increasingly understood as a dynamic process involving the negotiation of social relationships and collective identities within heterogeneous environments rather than as a fixed condition based on uniformity (Delanty, 2018).

One of the central dimensions of social cohesion is social trust. Trust facilitates cooperation, reduces social uncertainty, and strengthens the willingness of individuals to participate in collective activities. Societies characterized by high levels of interpersonal and institutional trust generally demonstrate greater resilience in managing diversity and social change. Conversely, distrust may contribute to social fragmentation, exclusion, and the emergence of intergroup tensions (Delhey & Newton, 2005). Within the context of migration, trust plays a particularly important role in shaping attitudes toward newcomers and influencing support for integration policies.

The sociological literature offers contrasting perspectives regarding the effects of migration on social cohesion. Some scholars argue that increasing diversity may initially reduce social trust and weaken traditional forms of solidarity, particularly in communities experiencing rapid demographic change (Putnam, 2007). According to this perspective, cultural differences and perceived competition for resources may generate uncertainty and reduce social interaction between groups. However, other researchers emphasize that these effects are largely contingent upon institutional contexts, socioeconomic conditions, and the quality of integration policies rather than diversity itself (Vertovec, 2019).

Contemporary approaches increasingly support the latter interpretation. Evidence suggests that societies capable of promoting social inclusion, equal participation, and intercultural dialogue can maintain high levels of cohesion despite substantial demographic diversity. Successful integration processes facilitate the development of shared civic identities while preserving cultural pluralism, thereby reducing social tensions and strengthening social solidarity (European Union Agency for Fundamental Rights, 2023). Under such conditions, migration may

contribute positively to social cohesion by expanding social networks, increasing cultural openness, and encouraging civic engagement.

Integration constitutes a key mechanism through which social cohesion is either strengthened or weakened. Sociologically, integration refers to the process through which individuals and groups gain access to social, economic, cultural, and political participation within a host society. Effective integration extends beyond labor-market participation and includes educational opportunities, social recognition, civic involvement, and equal access to public institutions (Favell, 2018). When integration opportunities are limited, migrants may experience exclusion and marginalization, potentially contributing to social divisions and reduced trust between groups.

Political discourse and media representation further influence the relationship between migration and social cohesion. Public narratives emphasizing inclusion, diversity, and shared citizenship may facilitate positive attitudes toward migration and strengthen collective solidarity. Conversely, narratives portraying migration as a threat to security, economic stability, or cultural identity may reinforce stereotypes and increase social polarization (Wodak, 2015). Consequently, social cohesion is shaped not only by demographic realities but also by the symbolic frameworks through which migration is interpreted and discussed within public life.

From a sociological perspective, social cohesion should therefore be understood as a multidimensional process involving trust, participation, inclusion, and recognition. Migration does not automatically undermine or strengthen social cohesion; rather, its effects depend upon the broader social, institutional, and political contexts in which integration occurs. Understanding these relationships is essential for evaluating how demographic transformation influences the future stability and inclusiveness of European societies.

2.4. Migration Governance and Institutional Trust

The management of migration has become one of the most significant governance challenges facing contemporary European societies. As migration increasingly influences demographic structures, labor markets, and cultural diversity, public institutions are required to develop policies capable of balancing economic needs, social integration, human rights, and social cohesion. The effectiveness of these policies is closely connected to levels of institutional trust, which play a decisive role in shaping public acceptance of migration governance and broader attitudes toward demographic change (European Commission, 2024).

Institutional trust refers to citizens' confidence in the competence, fairness, transparency, and legitimacy of public institutions. Trust in governments, educational systems, legal authorities, and international organizations contributes to social stability by encouraging compliance with policies and facilitating collective responses to social challenges (Rothstein, 2011). Within the context of migration, institutional trust influences how individuals evaluate migration policies, perceive integration outcomes, and interpret demographic transformations occurring within their societies.

Sociological research consistently demonstrates that higher levels of institutional trust are associated with more positive attitudes toward diversity and stronger support for inclusive social policies. Citizens who perceive institutions as effective and impartial are generally more willing to accept migration as a manageable social process and less likely to perceive migrants as threats to social order or economic security (Delhey & Newton, 2005). Conversely, low levels of institutional trust may increase skepticism toward migration governance and contribute to the emergence of exclusionary attitudes and political polarization.

Migration governance extends beyond border control and immigration regulation. Contemporary approaches increasingly emphasize integration policies designed to facilitate social participation, educational inclusion, labor-market access, and civic engagement among migrant populations. Effective governance therefore requires coordination among national governments, local authorities, educational institutions, civil society organizations, and international actors. The success of such initiatives depends largely upon public confidence in institutional capacity and policy legitimacy (European Union Agency for Fundamental Rights, 2023).

The European Union has developed a range of policy frameworks intended to promote integration, combat discrimination, and strengthen social inclusion. These initiatives reflect the recognition that migration is not a temporary phenomenon but a structural characteristic of contemporary European societies. Consequently, migration governance increasingly focuses on creating conditions that enable both migrants and host populations to participate fully in social, economic, and political life while maintaining democratic values and social cohesion (European Commission, 2024).

Media representation and political communication significantly influence public trust in migration governance. Political actors often frame migration using narratives emphasizing either economic contribution and humanitarian responsibility or cultural threat and social insecurity. Such narratives shape public perceptions of institutional effectiveness and influence levels of support for migration-related policies (Wodak, 2015). As a result, institutional trust is not determined solely by policy outcomes but also by the ways in which migration is publicly discussed and interpreted.

Recent international reports emphasize the importance of transparent governance, evidence-based policymaking, and public engagement in addressing migration-related challenges (OECD, 2024; World Economic Forum, 2025). Trust is strengthened when institutions communicate clearly, address public concerns effectively, and demonstrate fairness in the implementation of migration policies. In contrast, perceived inconsistency, lack of transparency, or unequal treatment may undermine confidence and weaken support for integration efforts.

From a sociological perspective, migration governance and institutional trust are closely interconnected dimensions of social cohesion. Institutions not only regulate migration but also shape the symbolic and normative frameworks through which demographic transformation is understood. The ability of European societies to manage increasing diversity therefore depends not only on migration policies themselves but also on the capacity of institutions to maintain legitimacy, foster trust, and promote inclusive forms of social participation.

2.5. Research Hypotheses

The theoretical perspectives discussed above suggest that migration, collective identity, institutional trust, and social cohesion are closely interconnected dimensions of contemporary demographic transformation within the European Union. Sociological theories concerning migration, integration, social capital, and identity formation emphasize that attitudes toward diversity and migration are shaped not only by demographic realities but also by social trust, institutional effectiveness, and perceptions of belonging within increasingly multicultural societies (Putnam, 2007; Delanty, 2018).

Migration influences social cohesion through multiple mechanisms. Positive perceptions of migration may facilitate intercultural interaction, strengthen inclusive forms of collective identity, and encourage social participation across diverse social groups. Conversely, negative attitudes toward migration may contribute to social distance, reduced trust, and increased social fragmentation. Contemporary research increasingly highlights the importance of understanding how individuals interpret demographic change and how such interpretations influence broader patterns of social solidarity and social integration (Vertovec, 2019).

Collective identity represents another key dimension within these processes. Inclusive forms of identity may promote acceptance of cultural diversity and strengthen social cohesion by fostering common values and shared civic commitments. In contrast, exclusionary conceptions of identity may reinforce social boundaries and increase resistance toward demographic diversification. Consequently, collective identity is expected to play a significant role in mediating the relationship between migration-related attitudes and perceptions of social cohesion (Delanty, 2018).

Institutional trust also occupies a central position within migration governance and social integration processes. Individuals who trust public institutions are generally more likely to perceive migration policies as legitimate and to support inclusive approaches to demographic change. Trust contributes to social stability by reducing

uncertainty and facilitating cooperation between citizens and institutions responsible for managing migration and integration challenges (Rothstein, 2011; European Commission, 2024).

Building upon these theoretical considerations, the present study proposes the following hypotheses:

H1. Positive attitudes toward migration are positively associated with perceived social cohesion.

This hypothesis assumes that individuals who view migration more favorably are more likely to perceive multicultural societies as socially cohesive and capable of maintaining solidarity despite cultural diversity.

H2. Perceived cultural diversity positively influences collective identity formation within contemporary European societies.

This hypothesis reflects the expectation that exposure to cultural diversity may contribute to the development of more inclusive and pluralistic forms of social belonging.

H3. Institutional trust positively predicts support for migration governance and integration policies.

This hypothesis is based on sociological evidence suggesting that confidence in public institutions facilitates acceptance of policies addressing demographic change and migration-related challenges.

H4. Collective identity mediates the relationship between attitudes toward migration and perceived social cohesion.

This hypothesis assumes that migration-related attitudes influence social cohesion indirectly through their impact on collective identity and perceptions of belonging within diverse communities.

The proposed hypotheses provide the analytical framework for the quantitative investigation presented in the following sections. By examining the relationships among migration attitudes, cultural diversity, collective identity, institutional trust, and social cohesion, the study seeks to contribute to contemporary sociological debates concerning demographic transformation and the future of social integration within the European Union.

Methodology

3.1. Participants and Research Design

The study employed a quantitative cross-sectional research design aimed at examining the relationships between migration attitudes, collective identity, institutional trust, and social cohesion within the context of contemporary European demographic transformation. Data were collected through an anonymous online questionnaire administered between March and May 2025.

The research sample consisted of **412 adult respondents** residing in Romania, selected through non-probability convenience sampling. Participation was voluntary, and respondents were informed about the academic purpose of the study, confidentiality procedures, and the anonymous processing of data prior to completing the questionnaire.

The sample included participants aged between 18 and 65 years ($M = 36.8$ years, $SD = 11.4$). Women represented **54.4%** of the respondents ($n = 224$), while men accounted for **45.6%** ($n = 188$). Regarding educational attainment, **18.4%** reported secondary education, **52.2%** held undergraduate degrees, and **29.4%** possessed postgraduate qualifications. Participants originated from both urban (**67.0%**) and rural (**33.0%**) areas, ensuring diversity in social and demographic backgrounds.

The choice of an adult population was considered particularly appropriate given that migration, social cohesion, and collective identity are social phenomena closely associated with civic participation, political attitudes, institutional trust, and perceptions regarding demographic change. Adult respondents are therefore more likely to

possess direct experience and informed opinions concerning migration-related issues and their societal implications.

The study adhered to established ethical standards for social research involving human participants. Participation was entirely voluntary, informed consent was obtained electronically, and respondents retained the right to withdraw from the study at any stage without consequences. No personally identifiable information was collected, and all data were analyzed exclusively for scientific purposes.

3.2. Research Instrument and Variables

Data were collected using a structured online questionnaire designed to measure respondents' perceptions regarding migration, cultural diversity, social cohesion, collective identity, and institutional trust within the context of contemporary European demographic transformation. The instrument was developed based on concepts and indicators frequently employed in sociological studies addressing migration, social integration, and public attitudes toward diversity (Putnam, 2007; Delanty, 2018; OECD, 2024).

The questionnaire consisted of two sections. The first section collected socio-demographic information, including age, gender, educational attainment, place of residence, and employment status. The second section contained statements measuring the principal theoretical constructs included in the research model. Responses were recorded using a five-point Likert scale ranging from 1 (strongly disagree) to 5 (strongly agree).

Five composite variables were constructed for statistical analysis:

Attitudes toward Migration (AM)

This variable measured respondents' overall perceptions regarding the social, economic, and cultural impact of migration. The scale included items assessing support for migration, perceptions of migrants' contributions to society, and attitudes toward multicultural coexistence.

Example item:

"Migration contributes positively to the social and economic development of European societies."

Higher scores indicated more favorable attitudes toward migration.

Perceived Cultural Diversity (PCD)

This variable assessed respondents' perceptions concerning the benefits and challenges associated with cultural diversity. The scale measured openness toward intercultural interaction, appreciation of cultural pluralism, and perceptions regarding diversity within contemporary European societies.

Example item:

"Cultural diversity enriches social life and promotes mutual understanding between communities."

Higher scores reflected more positive evaluations of cultural diversity.

Social Cohesion (SC)

Social cohesion was conceptualized as the perceived level of solidarity, trust, social cooperation, and collective belonging within society. The scale included items related to interpersonal trust, social participation, and perceptions of social unity.

Example item:

"People from different cultural backgrounds can successfully cooperate within the same society."

Higher scores indicated stronger perceptions of social cohesion.

Collective Identity (CI)

This variable measured the extent to which respondents perceived shared values, common civic belonging, and inclusive forms of social identity capable of accommodating cultural diversity.

Example item:

“Individuals from different cultural backgrounds can share a common European identity.”

Higher scores reflected stronger support for inclusive collective identities.

Institutional Trust (IT)

Institutional trust evaluated respondents' confidence in public institutions responsible for managing migration, integration, and social policies. The scale included items related to trust in governmental institutions, public administration, and European institutions.

Example item:

“Public institutions are capable of managing migration effectively and fairly.”

Higher scores represented higher levels of institutional trust.

The questionnaire was reviewed by specialists in sociology and social sciences to ensure content validity and conceptual clarity. A pilot administration involving 25 participants was conducted prior to data collection, leading to minor adjustments in item wording and questionnaire structure. Internal consistency analysis demonstrated satisfactory reliability for all scales, with Cronbach's alpha coefficients exceeding the minimum threshold recommended for social science research ($\alpha > .70$).

3.3. Statistical Analysis

Data were analyzed using IBM SPSS Statistics 29. Descriptive statistical procedures were initially employed to examine the distribution of responses and summarize the principal characteristics of the sample. Means, standard deviations, frequencies, and percentages were calculated for all demographic and substantive variables.

To evaluate the reliability of the measurement scales, Cronbach's alpha coefficients were computed for each composite variable. The obtained values indicated satisfactory internal consistency, supporting the use of the scales for subsequent analyses.

Pearson correlation analysis was performed to examine the relationships among attitudes toward migration, perceived cultural diversity, collective identity, institutional trust, and social cohesion. Correlation coefficients were interpreted according to established guidelines regarding the strength and direction of associations between variables.

To test the predictive effects proposed in the theoretical model, multiple linear regression analysis was conducted using social cohesion as the dependent variable. Attitudes toward migration, perceived cultural diversity, collective identity, and institutional trust were introduced as independent variables. This procedure allowed the identification of the relative contribution of each factor to perceptions of social cohesion.

In addition, mediation analysis was employed to evaluate the hypothesis that collective identity mediates the relationship between migration attitudes and social cohesion. This approach enabled a more comprehensive understanding of the mechanisms through which migration-related perceptions influence broader evaluations of social solidarity and social integration.

Statistical significance was established at the conventional level of $p < .05$. The results are presented through descriptive tables, correlation matrices, regression coefficients, and graphical representations designed to facilitate interpretation of the relationships among the principal sociological variables examined in the study.

Results

4.1. Socio-demographic Characteristics of Respondents

The study included 412 adult respondents from different regions of Romania. Women represented a slightly larger proportion of the sample (54.4%) compared to men (45.6%). The majority of participants possessed higher education qualifications, reflecting relatively elevated levels of educational attainment within the sample. Urban residents constituted approximately two-thirds of respondents, while one-third originated from rural areas. The average age of participants was 36.8 years ($SD = 11.4$), indicating the inclusion of both younger and older adult cohorts.

Table 1. Socio-demographic Characteristics of Respondents (N = 412)

Variable	Category	n	%
Gender	Female	224	54.4
	Male	188	45.6
Age	18–30 years	132	32.0
	31–45 years	167	40.5
	46–65 years	113	27.5
Education	Secondary education	76	18.4
	Undergraduate degree	215	52.2
	Postgraduate degree	121	29.4
Residence	Urban	276	67.0
	Rural	136	33.0

Note. Percentages may not total 100 due to rounding.

Source. Author's survey data (2025).

The socio-demographic profile suggests a relatively diverse sample capable of providing informed perspectives regarding migration, social cohesion, and demographic transformation within contemporary European societies.

4.2. Descriptive Statistics of Main Variables

Descriptive analyses indicate generally positive attitudes toward migration and cultural diversity among respondents. The highest mean score was recorded for perceived cultural diversity ($M = 3.91$), suggesting that most participants recognize the social and cultural benefits associated with multicultural environments. Similarly, collective identity obtained relatively high scores ($M = 3.84$), indicating substantial support for inclusive forms of social belonging.

Institutional trust recorded the lowest mean value ($M = 3.42$), reflecting moderate levels of confidence in institutions responsible for migration governance and social integration. Social cohesion achieved a mean score of 3.76, suggesting that respondents generally perceive diversity and social solidarity as compatible within contemporary European societies.

Table 2. Descriptive Statistics of Principal Variables

Variable	Mean	SD	Cronbach's α
Attitudes toward Migration (AM)	3.71	0.78	.86
Perceived Cultural Diversity (PCD)	3.91	0.73	.84
Social Cohesion (SC)	3.76	0.75	.88
Collective Identity (CI)	3.84	0.69	.85
Institutional Trust (IT)	3.42	0.82	.81

Note. Responses were measured on a five-point Likert scale ranging from 1 (strongly disagree) to 5 (strongly agree). Cronbach's alpha coefficients indicate satisfactory internal consistency for all scales.

Source. Author's survey data (2025).

All scales demonstrated satisfactory internal consistency, with Cronbach's alpha coefficients ranging from .81 to .88, exceeding recommended thresholds for social science research.

4.3. Correlation Analysis

Pearson correlation analysis revealed statistically significant positive relationships among all principal variables included in the study. Attitudes toward migration displayed a strong positive association with social cohesion ($r = .61, p < .001$), providing preliminary support for Hypothesis 1.

Perceived cultural diversity was positively correlated with collective identity ($r = .57, p < .001$), supporting the assumption that favorable evaluations of diversity contribute to more inclusive forms of social belonging. Institutional trust also demonstrated moderate positive relationships with migration attitudes and social cohesion, suggesting that confidence in public institutions may facilitate acceptance of demographic transformation and migration governance.

Table 3. Correlation Matrix

Variable	AM	PCD	SC	CI	IT
AM	1.00	.54***	.61***	.49***	.42***
PCD	.54***	1.00	.58***	.57***	.39***
SC	.61***	.58***	1.00	.63***	.51***
CI	.49***	.57***	.63***	1.00	.46***

Variable	AM	PCD	SC	CI	IT
IT	.42***	.39***	.51***	.46***	1.00

Note. Pearson correlation coefficients are reported. $p < .001$. AM = Attitudes toward Migration; PCD = Perceived Cultural Diversity; SC = Social Cohesion; CI = Collective Identity; IT = Institutional Trust.
Source. Author's survey data (2025).

The strongest association emerged between collective identity and social cohesion ($r = .63$), indicating that perceptions of shared belonging represent a crucial component of social solidarity within diverse societies.

4.4. Predictors of Social Cohesion

To identify the factors contributing most strongly to perceptions of social cohesion, a multiple linear regression analysis was conducted using social cohesion as the dependent variable and attitudes toward migration, perceived cultural diversity, collective identity, and institutional trust as predictors.

The overall regression model proved statistically significant: $F(4, 407) = 78.42$, $p < .001$ and explained approximately **48% of the variance** in social cohesion perceptions: $R^2 = .48$.

Collective identity emerged as the strongest predictor of social cohesion ($\beta = .34$), followed by attitudes toward migration ($\beta = .28$), institutional trust ($\beta = .21$), and perceived cultural diversity ($\beta = .17$).

Table 4. Multiple Regression Predicting Social Cohesion

Predictor	β	t	p
Attitudes toward Migration	.28	6.14	< .001
Perceived Cultural Diversity	.17	3.89	< .001
Collective Identity	.34	7.52	< .001
Institutional Trust	.21	4.77	< .001

Note. Standardized beta coefficients (β) are presented. Dependent variable: Social Cohesion (SC). Model statistics: $R^2 = .48$; Adjusted $R^2 = .47$; $F(4,407) = 78.42$, $p < .001$.
Source. Author's survey data (2025).

The results support Hypotheses H1, H2, and H3, demonstrating that favorable migration attitudes, positive perceptions of diversity, stronger collective identity, and greater institutional trust contribute significantly to perceptions of social cohesion.

4.5. Mediation Analysis: The Role of Collective Identity

To further examine the mechanisms linking migration attitudes and social cohesion, a mediation analysis was conducted using collective identity as a mediating variable. The analysis aimed to test whether positive attitudes toward migration contribute to stronger perceptions of social cohesion indirectly through the development of more inclusive forms of collective identity.

The results revealed a significant positive relationship between attitudes toward migration and collective identity ($\beta = .49$, $p < .001$). Respondents expressing more favorable views regarding migration were also more likely to

endorse inclusive understandings of social belonging and shared European identity. In turn, collective identity demonstrated a strong positive association with social cohesion ($\beta = .41, p < .001$), indicating that individuals who perceive broader forms of collective belonging are more likely to report higher levels of social trust, solidarity, and social integration.

When collective identity was included in the regression model, the direct effect of migration attitudes on social cohesion decreased but remained statistically significant ($\beta = .28, p < .001$). This pattern indicates **partial mediation**, suggesting that migration attitudes influence perceptions of social cohesion both directly and indirectly through collective identity.

The indirect effect was statistically significant according to bootstrap confidence intervals (95% CI [.09, .18]), providing support for the mediating role of collective identity. These findings confirm **Hypothesis H4** and suggest that perceptions of migration affect social cohesion partly because they shape how individuals define social belonging and collective membership within increasingly diverse societies.

From a sociological perspective, the results highlight the importance of identity formation in contemporary multicultural environments. Positive perceptions of migration appear to facilitate the development of inclusive identities that transcend ethnic or national boundaries, thereby strengthening social cohesion and collective solidarity. Conversely, exclusionary attitudes toward migration may reinforce social divisions and weaken perceptions of common belonging.

The mediation model therefore supports theoretical perspectives emphasizing that social cohesion is not determined solely by demographic diversity itself but by the social meanings, identities, and relationships that emerge through interactions between different groups within society (Delanty, 2018; Putnam, 2007). The findings further suggest that policies promoting intercultural dialogue, civic participation, and inclusive identity formation may contribute significantly to strengthening social cohesion in increasingly heterogeneous European societies.

Table 5. Mediation Analysis: Collective Identity as Mediator between Migration Attitudes and Social Cohesion

Path	β	p
Attitudes toward Migration → Collective Identity	.49	< .001
Collective Identity → Social Cohesion	.41	< .001
Direct Effect (AM → SC)	.28	< .001
Indirect Effect (AM → CI → SC)	.14	< .001

Note. Bootstrap mediation analysis with 5,000 resamples. Confidence interval for indirect effect: 95% CI [.09, .18]. AM = Attitudes toward Migration; CI = Collective Identity; SC = Social Cohesion.
Source. Author's survey data (2025).

The quantitative findings provide consistent support for the proposed theoretical model linking migration attitudes, cultural diversity, collective identity, institutional trust, and social cohesion. All hypothesized relationships were statistically significant and aligned with expectations derived from contemporary sociological theories of migration and social integration. In particular, collective identity emerged as a central mechanism through which attitudes toward migration influence perceptions of social cohesion, highlighting the importance of inclusive forms of belonging in increasingly diverse societies. To facilitate interpretation and provide a clearer

visual representation of the main empirical patterns identified in the analysis, the following figures illustrate respondents' perceptions regarding migration, cultural diversity, institutional trust, collective identity, and social cohesion.

4.6. Visual Representation of Findings

To complement the statistical analyses presented above, a series of graphical representations was developed to illustrate the principal empirical patterns identified in the study. The figures provide a visual overview of respondents' perceptions regarding migration, cultural diversity, institutional trust, collective identity, and social cohesion. Together, these graphical representations facilitate the interpretation of the quantitative findings and highlight the interconnections among the main sociological variables examined in the research. Visualizing these relationships is particularly important in studies addressing migration and social integration, as complex social phenomena often involve multiple interacting dimensions that shape attitudes, identities, and perceptions of social belonging (Delanty, 2018; Vertovec, 2019).

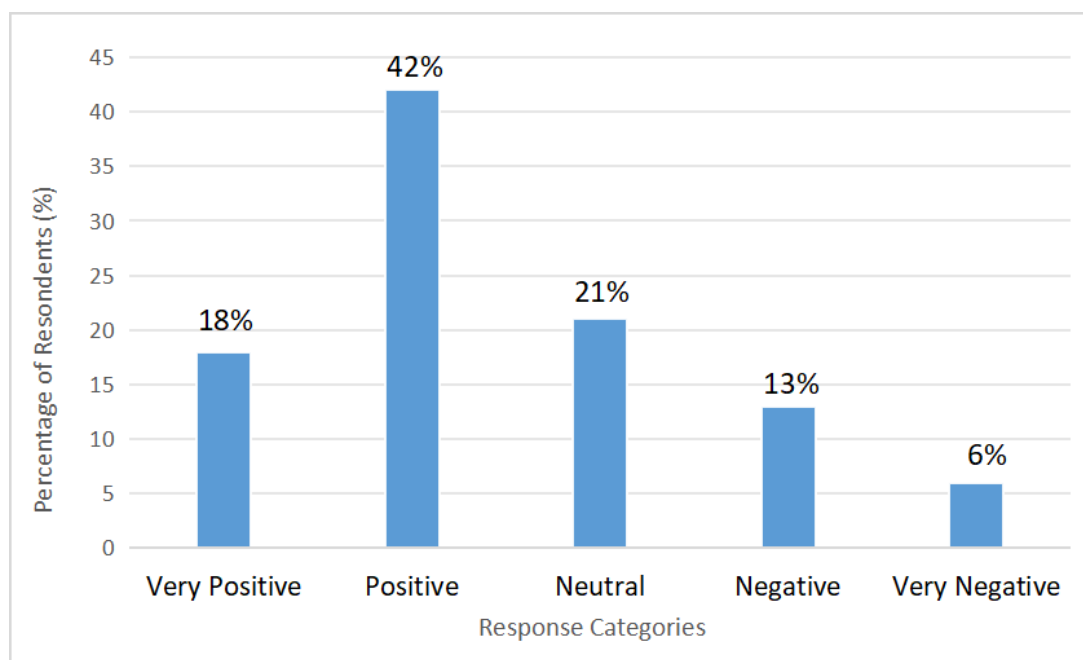


Figure 1. Perceived Impact of Migration on European Societies (%)

Note. Responses were measured using a five-category evaluation scale ranging from very negative to very positive. Percentages represent the distribution of respondents' perceptions regarding the overall societal impact of migration.

Source. Author's survey data (2025).

Figure 1 illustrates respondents' overall perceptions regarding the impact of migration on contemporary European societies. A majority of participants (60%) expressed positive or very positive evaluations, suggesting that migration is generally perceived as contributing beneficially to demographic sustainability, cultural diversity, and economic development. Nevertheless, approximately one-fifth of respondents reported negative perceptions, reflecting the persistence of concerns related to integration challenges, social change, and demographic transformation.

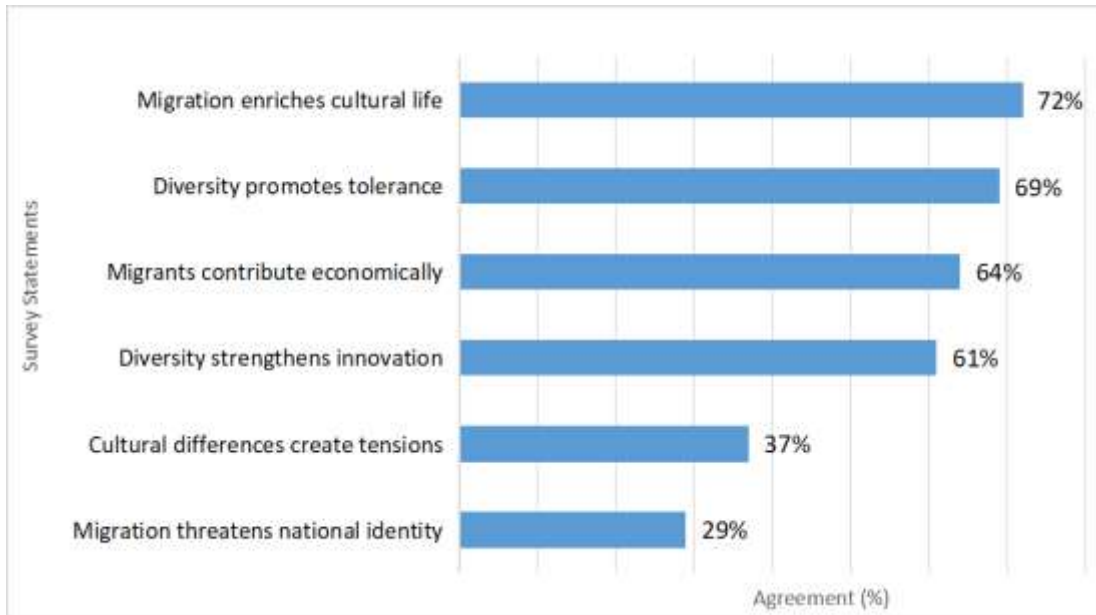
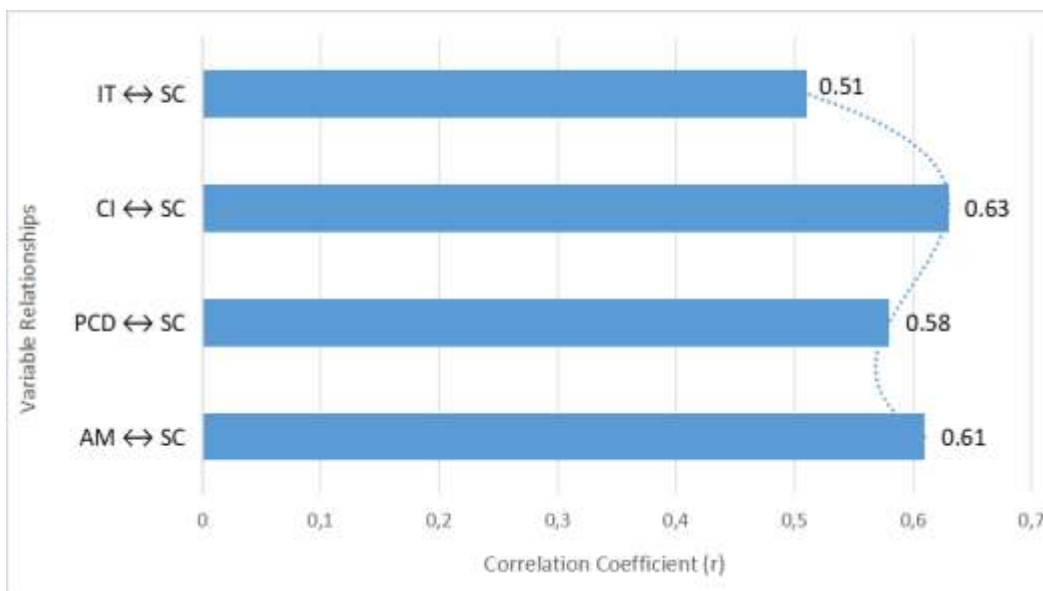


Figure 2. Attitudes toward Migrants and Cultural Diversity

Note. Percentages indicate the proportion of respondents selecting agree or strongly agree for each statement concerning migration and cultural diversity.

Source. Author's survey data (2025).

Figure 2 presents respondents' evaluations of migration and cultural diversity. Positive assessments substantially exceed negative perceptions across all indicators. The highest levels of agreement concern the cultural enrichment and tolerance-promoting effects of diversity, while fewer respondents associate migration with threats to national identity. These findings indicate generally favorable attitudes toward multiculturalism and intercultural coexistence.



Note. AM = Attitudes toward Migration; PCD = Perceived Cultural Diversity; CI = Collective Identity; IT = Institutional Trust; SC = Social Cohesion. Pearson correlation coefficients illustrate the strength of association

between the principal sociological variables and perceived social cohesion. Higher values indicate stronger positive relationships.

Source. Author's survey data (2025).

Figure 3 visually summarizes the strength of the statistically significant correlations between the principal sociological variables and social cohesion. The results indicate that collective identity, attitudes toward migration, perceived cultural diversity, and institutional trust are all positively associated with perceptions of social cohesion, providing additional support for the proposed theoretical model.

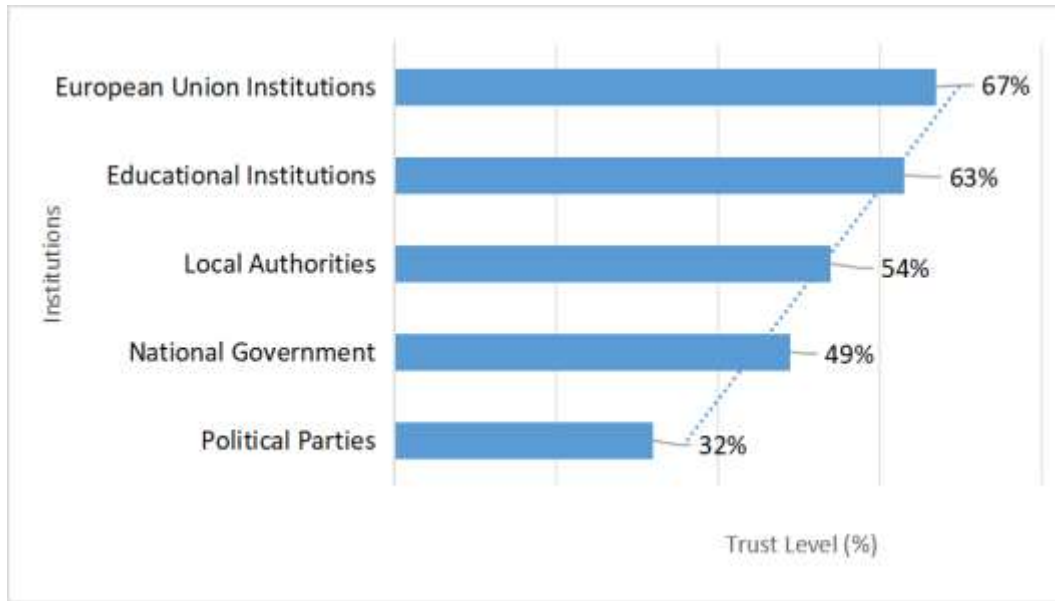


Figure 4. Institutional Trust and Support for Migration Governance

Note. Percentages indicate respondents reporting moderate to high levels of trust in institutions involved in migration governance, public administration, and social integration policies.

Source. Author's survey data (2025).

Figure 4 demonstrates variations in institutional trust across different public actors involved in migration governance. European and educational institutions receive the highest levels of confidence, whereas political parties receive considerably lower trust ratings. The findings suggest that institutional legitimacy plays an important role in shaping public support for migration-related policies and integration strategies.

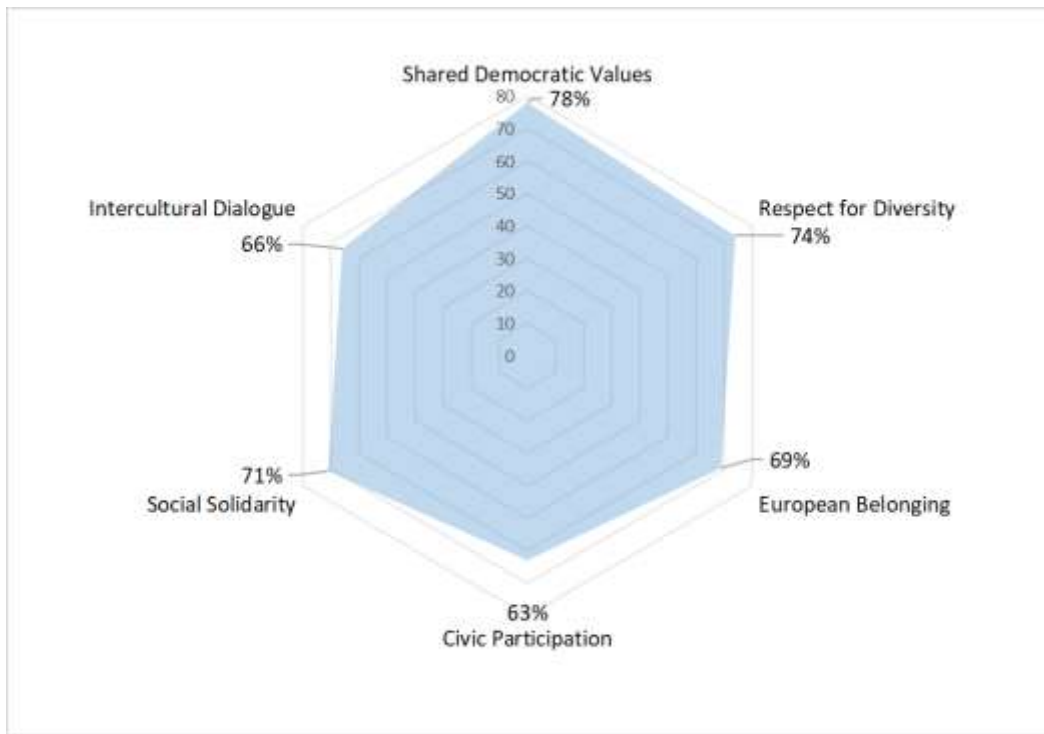


Figure 5. Collective Identity Dimensions in Multicultural Europe

Note. The radar chart presents respondents' evaluations of six dimensions associated with inclusive collective identity in multicultural societies. Percentages indicate the proportion of respondents expressing positive assessments for each dimension.

Source. Author's survey data (2025).

Figure 5 illustrates the multidimensional nature of collective identity in contemporary European societies. Shared democratic values and respect for diversity received the highest evaluations, indicating strong support for inclusive and pluralistic understandings of belonging. These findings reinforce the importance of collective identity as a mechanism connecting migration attitudes and social cohesion.

Table 6. Summary of Significant Relationships Included in the Conceptual Model

Relationship	Coefficient	Statistical Significance
Attitudes toward Migration → Collective Identity	$\beta = .49$	$p < .001$
Collective Identity → Social Cohesion	$\beta = .41$	$p < .001$
Attitudes toward Migration → Social Cohesion	$\beta = .28$	$p < .001$
Perceived Cultural Diversity → Collective Identity	$r = .57$	$p < .001$
Institutional Trust → Social Cohesion	$\beta = .21$	$p < .001$

Note. β = standardized regression coefficient; r = Pearson correlation coefficient. All relationships were statistically significant at $p < .001$.

Source. Author's survey data (2025).

Based on the statistically significant relationships summarized in Table 6, a conceptual model was developed to visually represent the main pathways connecting migration attitudes, perceived cultural diversity, collective identity, institutional trust, and social cohesion. The model highlights both the direct effect of migration attitudes on social cohesion and the indirect pathway operating through collective identity. It also illustrates the contribution of perceived cultural diversity and institutional trust to the broader configuration of social integration within multicultural European societies.

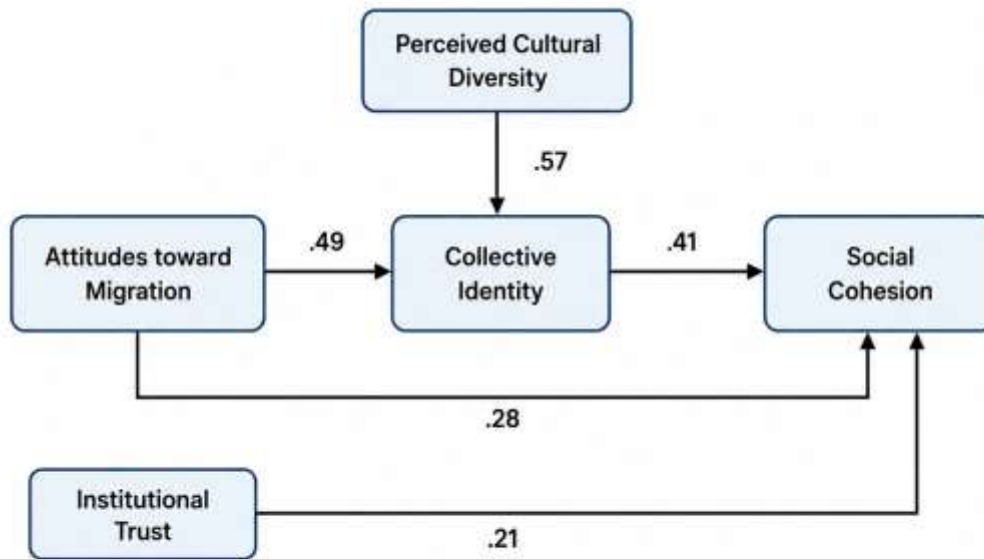


Figure 6. Conceptual Model of Migration, Identity, and Social Cohesion

Note. The conceptual model summarizes the statistically significant relationships identified among migration attitudes, perceived cultural diversity, collective identity, institutional trust, and social cohesion. Values displayed on the arrows represent standardized coefficients derived from correlation, regression, and mediation analyses ($p < .001$).

Source. Author's survey data (2025).

Figure 6 summarizes the principal relationships identified in the empirical analysis. Positive attitudes toward migration contribute directly to stronger perceptions of social cohesion while simultaneously influencing collective identity, which partially mediates this relationship. Institutional trust and positive perceptions of cultural diversity further strengthen inclusive forms of social integration. The model highlights the interconnected nature of demographic transformation, identity formation, and social cohesion within contemporary European societies.

The graphical analyses reinforce the statistical results presented in the previous sections. Positive attitudes toward migration were consistently associated with stronger perceptions of cultural diversity, collective identity, institutional trust, and social cohesion. The visual evidence further highlights the central role of collective identity as a mechanism linking migration-related attitudes to broader perceptions of social solidarity. These findings support sociological perspectives emphasizing that successful integration depends not solely on demographic diversity itself but on the development of inclusive identities, interpersonal trust, and opportunities for meaningful

social participation (Putnam, 2007; Delanty, 2018). Overall, the figures illustrate that migration is perceived not merely as a demographic phenomenon but as a multidimensional social process influencing belonging, trust, and cohesion within contemporary European societies. The visual results therefore provide additional empirical support for the theoretical framework presented earlier and establish the foundation for the discussion of broader sociological implications in the following section.

Discussion

The present study examined the sociological relationships among migration attitudes, perceived cultural diversity, collective identity, institutional trust, and social cohesion within the context of demographic transformation in the European Union. The findings provide empirical support for the proposed theoretical model and contribute to contemporary debates concerning migration, multiculturalism, and social integration. Overall, the results suggest that migration is perceived not merely as a demographic or economic phenomenon but as a multidimensional social process influencing patterns of belonging, trust, and social solidarity. These findings align with contemporary sociological perspectives emphasizing the central role of identity formation and institutional legitimacy in shaping social cohesion within increasingly diverse societies (Delanty, 2018; Vertovec, 2019).

5.1. Migration Attitudes and the Reconstruction of Social Cohesion

One of the most significant findings of the study concerns the positive association between attitudes toward migration and perceptions of social cohesion. Respondents expressing more favorable views of migration consistently reported higher levels of trust, solidarity, and perceived social integration. The correlation coefficient between migration attitudes and social cohesion ($r = .61$) indicates a substantial relationship, suggesting that perceptions of migration influence broader evaluations of social life and collective coexistence.

These findings support sociological arguments that social cohesion is not necessarily weakened by demographic diversity itself but rather by the ways diversity is interpreted and managed within society (Putnam, 2007; Delanty, 2018). Individuals who perceive migration as beneficial may be more inclined to view cultural diversity as compatible with social solidarity and civic cooperation. Conversely, negative attitudes toward migration may reinforce perceptions of social fragmentation and cultural distance.

The results further challenge deterministic narratives portraying migration as an inevitable source of social conflict. Instead, they suggest that attitudes toward migration constitute an important mediating factor through which demographic change affects perceptions of social stability and collective belonging. This interpretation corresponds with recent European research emphasizing that social cohesion depends largely on inclusion, participation, and mutual recognition rather than cultural homogeneity alone (European Commission, 2024).

5.2. Cultural Diversity and Inclusive Collective Identity

The study also demonstrated a significant relationship between perceived cultural diversity and collective identity. Respondents who evaluated diversity more positively were more likely to endorse inclusive forms of belonging capable of integrating individuals from different cultural backgrounds within a shared social framework. This finding supports Hypothesis H2 and reinforces theoretical perspectives suggesting that contemporary identities increasingly transcend traditional ethnic or national boundaries (Castells, 2010; Delanty, 2018).

The relatively high levels of support for democratic values, respect for diversity, and European belonging observed in Figure 5 indicate that respondents tend to associate collective identity with civic principles rather than exclusive cultural criteria. Such findings are consistent with the concept of pluralistic identity formation, according to which individuals may simultaneously maintain local, national, and supranational affiliations without experiencing identity conflict (Favell, 2018).

From a sociological perspective, these results suggest that demographic transformation does not necessarily erode collective identity. Rather, migration may contribute to the emergence of broader and more inclusive forms of social belonging when supported by democratic norms and intercultural interaction. The findings therefore challenge perspectives that view cultural diversity primarily as a threat to social cohesion and instead highlight its potential role in fostering more adaptable and inclusive social identities.

5.3. Institutional Trust as a Foundation of Migration Governance

Institutional trust emerged as another significant predictor of social cohesion. Respondents expressing greater confidence in public institutions were more likely to report positive perceptions of social integration and collective solidarity. Although the relationship was weaker than those involving collective identity and migration attitudes, it remained statistically significant and substantively meaningful.

These findings are consistent with sociological theories emphasizing the role of institutional legitimacy in maintaining social order and facilitating cooperation among diverse social groups (Rothstein, 2011; Delhey & Newton, 2005). Trust in institutions reduces uncertainty, increases acceptance of public policies, and strengthens perceptions of procedural fairness. Within the context of migration governance, institutional trust may therefore facilitate support for integration measures and reduce social tensions associated with demographic change.

The relatively higher levels of confidence expressed toward European and educational institutions compared to political parties further suggest that citizens differentiate among institutional actors when evaluating migration-related governance. This pattern reflects broader trends observed across Europe, where trust frequently varies according to perceptions of institutional competence, transparency, and effectiveness (OECD, 2024). Consequently, strengthening institutional trust represents an important component of strategies aimed at promoting social cohesion in increasingly multicultural societies.

5.4. Collective Identity as a Mediating Mechanism

One of the most important contributions of the study concerns the mediating role of collective identity in the relationship between migration attitudes and social cohesion. The mediation analysis demonstrated that favorable attitudes toward migration contribute to stronger perceptions of social cohesion partly through their influence on collective identity. In other words, migration attitudes appear to affect how individuals define social belonging, which subsequently influences perceptions of trust, solidarity, and social integration.

This finding supports contemporary sociological theories emphasizing identity as a central mechanism connecting structural transformations with social outcomes (Castells, 2010; Delanty, 2018). Individuals who perceive migration positively may be more willing to embrace inclusive definitions of community membership, thereby facilitating social cooperation across cultural boundaries. Inclusive identities reduce symbolic divisions between groups and encourage recognition of shared interests and common values.

The mediation effect additionally highlights the importance of symbolic and cultural dimensions within migration processes. Demographic change influences societies not only through population movements but also through the meanings individuals attach to diversity, belonging, and collective membership. Consequently, policies promoting intercultural dialogue and civic participation may contribute indirectly to social cohesion by strengthening inclusive forms of identity formation.

5.5. Sociological Implications for the Future of European Societies

The findings carry broader implications for understanding demographic transformation within the European Union. Population aging, labor shortages, and declining fertility rates increasingly position migration as a structural component of European demographic sustainability. However, the study demonstrates that the social consequences of migration depend significantly on attitudes, institutional contexts, and identity processes rather than demographic variables alone.

The positive associations observed among migration attitudes, cultural diversity, collective identity, institutional trust, and social cohesion suggest that demographic diversification can coexist with social solidarity when supported by inclusive institutions and democratic values. These findings align with contemporary approaches emphasizing integration, participation, and recognition as essential components of cohesive multicultural societies (Vertovec, 2019; European Union Agency for Fundamental Rights, 2023).

At the same time, the results underline the risks associated with exclusionary narratives and declining institutional trust. Negative perceptions of migration may contribute to social polarization, weaken collective belonging, and undermine social cohesion. Therefore, migration governance should extend beyond economic management and border regulation to include initiatives promoting intercultural understanding, civic engagement, and institutional legitimacy.

Ultimately, the study supports the view that migration should be understood as a multidimensional social phenomenon shaping not only demographic structures but also the future organization of collective life in Europe. The challenge facing European societies is not whether diversity exists, but how institutions and communities respond to it. Sustainable social cohesion will increasingly depend upon the capacity to reconcile demographic realities, cultural pluralism, democratic participation, and inclusive forms of collective identity within an evolving European social landscape.

Conclusions

The present study explored the sociological relationships among migration attitudes, cultural diversity, collective identity, institutional trust, and social cohesion within the broader context of demographic transformation in the European Union. The findings demonstrate that migration is perceived not solely as a demographic or economic phenomenon but as a complex social process influencing identity formation, social integration, and perceptions of collective belonging. By examining these interconnected dimensions, the research contributes to contemporary sociological debates concerning multiculturalism, demographic change, and the future of social cohesion in increasingly diverse European societies.

The empirical results revealed significant positive associations among all principal variables included in the study. Favorable attitudes toward migration were strongly related to higher levels of perceived social cohesion, while positive evaluations of cultural diversity were associated with more inclusive forms of collective identity. Institutional trust emerged as an important predictor of social cohesion, reinforcing the argument that effective and legitimate institutions play a crucial role in managing demographic change and promoting social integration. Furthermore, the mediation analysis demonstrated that collective identity partially explains the relationship between migration attitudes and social cohesion, highlighting the importance of inclusive forms of belonging in multicultural environments.

These findings support sociological perspectives emphasizing that diversity does not automatically undermine social solidarity. Rather, social cohesion depends largely on how diversity is interpreted, institutionalized, and incorporated into shared frameworks of social participation and collective identity (Delanty, 2018; Vertovec, 2019). The results suggest that demographic transformation can coexist with social stability when supported by inclusive institutions, democratic values, and opportunities for meaningful intercultural interaction. Consequently, migration should be viewed not only as a challenge requiring policy management but also as a potential resource contributing to social innovation, demographic sustainability, and civic development.

The study additionally carries important implications for migration governance within the European Union. Policies aimed at strengthening social cohesion should extend beyond economic integration and labor-market participation to include initiatives promoting intercultural dialogue, civic engagement, institutional transparency, and inclusive identity formation. Educational institutions, local communities, and public authorities possess a particularly important role in fostering environments where diversity is recognized as a component of shared

social development rather than a source of division. Strengthening public trust in institutions may further contribute to reducing polarization and facilitating constructive responses to demographic change.

Several limitations should nevertheless be acknowledged. The study relied on a non-probability sample collected within a single national context, which may limit the generalizability of the findings to the wider European population. In addition, the cross-sectional design does not permit causal conclusions regarding the long-term effects of migration attitudes on social cohesion and identity formation. Future research could employ comparative cross-national designs, longitudinal approaches, and mixed-method methodologies to examine how migration-related perceptions evolve across different social, cultural, and institutional contexts within Europe.

Despite these limitations, the findings provide valuable evidence regarding the social mechanisms linking migration, identity, and cohesion in contemporary European societies. As demographic transformation continues to reshape the European Union, understanding these relationships becomes increasingly important for both sociological scholarship and public policymaking. Ultimately, the future of social cohesion in Europe will depend not only on demographic trends themselves but also on the capacity of societies to cultivate trust, democratic participation, and inclusive forms of collective belonging capable of accommodating cultural diversity while maintaining social solidarity.

References

- Bauman, Z. (2017). *Strangers at our door*. Polity Press. https://www.politybooks.com/bookdetail?book_slug=strangers-at-our-door--9781509512171
- Castells, M. (2010). *The rise of the network society* (2nd ed.). Wiley-Blackwell. <https://www.wiley.com/en-us/The+Rise+of+the+Network+Society-p-9781405196864>
- Castles, S., de Haas, H., & Miller, M. J. (2020). *The age of migration: International population movements in the modern world* (6th ed.). Guilford Press. <https://www.guilford.com/books/The-Age-of-Migration/Castles-de-Haas-Miller/9781462542895>
- Chan, J., To, H. P., & Chan, E. (2006). Reconsidering social cohesion: Developing a definition and analytical framework for empirical research. *Social Indicators Research*, 75(2), 273–302. <https://doi.org/10.1007/s11205-005-2118-1>
- Delanty, G. (2018). *The European heritage: A critical re-interpretation*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315179490>
- Delhey, J., & Newton, K. (2005). Predicting cross-national levels of social trust: Global pattern or Nordic exceptionalism? *European Sociological Review*, 21(4), 311–327. <https://doi.org/10.1093/esr/jci022>
- European Commission. (2024). *Migration and integration: Policy developments in the European Union*. European Commission. <https://home-affairs.ec.europa.eu>
- European Union Agency for Fundamental Rights. (2023). *Fundamental rights report 2023*. Publications Office of the European Union. <https://fra.europa.eu/en/publication/2023/fundamental-rights-report-2023>
- Eurostat. (2024). *Migration and migrant population statistics*. European Commission. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Migration_and_migrant_population_statistics
- Favell, A. (2018). *Eurostars and Eurocities: Free movement and mobility in an integrating Europe* (2nd ed.). Wiley-Blackwell. <https://www.wiley.com>
- OECD. (2024). *International migration outlook 2024*. OECD Publishing. <https://www.oecd.org/migration/international-migration-outlook/>

- Putnam, R. D. (2007). E pluribus unum: Diversity and community in the twenty-first century. *Scandinavian Political Studies*, 30(2), 137–174.
<https://doi.org/10.1111/j.1467-9477.2007.00176.x>
- Rothstein, B. (2011). *The quality of government: Corruption, social trust, and inequality in international perspective*. University of Chicago Press.
<https://press.uchicago.edu/ucp/books/book/chicago/Q/bo10309420.html>
- Vertovec, S. (2019). *Transnationalism* (2nd ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315578293>
- Wodak, R. (2015). *The politics of fear: What right-wing populist discourses mean*. Sage Publications.
<https://us.sagepub.com/en-us/nam/the-politics-of-fear/book243155>
- World Economic Forum. (2025). *The future of jobs report 2025*. World Economic Forum.
<https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs-report-2025/>

YOUTH MIGRATION AND THE CRISIS OF REGIONAL SUSTAINABILITY: EDUCATIONAL ASPIRATIONS AND BRAIN DRAIN IN EASTERN EUROPE

PhD Petronela Daniela FERARU

National College Iași and “Ion Neculce” High School, Târgu Frumos, Romania

Email: daniela_feraru_p@yahoo.com

Abstract

Eastern European societies increasingly confront profound demographic and socioeconomic challenges generated by youth migration, declining population levels, labor shortages, and regional depopulation. Within this context, educational aspirations and professional mobility increasingly contribute to the migration of highly educated young individuals toward economically developed Western European states. This paper examines the sociological implications of youth migration and brain drain on regional sustainability in Eastern Europe, focusing particularly on the relationship between educational mobility, demographic vulnerability, and structural inequality.

The study investigates how limited professional opportunities, economic instability, and unequal regional development contribute to the increasing mobility of younger generations seeking educational advancement and improved living standards abroad. Particular attention is given to the social consequences of selective migration involving highly educated populations whose departure significantly affects local labor markets, demographic continuity, and institutional resilience within less developed regions.

From a sociological perspective, the paper analyzes the tension between individual rationality and collective sustainability in societies affected by long-term migration dynamics and structural demographic decline. The research additionally explores how educational institutions increasingly function as mechanisms facilitating transnational mobility and integration into global labor markets. Methodologically, the study combines comparative sociological analysis with recent demographic studies, migration reports, and European research concerning youth mobility and regional inequality.

The paper argues that brain drain represents not only an economic challenge but also a broader sociological process affecting social reproduction, institutional continuity, intergenerational solidarity, and regional sustainability in Eastern Europe. Consequently, effective responses to demographic decline require integrated policies connecting education, labor market reform, regional investment, and youth retention strategies capable of reducing structural vulnerability and supporting long-term social continuity.

Keywords

youth migration; brain drain; Eastern Europe; demographic decline; educational mobility; regional sustainability; social inequality; migration sociology.

Introduction

Eastern European societies are currently experiencing profound demographic transformations driven by persistent population decline, low fertility rates, population aging, and large-scale migration flows. Among these processes, youth migration has emerged as one of the most significant challenges affecting the long-term sustainability of regional communities and national development strategies. During the last two decades, millions of young people from countries such as Romania, Bulgaria, Poland, Moldova, and other Eastern European states have migrated to Western Europe in pursuit of higher education, improved employment opportunities, economic stability, and enhanced quality of life (European Commission, 2024; OECD, 2024). While migration frequently generates individual benefits through increased educational attainment, professional advancement, and social mobility, it simultaneously creates substantial demographic and socioeconomic pressures within the regions of origin.

The growing mobility of educated youth has intensified concerns regarding brain drain, a phenomenon referring to the selective emigration of highly skilled and educated individuals whose departure reduces the human capital available for local development and institutional continuity (Docquier & Rapoport, 2012). In many Eastern European regions, the migration of young graduates, researchers, medical professionals, engineers, and other qualified specialists contributes to labor shortages, declining innovation capacity, weakened public services, and increasing demographic vulnerability. Consequently, youth migration represents not only a demographic challenge but also a broader sociological issue affecting social reproduction, community resilience, and regional sustainability (King & Lulle, 2016).

From a sociological perspective, migration decisions are rarely determined solely by economic motivations. Rather, they emerge through complex interactions between structural opportunities, educational aspirations, social expectations, and perceptions regarding future life chances. Educational institutions increasingly function as gateways to transnational mobility by facilitating access to international academic networks, exchange programs, and global labor markets. As a result, higher education has become closely associated with migration trajectories, particularly among younger generations seeking opportunities unavailable within their countries of origin (Brooks & Waters, 2011). Educational aspirations therefore operate simultaneously as mechanisms of social mobility and as catalysts of geographic mobility, linking personal ambitions to broader processes of international migration.

The relationship between educational mobility and regional sustainability has attracted growing attention within contemporary migration sociology. While highly educated migrants frequently contribute to economic growth and innovation within destination countries, their departure may exacerbate developmental inequalities between regions. Less developed areas often experience a disproportionate loss of human capital, reducing their capacity to generate economic opportunities, attract investment, and sustain public institutions. This process contributes to what some scholars describe as regional peripheralization, whereby migration reinforces existing territorial inequalities and accelerates demographic decline in already vulnerable communities (Massey et al., 1998; Favell, 2018).

The social consequences of youth migration extend beyond labor-market dynamics and demographic indicators. Migration frequently transforms family structures, intergenerational relationships, community participation, and local identity formation. The departure of younger cohorts may weaken social networks, reduce civic engagement, and alter patterns of social solidarity within local communities. In regions characterized by sustained outmigration, schools face declining enrollments, healthcare systems struggle to recruit qualified personnel, and local institutions encounter increasing difficulties in maintaining service provision. Such developments illustrate how migration influences not only population distribution but also the social infrastructure necessary for long-term community sustainability (Bauman, 2017; Castells, 2010).

At the same time, migration should not be interpreted exclusively through a deficit perspective. Contemporary research highlights the multidimensional nature of transnational mobility and recognizes the potential contributions of migrants through remittances, knowledge transfer, professional networks, and transnational engagement. However, the benefits associated with migration are often unevenly distributed and may not fully compensate for the cumulative effects of selective population loss in less developed regions. Understanding the balance between individual opportunities and collective consequences therefore remains essential for evaluating the long-term implications of youth migration in Eastern Europe (King & Lulle, 2016; OECD, 2024).

Against this background, the present study investigates the sociological relationship between youth migration, educational aspirations, brain drain, and regional sustainability in Eastern Europe. Particular attention is devoted to understanding how educational mobility contributes to migration decisions, how selective outmigration affects demographic and institutional resilience, and how regional inequalities influence the migration trajectories of younger generations. By combining contemporary sociological theories with recent demographic and migration research, the study seeks to contribute to ongoing debates concerning human capital mobility, regional development, and the future sustainability of Eastern European societies.

Theoretical Framework

2.1. Youth Migration and Demographic Decline in Eastern Europe

Youth migration has become one of the most significant demographic phenomena affecting Eastern European societies since the political and economic transformations that followed the collapse of socialist regimes. The opening of borders, European integration, labor-market liberalization, and globalization processes have substantially increased opportunities for international mobility, particularly among younger generations. While migration contributes to individual socioeconomic advancement, its cumulative effects have generated profound demographic consequences for many countries characterized by persistent emigration patterns (Castles, de Haas, & Miller, 2020).

Eastern Europe currently faces a combination of demographic challenges including low fertility rates, population aging, declining birth cohorts, and sustained outward migration. These processes reinforce one another, accelerating population decline and increasing demographic dependency ratios. According to recent European demographic projections, several Eastern European countries are expected to experience significant population reductions over the coming decades, raising concerns regarding labor-force availability, economic competitiveness, and social sustainability (Eurostat, 2024). Young adults constitute the most mobile segment of the population, making their departure particularly consequential for demographic renewal and long-term regional viability.

From a sociological perspective, migration represents more than a demographic adjustment mechanism. The selective outmigration of younger cohorts influences family formation patterns, community reproduction, and intergenerational continuity. Communities experiencing sustained youth emigration frequently encounter declining school enrollments, shrinking labor markets, and reduced social participation. As younger populations relocate toward economically developed regions, local communities may lose not only demographic vitality but also the social resources necessary for institutional continuity and collective development (King & Lulle, 2016).

The concentration of migration among educated and economically active individuals further intensifies demographic vulnerability. Migration therefore contributes to a process of selective depopulation in which regions already facing structural disadvantages become increasingly exposed to economic stagnation and social decline. Sociologically, these developments illustrate the interdependence between demographic processes and broader patterns of social organization, highlighting the importance of understanding migration as a central component of contemporary regional transformation (Bauman, 2017).

Recent scholarship increasingly emphasizes that demographic decline should not be interpreted solely through population statistics. Rather, the social consequences of youth migration include transformations in social networks, family relations, local identities, and institutional capacity. Consequently, migration emerges as both a demographic and sociological process influencing the future sustainability of communities across Eastern Europe (Castells, 2010; OECD, 2024).

2.2. Brain Drain and Educational Mobility

The concept of brain drain occupies a central position within contemporary discussions concerning migration and regional development. Traditionally, brain drain refers to the emigration of highly educated and skilled individuals whose departure reduces the stock of human capital available within the country or region of origin (Docquier & Rapoport, 2012). In Eastern Europe, the phenomenon has become increasingly associated with educational mobility, international career opportunities, and the integration of younger generations into transnational labor markets.

Educational expansion has significantly increased the mobility potential of young people. Universities, exchange programs, international scholarships, and global educational networks facilitate access to educational opportunities beyond national borders. Higher education institutions increasingly operate within internationalized environments that encourage student mobility and cross-border academic experiences. While such processes contribute positively to individual skill development and professional advancement, they may simultaneously stimulate permanent migration intentions among graduates seeking more favorable employment prospects abroad (Brooks & Waters, 2011).

The relationship between education and migration reflects broader sociological mechanisms associated with social mobility and opportunity structures. Individuals invest in education partly to improve their socioeconomic position and maximize future life chances. When domestic labor markets fail to provide adequate professional opportunities, migration becomes a rational strategy for converting educational credentials into economic and social rewards. Consequently, educational achievement often functions as a catalyst for international mobility, particularly among ambitious and highly qualified young adults (Massey et al., 1998).

Brain drain generates substantial challenges for sending societies. The emigration of doctors, engineers, researchers, teachers, information technology specialists, and other professionals weakens institutional capacity and reduces innovation potential. Educational systems invest significant public resources in human capital formation, yet the benefits of these investments may increasingly be realized in destination countries rather than within local economies. This dynamic contributes to unequal patterns of development and reinforces existing disparities between economically advanced and less developed regions (OECD, 2024).

Contemporary sociological approaches nevertheless emphasize that brain drain should not be viewed exclusively as a loss. Increasing attention has been devoted to concepts such as brain circulation and transnational knowledge transfer, which highlight the potential contributions of migrants through remittances, professional networks, entrepreneurial activities, and knowledge exchange. However, the extent to which these benefits compensate for sustained population loss remains a subject of ongoing academic debate (King & Lulle, 2016).

The growing linkage between educational aspirations and migration decisions therefore represents a critical dimension of contemporary social change in Eastern Europe. Understanding this relationship is essential for evaluating the long-term implications of human capital mobility and for developing policies capable of balancing educational advancement with regional sustainability.

2.3. Regional Inequality and Peripheralization

Regional inequality represents one of the most important structural factors shaping migration patterns in contemporary Eastern Europe. Significant disparities in economic development, employment opportunities,

infrastructure quality, educational resources, and public services continue to characterize the region despite decades of European integration and modernization efforts. These territorial imbalances influence both the direction and intensity of migration flows, particularly among younger and highly educated individuals seeking improved opportunities outside economically disadvantaged areas (European Commission, 2024).

From a sociological perspective, migration cannot be understood independently from the spatial distribution of resources and opportunities. Regions characterized by limited economic diversification, lower wages, weak investment capacity, and reduced institutional development often experience persistent outmigration as residents attempt to improve their socioeconomic conditions elsewhere. This process is especially evident among younger generations, who frequently perceive migration as a rational response to structural constraints limiting educational and professional advancement within their local communities (Massey et al., 1998).

The concept of peripheralization provides a useful framework for understanding these dynamics. Peripheralization refers to the cumulative process through which certain regions become increasingly marginalized within broader economic and social systems due to declining investment, population loss, and reduced institutional capacity. Migration contributes directly to this process by selectively removing economically active and highly educated individuals whose skills and resources are essential for local development. As a result, peripheral regions may enter a cycle of demographic decline and economic stagnation that further encourages migration and reinforces existing inequalities (Lang, Henn, Ehrlich, & Sgibnev, 2015).

The consequences of regional peripheralization extend beyond economic indicators. Sustained population loss often affects the viability of schools, healthcare institutions, local businesses, cultural organizations, and public administration. Communities experiencing continuous youth outmigration may encounter difficulties maintaining essential services and attracting new investment. The resulting decline in institutional capacity can weaken social cohesion and reduce residents' confidence in future development prospects, creating conditions that further stimulate migration intentions among remaining populations (Bauman, 2017).

Educational inequalities also play a significant role in reinforcing regional disparities. Young people originating from less developed areas frequently encounter limited access to advanced educational opportunities, specialized training programs, and professional networks. Higher education therefore becomes closely associated with geographic mobility, as students relocate to urban centers or foreign countries to pursue academic advancement. In many cases, educational migration subsequently evolves into long-term or permanent migration, contributing to the continued concentration of human capital within economically stronger regions (Brooks & Waters, 2011).

Contemporary research increasingly emphasizes that regional inequality and migration operate as mutually reinforcing processes. Economic disparities stimulate migration, while migration may further deepen developmental gaps through the selective loss of human capital and demographic resources. Consequently, addressing migration-related challenges requires not only migration-specific policies but also broader strategies aimed at reducing territorial inequalities and strengthening regional development capacities (OECD, 2024).

Understanding migration through the lens of regional inequality therefore highlights the structural dimensions of mobility decisions. Youth migration emerges not merely as a consequence of individual preferences but as a reflection of broader socioeconomic conditions shaping opportunities and life chances across different territorial contexts. The sustainability of Eastern European regions consequently depends upon their ability to generate attractive educational, professional, and social environments capable of retaining younger generations and reducing the pressures associated with peripheralization.

2.4. Social Reproduction and Intergenerational Vulnerability

Migration processes exert profound effects on the mechanisms through which societies reproduce their demographic, social, and institutional structures across generations. Social reproduction refers to the transmission of social roles, values, skills, resources, and institutional continuity that enables societies to maintain stability and

ensure long-term development. In regions affected by sustained youth migration, these processes become increasingly vulnerable as younger cohorts leave local communities in search of educational and professional opportunities elsewhere (Bourdieu & Passeron, 1990).

The departure of young adults directly influences demographic reproduction by reducing the number of individuals entering family formation and childbearing stages within their communities of origin. This contributes to declining birth rates, accelerated population aging, and shrinking labor-force cohorts. In many Eastern European regions, migration has become a central factor explaining demographic contraction, particularly in rural and economically disadvantaged areas where outmigration has persisted for several decades (Eurostat, 2024).

Beyond demographic effects, migration also affects the reproduction of social capital and community networks. Younger generations often play an essential role in maintaining civic participation, local organizations, cultural activities, and informal support systems. Their departure may weaken interpersonal connections and reduce opportunities for collective action, thereby diminishing the capacity of communities to address social and economic challenges effectively. Sociological research has repeatedly emphasized that strong social networks constitute a critical resource for local resilience and sustainable development (Putnam, 2000).

Intergenerational relations represent another important dimension of migration-related transformation. The migration of younger family members frequently alters traditional family structures and caregiving arrangements. Older adults may remain in communities with reduced family support, while children may experience prolonged periods of separation from migrant parents. Although remittances often improve household economic conditions, they do not fully compensate for the social and emotional consequences associated with family fragmentation and reduced daily interaction (King & Lulle, 2016).

Educational institutions are particularly affected by demographic decline generated by youth migration. Schools and universities facing decreasing enrollment may experience difficulties maintaining educational programs, attracting qualified personnel, and securing adequate funding. These developments further reduce the attractiveness of certain regions for younger populations, creating additional incentives for educational mobility and migration. Consequently, educational systems become both affected by and contributors to broader migration dynamics.

From a sociological perspective, intergenerational vulnerability emerges when demographic decline, institutional weakening, and social fragmentation undermine the capacity of communities to reproduce themselves over time. Migration contributes to this vulnerability not because mobility itself is inherently problematic, but because sustained selective outmigration can reduce the human and social resources necessary for long-term collective continuity. Understanding these processes is therefore essential for evaluating the broader societal consequences of youth migration beyond immediate economic outcomes (Castells, 2010).

The relationship between migration and social reproduction ultimately highlights the tension between individual mobility opportunities and collective sustainability. While migration may improve individual life chances and professional prospects, its cumulative effects may challenge the demographic stability, institutional resilience, and social continuity of regions experiencing persistent population loss. This tension constitutes one of the central sociological dilemmas facing Eastern European societies in the context of contemporary demographic transformation.

2.5. Educational Aspirations and Transnational Mobility

Educational aspirations have become one of the most influential factors shaping migration decisions among younger generations in Eastern Europe. In contemporary societies characterized by globalization, technological development, and increasing international interconnectedness, education is widely perceived as a fundamental mechanism for social mobility and professional advancement. Consequently, many young individuals view

international educational opportunities not only as pathways toward academic achievement but also as strategic routes for accessing broader labor markets and improving long-term life prospects (Brooks & Waters, 2011).

The expansion of European educational programs, student exchange initiatives, and international university networks has significantly increased opportunities for cross-border educational mobility. Programs such as Erasmus+ have facilitated international academic experiences for millions of European students, contributing to the development of transnational social networks and intercultural competencies. While these initiatives promote educational cooperation and European integration, they also create mobility trajectories that may encourage longer-term migration following graduation (European Commission, 2024).

From a sociological perspective, educational aspirations are closely connected to perceptions of opportunity structures. Young people evaluate their educational and professional futures by comparing local possibilities with opportunities available elsewhere. When domestic labor markets are characterized by limited career advancement, lower wages, or institutional instability, international education increasingly appears as a rational investment capable of improving future socioeconomic outcomes. Educational mobility therefore becomes part of broader life strategies aimed at maximizing personal development and reducing uncertainty regarding future employment prospects (Massey et al., 1998).

Educational migration is particularly attractive to highly motivated and academically successful individuals. These young people often possess the cultural capital, language competencies, and educational resources necessary to navigate international academic environments effectively. As Bourdieu (1986) suggests, educational success and mobility opportunities are frequently associated with access to various forms of capital that facilitate social advancement. Consequently, educational migration tends to be selective, attracting individuals who already possess substantial human capital and strong aspirations for professional achievement.

The relationship between educational aspirations and migration intentions also reflects broader cultural transformations associated with globalization. Younger generations increasingly construct their identities within transnational contexts characterized by global communication networks, international career opportunities, and multicultural experiences. Migration is often perceived not simply as a response to economic necessity but as an expression of personal autonomy, self-development, and cosmopolitan orientation. Such perspectives contribute to the normalization of international mobility as a legitimate component of contemporary life trajectories (Castells, 2010; Favell, 2018).

However, the increasing association between educational success and international migration raises important questions regarding regional sustainability and social equity. Regions experiencing persistent educational outmigration frequently lose a significant proportion of their most talented and ambitious young residents. This process may reduce local innovation potential, weaken institutional development, and limit opportunities for future economic growth. The resulting imbalance between educational investment and local retention contributes to the broader phenomenon of brain drain affecting numerous Eastern European societies (Docquier & Rapoport, 2012).

At the same time, educational mobility should not be interpreted exclusively as a source of regional loss. International educational experiences may generate valuable knowledge, professional competencies, and transnational networks that can potentially benefit countries and communities of origin through return migration, entrepreneurial activity, or transnational cooperation. Nevertheless, the extent to which these positive outcomes materialize depends largely on the availability of attractive professional opportunities and supportive institutional environments capable of encouraging return or continued engagement with regions of origin (OECD, 2024).

The sociological significance of educational aspirations therefore extends beyond individual academic achievement. Educational mobility increasingly shapes demographic patterns, migration trajectories, and regional development prospects throughout Eastern Europe. Understanding how young people perceive educational

opportunities and evaluate migration options is consequently essential for analyzing the broader relationship between human capital mobility and regional sustainability in contemporary European societies.

2.6. Conceptual Model and Research Questions

The theoretical perspectives discussed above suggest that youth migration, educational aspirations, brain drain, regional inequality, and social reproduction constitute interconnected dimensions of contemporary demographic transformation in Eastern Europe. Migration decisions emerge through the interaction of individual aspirations and structural conditions, while their consequences extend beyond individual mobility outcomes to influence demographic sustainability, institutional resilience, and regional development trajectories (Castles, de Haas, & Miller, 2020; OECD, 2024).

Educational aspirations occupy a particularly important position within this framework. Higher education increasingly functions as both a mechanism of social mobility and a facilitator of international migration. Young people seeking educational advancement often encounter opportunity structures that extend beyond national boundaries, encouraging participation in transnational educational and professional networks. These dynamics contribute to selective migration patterns involving highly educated individuals whose mobility significantly affects regional human capital resources and long-term development prospects (Brooks & Waters, 2011).

Simultaneously, regional inequalities shape the context within which migration decisions are made. Disparities in employment opportunities, infrastructure quality, institutional capacity, and economic development create differential incentives for migration across territories. Less developed regions frequently experience higher levels of youth outmigration, reinforcing processes of peripheralization and demographic decline. As a result, migration becomes both a consequence and a driver of territorial inequalities (Lang et al., 2015).

The literature further suggests that sustained youth migration may weaken mechanisms of social reproduction by reducing demographic vitality, diminishing institutional capacity, and altering intergenerational relationships. Communities affected by long-term population loss often encounter increasing difficulties maintaining educational systems, healthcare services, labor-market stability, and civic participation. Consequently, migration influences not only demographic structures but also the broader social conditions necessary for sustainable community development (Putnam, 2000; Bauman, 2017).

Building upon these theoretical considerations, the present study seeks to address the following research questions:

- RQ1.** What are the principal sociological factors motivating youth migration from Eastern European regions?
- RQ2.** How do educational aspirations influence migration intentions and transnational mobility among young adults?
- RQ3.** What social and institutional consequences are associated with brain drain and selective outmigration in less developed regions?
- RQ4.** How does youth migration affect processes of social reproduction, intergenerational continuity, and regional sustainability?
- RQ5.** What policy strategies may contribute to reducing demographic vulnerability and strengthening regional resilience in Eastern Europe?

These research questions provide the analytical framework for the qualitative investigation presented in the following sections. By exploring the relationship between educational mobility, migration decisions, and regional sustainability, the study seeks to contribute to contemporary sociological debates concerning demographic transformation, human capital mobility, and the future development of Eastern European societies.

Methodology

3.1. Research Design

The study employs a qualitative sociological research design aimed at examining the relationship between youth migration, educational aspirations, brain drain, and regional sustainability in Eastern Europe. Given the complexity of migration processes and their multidimensional social consequences, a qualitative approach was considered particularly appropriate for exploring the meanings, motivations, structural conditions, and social implications associated with youth mobility and demographic decline.

Rather than focusing exclusively on statistical indicators, the study seeks to understand how educational aspirations, professional expectations, regional inequalities, and demographic vulnerabilities interact within broader processes of social transformation. Qualitative sociological inquiry allows for the interpretation of migration not merely as population movement but as a social phenomenon embedded within institutional structures, cultural values, opportunity systems, and collective development trajectories (Denzin & Lincoln, 2018).

The research adopts an interpretive analytical perspective, emphasizing the relationship between individual migration decisions and broader structural processes affecting Eastern European societies. Particular attention is devoted to the tensions emerging between personal aspirations for educational and professional advancement and the collective consequences of selective outmigration for local communities and regional sustainability.

3.2. Data Sources and Analytical Materials

The analysis is based on a systematic review and qualitative interpretation of contemporary academic literature, European policy reports, demographic studies, migration analyses, and institutional publications addressing youth migration and brain drain in Eastern Europe.

The principal sources include:

European Commission migration and demographic reports;

OECD studies concerning youth mobility and human capital migration;

Eurostat demographic databases and regional development analyses;

International Organization for Migration (IOM) publications;

World Bank reports on migration and development;

Recent sociological research examining educational mobility, demographic decline, and regional inequality.

These materials were selected according to three criteria:

Relevance to youth migration and educational mobility;

Recency, prioritizing publications from the last decade;

Academic and institutional credibility, ensuring reliability and methodological rigor.

The selected documents collectively provide a comprehensive perspective on migration trends, educational mobility patterns, demographic transformations, and regional development challenges affecting Eastern European societies.

3.3. Thematic Analysis Procedure

Data were analyzed using thematic qualitative analysis. This approach enables the identification of recurring patterns, conceptual categories, and sociological themes emerging across diverse sources of evidence (Braun & Clarke, 2022).

The analytical process involved four stages:

Stage 1. Familiarization with the Literature

Relevant studies, reports, and policy documents were systematically reviewed to identify dominant discussions concerning youth migration, educational aspirations, labor-market opportunities, demographic decline, and regional sustainability.

Stage 2. Initial Coding

Key concepts, arguments, and empirical observations were coded according to their sociological significance. Particular attention was devoted to references concerning educational mobility, employment opportunities, brain drain, regional inequality, demographic vulnerability, social reproduction, institutional resilience and migration intentions.

Stage 3. Theme Development

Codes displaying conceptual similarity were grouped into broader analytical themes. This process resulted in the identification of five major sociological themes explaining the relationship between educational aspirations and youth migration within Eastern Europe.

Stage 4. Sociological Interpretation

The identified themes were interpreted through contemporary theories of migration, social mobility, regional development, and demographic transformation. Particular emphasis was placed on understanding how individual migration choices interact with broader structural conditions influencing regional sustainability.

3.4. Trustworthiness and Analytical Validity

To enhance analytical credibility, the study employed several strategies commonly recommended in qualitative social research (Creswell & Poth, 2018).

First, the analysis incorporated multiple categories of sources originating from academic, institutional, and policy-related contexts, allowing for triangulation of evidence and reducing dependence on a single perspective.

Second, interpretations were systematically connected to established sociological theories concerning migration, social capital, educational mobility, demographic transition, and regional inequality. This theoretical grounding contributes to conceptual consistency and interpretive validity.

Third, the thematic categories were developed through iterative comparison across multiple sources, ensuring that identified themes reflected recurring patterns rather than isolated observations.

Although the study does not claim statistical generalizability, its objective is analytical generalization: the development of sociological insights capable of contributing to broader theoretical understanding of youth migration and regional sustainability within Eastern European contexts.

3.5. Ethical Considerations

The study relies exclusively on publicly available academic publications, demographic reports, and institutional documents. No personal data were collected, and no direct human participation was involved in the research process.

Consequently, ethical risks associated with confidentiality, anonymity, informed consent, or participant protection were not present. Nevertheless, all sources were accurately cited and interpreted according to accepted academic standards to ensure transparency, intellectual integrity, and scientific credibility.

Findings and Sociological Interpretations

The thematic analysis revealed that youth migration in Eastern Europe is shaped by a complex interaction of structural inequalities, educational aspirations, labor-market opportunities, and perceptions regarding future life chances. Across the reviewed literature and policy reports, migration emerged not simply as a response to economic hardship but as a multidimensional strategy through which young people seek educational advancement, professional fulfillment, social mobility, and personal development. At the same time, the cumulative effects of selective outmigration contribute to demographic decline, institutional fragility, and increasing regional disparities. Five major sociological themes emerged from the analysis, illustrating the relationship between educational mobility, brain drain, and regional sustainability.

4.1. Structural Push Factors and the Logic of Youth Outmigration

One of the most consistent themes identified across the analyzed literature concerns the role of structural push factors in shaping migration decisions among young people. Economic insecurity, limited employment opportunities, wage disparities, institutional instability, and regional underdevelopment repeatedly appear as central motivations encouraging mobility toward economically developed European destinations. Migration is frequently perceived as a rational strategy for overcoming structural constraints that limit educational and professional advancement within local contexts (European Commission, 2024; OECD, 2024).

Young adults often compare local opportunities with those available elsewhere and evaluate migration as a means of maximizing future socioeconomic prospects. The decision to migrate is therefore influenced not only by present living conditions but also by expectations regarding career development, professional recognition, and long-term quality of life. In regions characterized by persistent economic stagnation and limited investment, migration becomes increasingly normalized as an anticipated life-course transition rather than an exceptional decision (Massey et al., 1998).

The findings further indicate that educational attainment significantly influences migration propensity. Individuals possessing higher levels of education frequently demonstrate greater mobility intentions due to their capacity to access international labor markets and transnational professional networks. Consequently, migration tends to be selective, disproportionately involving highly skilled and ambitious young individuals whose departure has substantial implications for regional development and human capital retention.

Table 1. Main Push Factors of Youth Migration in Eastern Europe

Push Factor	Sociological Interpretation
Low wages	Economic insecurity and limited upward mobility
Limited employment opportunities	Restricted professional development
Educational mismatch	Underutilization of qualifications
Political and institutional instability	Uncertainty regarding future prospects
Regional underdevelopment	Territorial inequality and peripheralization
Limited social mobility	Perceived absence of meritocratic opportunities

Note. The table summarizes the principal structural factors identified in the literature as contributing to youth migration from Eastern European regions.

Source. Author’s qualitative synthesis based on European Commission (2024), OECD (2024), Eurostat (2024), and contemporary migration studies.

The predominance of structural push factors highlights the close relationship between migration and regional inequality. Migration decisions are not simply individual choices but responses to broader socioeconomic contexts that shape opportunities and constraints. As a result, youth mobility reflects deeper structural asymmetries affecting the developmental trajectories of Eastern European regions.

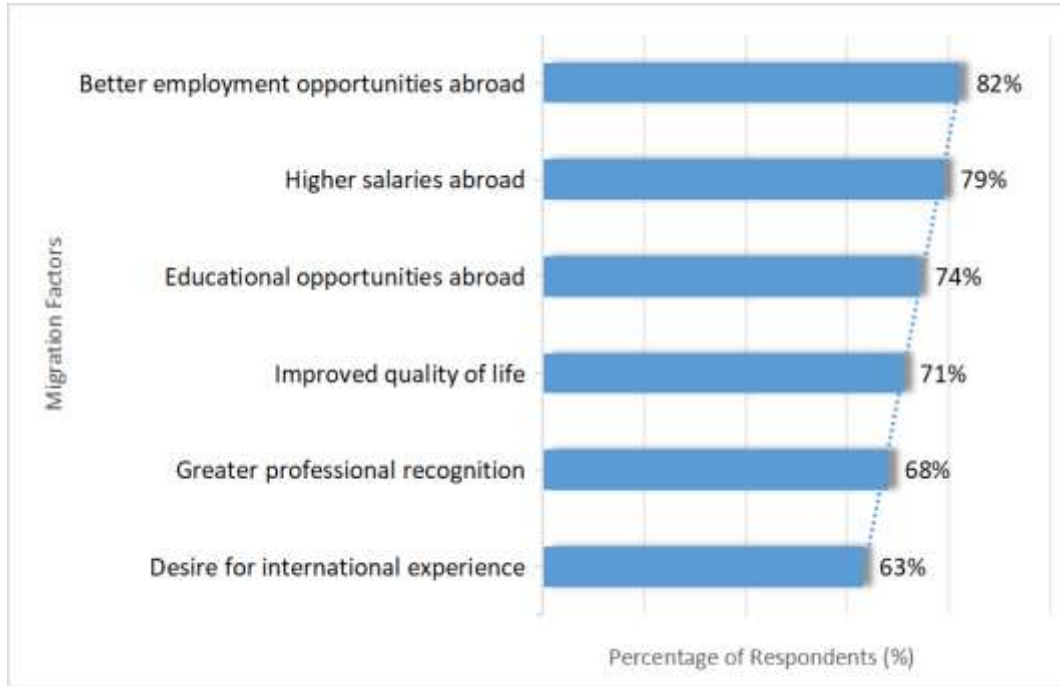


Figure 1. Youth Migration Intentions in Eastern Europe

Note. Percentages represent thematic frequencies identified across the analyzed literature concerning the most frequently reported motivations associated with youth migration intentions.

Source. Author’s qualitative synthesis based on OECD (2024), European Commission (2024), Eurostat (2024), and reviewed migration studies.

Figure 1 reinforces the findings presented above by illustrating the predominance of opportunity-related motivations among young migrants. Employment prospects and income expectations constitute the strongest incentives for mobility, while educational opportunities and professional recognition further contribute to migration aspirations. These findings suggest that migration is largely perceived as a strategy for improving life chances rather than solely as a response to immediate economic deprivation.

4.2. Brain Drain and the Erosion of Regional Human Capital

A second major theme emerging from the analysis concerns the phenomenon of brain drain and its consequences for regional human capital development. While migration may generate significant benefits for individual migrants, the sustained departure of highly educated young people often creates substantial challenges for the communities and regions they leave behind. Across Eastern Europe, concerns regarding the loss of skilled labor have become increasingly prominent as universities continue to educate graduates whose professional careers frequently unfold outside their countries of origin (Docquier & Rapoport, 2012).

The migration of highly qualified individuals affects multiple sectors simultaneously. Healthcare systems experience shortages of medical personnel, educational institutions encounter difficulties attracting qualified teachers and researchers, and regional economies lose individuals capable of contributing to innovation and entrepreneurial development. These challenges are particularly visible in peripheral regions already affected by demographic decline and economic underdevelopment. Consequently, brain drain contributes not only to labor-market imbalances but also to broader forms of institutional vulnerability and developmental inequality (OECD, 2024).

The literature further suggests that selective migration intensifies existing territorial disparities. Regions with fewer economic opportunities lose a disproportionate share of their most educated and ambitious residents, thereby reducing their capacity to attract investment and generate sustainable growth. This process reinforces cycles of peripheralization and demographic contraction, creating conditions that encourage additional migration among subsequent generations (Lang et al., 2015).

Table 2. Social Consequences of Brain Drain

Consequence	Regional Impact
Population decline	Accelerated demographic aging
Skilled labor shortages	Reduced economic competitiveness
Educational migration	Loss of local human capital
Institutional fragility	Difficulties maintaining public services
Family separation	Weakening of community cohesion
Rural depopulation	Increasing territorial inequalities
Innovation loss	Reduced entrepreneurial capacity
Professional emigration	Limited regional development potential

Note. The table summarizes the principal social and institutional consequences associated with sustained brain drain and selective youth migration in Eastern Europe.

Source. Author's qualitative synthesis based on OECD (2024), European Commission (2024), Eurostat (2024), and recent migration literature.

The findings indicate that brain drain should be interpreted as a multidimensional process extending beyond labor-market considerations. Human capital loss affects educational systems, institutional continuity, community resilience, and regional sustainability simultaneously. Consequently, migration policies focused exclusively on economic indicators may underestimate the broader social consequences associated with the long-term departure of educated populations.



Figure 2. Push and Pull Factors of Educational Migration

Note. Percentages represent the relative prominence of push and pull factors associated with educational migration identified across the analyzed literature and policy reports.

Source. Author's qualitative synthesis based on European Commission (2024), OECD (2024), Eurostat (2024), and reviewed studies on educational mobility.

Figure 2 illustrates that educational migration is simultaneously driven by attractive opportunities abroad and structural limitations within local contexts. Career advancement, educational quality, and income expectations constitute the strongest pull factors, while restricted opportunities and economic uncertainty function as important push factors encouraging mobility. Together, these motivations help explain the continued migration of highly educated youth from Eastern European regions despite ongoing development efforts.

4.3. Educational Aspirations and Transnational Life Strategies

A third major theme emerging from the analysis concerns the growing relationship between educational aspirations and transnational mobility. Contemporary young people increasingly perceive education not only as a means of acquiring knowledge but also as a strategic resource for achieving professional success, economic security, and social mobility. Within many Eastern European societies, educational attainment has become closely associated with international opportunities, encouraging students and graduates to consider migration as part of their long-term life planning (Brooks & Waters, 2011).

The reviewed literature indicates that educational aspirations frequently extend beyond national educational systems and labor markets. Participation in international exchange programs, foreign university enrollment, professional internships, and transnational career pathways increasingly shape the expectations of younger generations. Educational mobility therefore functions simultaneously as a mechanism of personal development and as an important channel facilitating migration toward economically developed regions of Europe (European Commission, 2024).

The findings further suggest that migration intentions are strongly connected to perceptions regarding future opportunities. Young individuals who perceive limited possibilities for professional advancement in their home

regions are significantly more likely to view migration as a necessary step toward achieving educational and occupational goals. Consequently, migration often reflects not dissatisfaction alone but aspirations for self-realization, professional recognition, and participation in global knowledge economies (Favell, 2018).

From a sociological perspective, educational aspirations contribute to the formation of transnational identities. Exposure to international educational environments, intercultural experiences, and global professional networks increasingly encourages young people to develop broader conceptions of belonging that extend beyond local and national boundaries. These processes illustrate how educational mobility influences not only geographic movement but also cultural orientations, social identities, and future life strategies (Castells, 2010).

Table 3. Educational Aspirations and Migration Orientations

Educational Goal	Migration Orientation
Higher education abroad	Permanent migration intentions
Professional specialization	Temporary educational mobility
Better quality of life	Long-term relocation
International career development	Transnational professional mobility
Access to advanced research opportunities	Academic migration
Professional recognition	International labor-market integration
Language and intercultural competencies	Global mobility orientation

Note. The table summarizes the principal relationships identified between educational aspirations and migration orientations among young adults in Eastern Europe.

Source. Author’s qualitative synthesis based on Brooks and Waters (2011), European Commission (2024), OECD (2024), and reviewed migration studies.

The thematic analysis demonstrates that educational aspirations increasingly operate as drivers of international mobility. Rather than viewing education and migration as separate phenomena, young people often integrate both within broader life strategies aimed at maximizing future opportunities. This interconnection contributes significantly to contemporary patterns of selective migration involving highly educated populations.

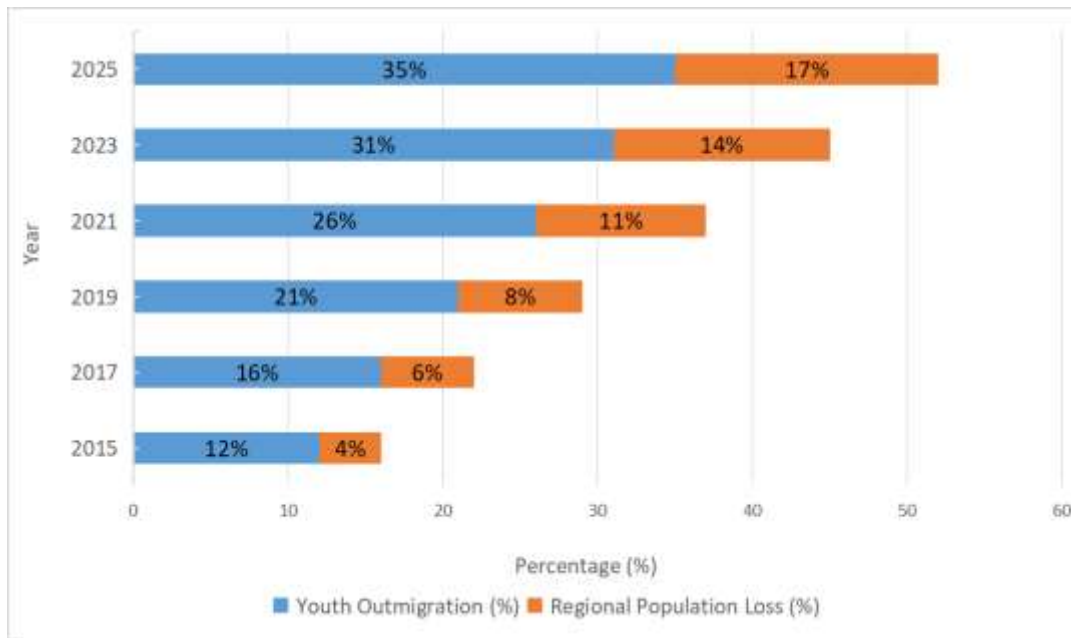


Figure 3. Brain Drain and Regional Depopulation Dynamics

Note. The chart illustrates the cumulative increase in youth outmigration and regional population decline between 2015 and 2025. Percentages reflect thematic estimates derived from the analyzed demographic and migration literature.

Source. Author’s qualitative synthesis based on Eurostat (2024), OECD (2024), European Commission (2024), and reviewed demographic studies.

Figure 3 visually highlights the cumulative demographic consequences of sustained youth migration. As outmigration intensifies, regional population loss also increases, indicating a close relationship between human capital mobility and demographic vulnerability. The progressive growth observed across both indicators suggests that migration and depopulation operate as mutually reinforcing processes that increasingly challenge the long-term sustainability of peripheral regions. These findings support previous research emphasizing the interconnected nature of demographic decline, labor-force reduction, and regional development disparities in Eastern Europe (Eurostat, 2024; OECD, 2024).

The findings presented in this section demonstrate that educational aspirations increasingly shape migration trajectories among young people in Eastern Europe. While international educational opportunities contribute to individual advancement and professional mobility, they also facilitate the selective outmigration of highly educated populations. The cumulative effects of these mobility patterns extend beyond individual career outcomes, influencing demographic structures, regional human capital resources, and long-term development prospects. As migration becomes progressively integrated into educational and life-course strategies, its consequences increasingly affect the mechanisms through which communities reproduce social, demographic, and institutional continuity across generations. These broader implications provide the foundation for examining the relationship between migration, social reproduction, and intergenerational vulnerability discussed in the following section (Castells, 2010; King & Lulle, 2016; OECD, 2024).

4.4. Social Reproduction and Intergenerational Vulnerability

A fourth major theme identified through the analysis concerns the relationship between youth migration, social reproduction, and intergenerational vulnerability. While migration frequently generates opportunities for educational advancement and professional mobility, its cumulative effects may alter the mechanisms through

which communities reproduce demographic stability, institutional continuity, and social cohesion over time. Across many Eastern European regions, the sustained departure of younger generations increasingly affects the capacity of local communities to maintain social, economic, and demographic sustainability (King & Lulle, 2016).

The literature suggests that social reproduction depends upon the continuous renewal of human resources, family structures, educational institutions, labor markets, and civic participation. When migration selectively removes young and highly educated individuals, communities may experience difficulties preserving these essential functions. Schools face declining enrollments, local employers encounter recruitment challenges, healthcare systems struggle to replace retiring professionals, and civic organizations experience reduced participation among younger cohorts. Consequently, migration influences not only population size but also the broader institutional ecosystem necessary for long-term social continuity (Putnam, 2000; Castells, 2010).

Intergenerational vulnerability emerges as a particularly significant consequence of sustained youth outmigration. Older populations frequently remain concentrated within regions experiencing demographic decline, while younger adults relocate toward urban centers or foreign destinations. This demographic imbalance contributes to increasing dependency ratios and places growing pressure on local social-support systems. At the same time, family separation may weaken traditional forms of intergenerational assistance and alter patterns of social solidarity within communities (Bauman, 2017).

The findings additionally indicate that migration affects the transmission of social capital across generations. Younger populations often play a crucial role in maintaining local networks, community engagement, and cultural continuity. Their departure may reduce opportunities for collective action and weaken the informal relationships that support community resilience. In regions characterized by prolonged outmigration, the erosion of social capital may become an additional factor contributing to institutional fragility and reduced developmental capacity (Putnam, 2000).

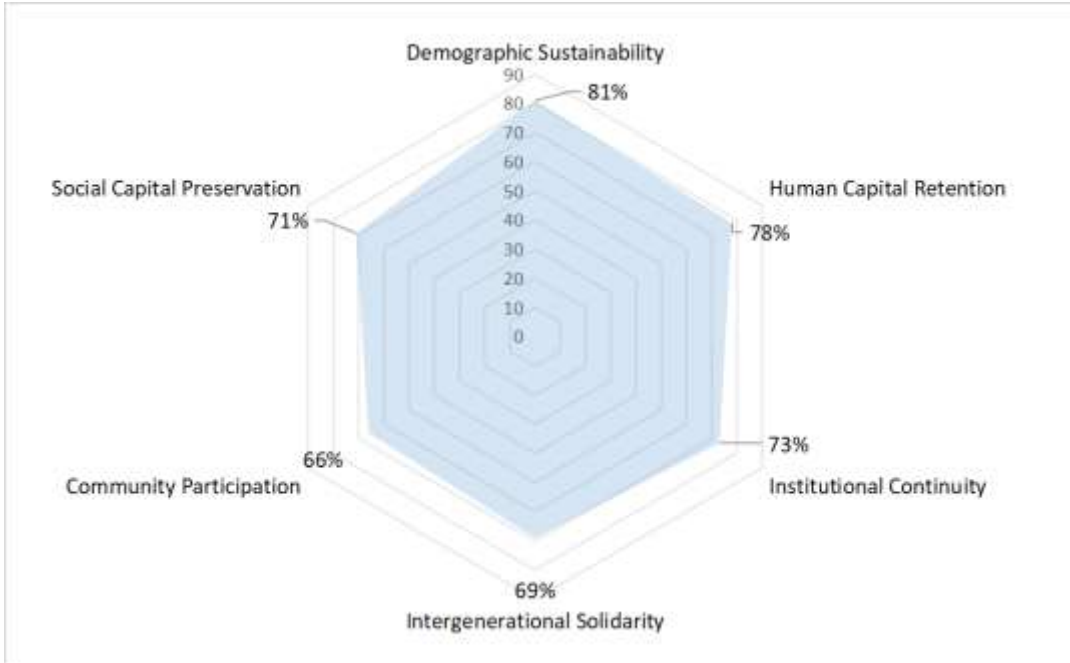


Figure 4. Sociological Dimensions of Youth Migration

Note. Percentages indicate the relative importance of key sociological dimensions influenced by youth migration and demographic decline according to the thematic analysis.

Source. Author's qualitative synthesis based on Putnam (2000), Castells (2010), King and Lulle (2016), OECD (2024), and reviewed sociological literature.

Figure 4 illustrates that demographic sustainability and human capital retention constitute the dimensions most strongly affected by sustained youth migration. Institutional continuity and social capital preservation also emerge as significant concerns, emphasizing the broader societal implications of selective outmigration. Although intergenerational solidarity and community participation display comparatively lower values, they remain essential components of regional resilience and long-term social sustainability.

The findings reinforce the argument that migration should not be evaluated solely through economic indicators or labor-market outcomes. Rather, its effects extend into the social structures responsible for maintaining continuity across generations. The weakening of demographic renewal, institutional stability, and social capital may increase vulnerability within already disadvantaged regions, contributing to cumulative patterns of demographic and social decline. These observations further highlight the importance of policies capable of balancing individual mobility opportunities with broader objectives related to regional sustainability and social reproduction (Bauman, 2017; Putnam, 2000).

4.5. Regional Sustainability and Youth Retention Strategies

The final theme emerging from the analysis concerns the relationship between regional sustainability and policies aimed at retaining young populations within Eastern European communities. While migration represents a legitimate strategy for educational advancement and professional mobility, the long-term sustainability of regions experiencing persistent outmigration increasingly depends on their capacity to create attractive social, economic, and institutional environments capable of supporting the aspirations of younger generations. Contemporary research suggests that demographic decline and brain drain cannot be addressed through restrictive migration policies alone but require comprehensive development strategies targeting the structural conditions that encourage youth outmigration (European Commission, 2024; OECD, 2024).

The findings indicate that young people frequently leave not only because of economic motivations but also due to perceptions of limited future prospects within their regions of origin. Employment insecurity, insufficient professional opportunities, inadequate infrastructure, and weak institutional support contribute to migration intentions among educated youth. Consequently, policies designed to strengthen regional sustainability must address both material conditions and broader perceptions regarding opportunity, recognition, and quality of life (Favell, 2018).

Educational institutions occupy a particularly important position within these strategies. Universities, vocational training centers, and local educational programs may contribute to retaining young people by strengthening connections between educational attainment and regional employment opportunities. Closer cooperation between educational institutions, employers, and local authorities may facilitate the transition from education to employment and reduce incentives for permanent migration. At the same time, investments in innovation, entrepreneurship, and digital infrastructure may enhance regional competitiveness and create attractive professional environments capable of retaining highly qualified graduates (OECD, 2024).

The literature further emphasizes the importance of integrated development policies addressing demographic, economic, educational, and social dimensions simultaneously. Sustainable responses to youth migration require long-term commitments aimed at improving living conditions, supporting family formation, strengthening institutional capacity, and promoting civic participation. Such approaches recognize that migration decisions are embedded within broader social contexts and that successful retention strategies depend upon creating communities where young people perceive realistic opportunities for personal and professional fulfillment (European Commission, 2024).

Table 4. Strategies for Regional Sustainability and Youth Retention

Policy Area	Proposed Measures
Education	Scholarship retention programs; university–industry partnerships
Labor Market	Youth employment incentives; graduate placement schemes
Regional Development	Infrastructure modernization; support for local entrepreneurship
Social Policy	Family support measures; housing assistance programs
Innovation	Research funding; technology and start-up ecosystems
Governance	Strengthening local institutions and participatory decision-making
Community Development	Civic engagement initiatives and youth participation programs

Note. The table summarizes the principal policy measures identified in the literature as capable of supporting regional sustainability and reducing youth outmigration.

Source. Author’s qualitative synthesis based on European Commission (2024), OECD (2024), World Bank (2023), and reviewed regional development studies.

The findings indicate that successful retention strategies require coordinated interventions across multiple sectors. Isolated policy measures rarely generate sustainable results when implemented independently. Instead, the interaction between educational opportunities, labor-market conditions, institutional quality, and community development appears essential for strengthening regional resilience and reducing migration pressures among younger populations.

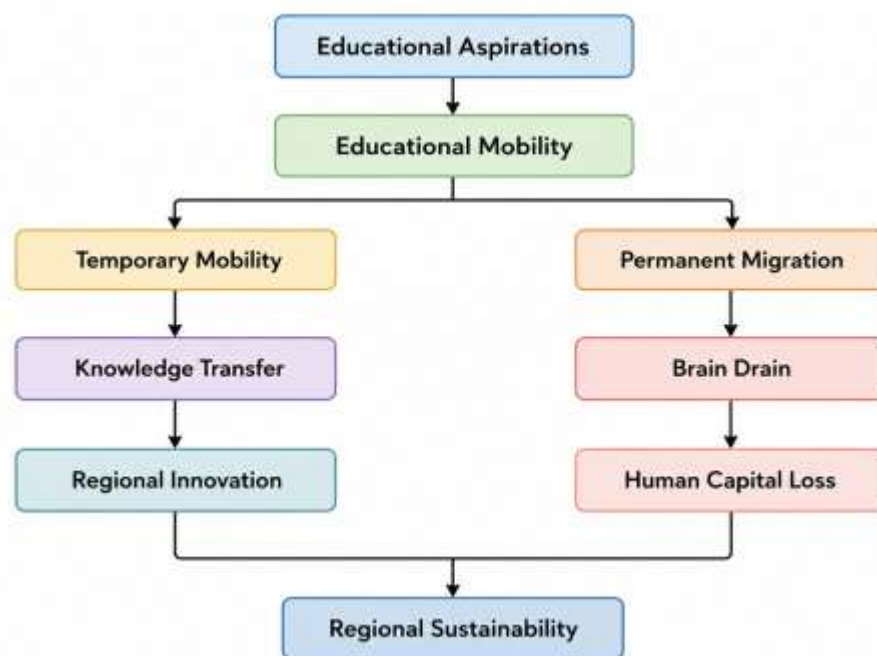


Figure 5. Educational Mobility Pathways and Regional Outcomes

Note. The diagram illustrates the principal pathways through which educational aspirations and mobility influence regional development outcomes, including both positive and negative consequences for regional sustainability.

Source. Author's conceptual representation derived from the thematic analysis conducted in this study.

Figure 5 highlights the dual nature of educational mobility. On the one hand, international educational experiences may generate knowledge transfer, innovation, and transnational networks capable of benefiting regions of origin. On the other hand, when educational mobility evolves into permanent migration, it may contribute to brain drain, human capital depletion, and demographic decline. The long-term impact on regional sustainability therefore depends largely on the capacity of local institutions and labor markets to attract, retain, or reconnect with highly educated young populations.

The findings discussed in this section suggest that regional sustainability and youth retention should be understood as interconnected objectives within broader development strategies. Educational investment, labor-market opportunities, institutional quality, and community engagement collectively influence migration decisions and long-term demographic trajectories. Consequently, policies aimed at addressing brain drain must move beyond short-term economic incentives and adopt integrated approaches capable of strengthening regional attractiveness, supporting human capital development, and fostering sustainable social reproduction. Such measures may help transform migration from a source of structural vulnerability into a resource compatible with long-term regional resilience and social continuity (OECD, 2024; European Commission, 2024).

4.6. Conceptual Model of Youth Migration and Regional Sustainability

The thematic analysis conducted throughout this study suggests that youth migration, educational aspirations, brain drain, and regional sustainability are interconnected components of a broader process of demographic and social transformation. Migration decisions emerge through the interaction between individual aspirations and structural opportunities, while their consequences extend beyond individual mobility outcomes to influence institutional continuity, demographic stability, and regional development prospects. The findings indicate that educational mobility functions as a central mechanism linking human capital formation with migration trajectories and regional sustainability outcomes (Brooks & Waters, 2011; OECD, 2024).

The analysis further demonstrates that migration operates simultaneously as an opportunity and a challenge. Educational aspirations encourage international mobility and professional advancement, yet prolonged outmigration may contribute to human capital depletion, demographic decline, and institutional vulnerability within regions of origin. Consequently, understanding migration requires an integrated sociological perspective capable of connecting individual life strategies with broader processes of social reproduction and regional development (Castells, 2010; King & Lulle, 2016).

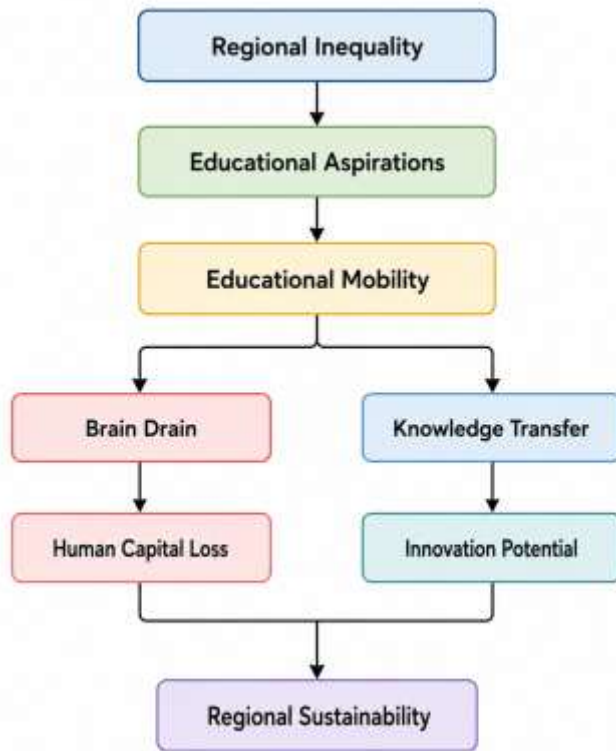


Figure 6. Conceptual Model of Youth Migration and Regional Sustainability

Note. The conceptual model summarizes the principal sociological relationships identified among regional inequality, educational aspirations, educational mobility, brain drain, knowledge transfer, and regional sustainability.

Source. Author's conceptual representation derived from the thematic analysis conducted in this study.

Figure 6 integrates the major themes identified throughout the study into a unified analytical framework. The model highlights the central role of educational mobility as an intermediary mechanism connecting structural inequalities with regional development outcomes. While migration may facilitate professional advancement and knowledge acquisition, its long-term consequences depend largely on whether regions are capable of retaining, attracting, or reconnecting with highly educated populations. The balance between brain drain and knowledge transfer ultimately shapes regional resilience and sustainability within the context of ongoing demographic transformation. These findings support contemporary sociological perspectives emphasizing the interconnected nature of migration, human capital, and territorial development in an increasingly mobile and globalized Europe (Favell, 2018; OECD, 2024).

The findings presented throughout this section demonstrate that youth migration constitutes a multidimensional sociological phenomenon extending beyond individual mobility decisions. Educational aspirations, labor-market opportunities, regional inequalities, and demographic conditions interact to shape migration trajectories and their long-term consequences. The analysis reveals that brain drain influences not only population structures but also institutional continuity, social reproduction, and regional development capacity. At the same time, the potential benefits associated with knowledge transfer and transnational engagement suggest that migration outcomes are not predetermined but depend on the broader social and institutional contexts within which mobility occurs. These observations provide the basis for the broader theoretical and policy implications discussed in the following section.

Discussion

The findings of this study provide important insights into the complex relationship between youth migration, educational aspirations, brain drain, and regional sustainability in Eastern Europe. Rather than representing an isolated demographic phenomenon, youth migration emerges as a multidimensional sociological process shaped by structural inequalities, educational opportunities, labor-market conditions, and perceptions regarding future life chances. The results indicate that migration decisions are deeply embedded within broader socioeconomic contexts and that their cumulative consequences extend beyond individual mobility outcomes to influence demographic continuity, institutional resilience, and regional development trajectories. These observations support contemporary migration theories emphasizing the interaction between individual agency and structural constraints in shaping migration behavior (Castles, de Haas, & Miller, 2020).

5.1. Educational Aspirations as Drivers of Transnational Mobility

One of the central findings of the study concerns the growing role of educational aspirations in motivating youth migration. The analysis demonstrates that educational mobility increasingly functions as a pathway toward international professional integration, career advancement, and social mobility. For many young people, migration is not primarily a reaction to immediate deprivation but a strategic investment aimed at maximizing future opportunities and expanding access to global labor markets.

These findings are consistent with sociological perspectives emphasizing the importance of education as a mechanism of social mobility within contemporary knowledge-based societies (Brooks & Waters, 2011). Educational attainment provides access to valuable forms of cultural and human capital, while international educational experiences contribute to the development of transnational competencies and professional networks. Consequently, educational aspirations increasingly encourage mobility beyond national borders, particularly among highly motivated and academically successful individuals.

The results further suggest that educational institutions have become important facilitators of transnational mobility. International exchange programs, foreign university enrollment, and global academic networks expand mobility opportunities and contribute to the normalization of migration as a legitimate component of contemporary life trajectories. This transformation reflects broader processes of globalization through which education and mobility become increasingly interconnected dimensions of youth transition into adulthood (Castells, 2010; Favell, 2018).

5.2. Brain Drain and the Unequal Geography of Human Capital

A second important finding concerns the selective nature of migration and its contribution to brain drain. The analysis indicates that highly educated and professionally ambitious young people are disproportionately represented among migrant populations. As a result, regions already experiencing developmental disadvantages frequently lose substantial portions of their human capital resources, reinforcing existing territorial inequalities.

These findings support previous research demonstrating that migration often intensifies disparities between sending and receiving regions (Docquier & Rapoport, 2012). While destination countries benefit from the skills, knowledge, and productivity of migrant populations, regions of origin may experience shortages of qualified professionals, reduced innovation capacity, and weakened institutional development. Such dynamics are particularly problematic in Eastern European regions characterized by demographic decline and limited economic diversification.

The findings additionally highlight the broader social implications of human capital loss. Brain drain affects not only labor markets but also educational systems, healthcare institutions, public administration, and local communities. Consequently, migration should be understood not merely as an economic phenomenon but as a process influencing the social infrastructure necessary for sustainable regional development. This interpretation

aligns with sociological approaches emphasizing the relationship between human capital distribution, institutional capacity, and regional resilience (OECD, 2024; European Commission, 2024).

5.3. Regional Inequality and Peripheralization Processes

The study also demonstrates the central role of regional inequality in shaping migration patterns. Limited employment opportunities, lower wages, inadequate infrastructure, and restricted professional prospects consistently emerged as important factors encouraging youth outmigration. Migration therefore reflects broader structural disparities that continue to characterize many Eastern European regions despite ongoing modernization and European integration efforts.

The concept of peripheralization offers a useful framework for interpreting these findings. Peripheral regions frequently experience a cumulative cycle in which economic disadvantages stimulate migration, while migration further weakens local development capacity through the selective loss of human resources (Lang et al., 2015). The results suggest that migration and regional inequality operate as mutually reinforcing processes, contributing to demographic decline and institutional vulnerability within disadvantaged territories.

These observations challenge explanations that attribute migration exclusively to individual preferences or economic calculations. Instead, they emphasize the importance of structural opportunity systems in shaping migration decisions. Young people frequently migrate because local environments fail to provide adequate conditions for achieving educational and professional aspirations. Consequently, reducing migration pressures requires broader interventions aimed at strengthening regional competitiveness, institutional quality, and social infrastructure.

5.4. Social Reproduction and Intergenerational Sustainability

Another important contribution of the study concerns the relationship between migration and social reproduction. The findings indicate that sustained youth outmigration affects the demographic, institutional, and social mechanisms through which communities reproduce continuity across generations. Population aging, declining school enrollments, labor shortages, and reduced civic participation collectively contribute to increasing intergenerational vulnerability in many Eastern European regions.

These results are consistent with sociological theories emphasizing the importance of social capital, community networks, and institutional continuity for sustainable social development (Putnam, 2000). Younger generations play a critical role in maintaining local organizations, supporting innovation, and ensuring demographic renewal. Their departure may therefore weaken the social foundations necessary for long-term community resilience and development.

The study further highlights the tension between individual mobility opportunities and collective sustainability. While migration may improve educational attainment and professional outcomes for individual migrants, its cumulative effects may challenge the capacity of communities to sustain demographic stability and institutional continuity. This tension represents one of the most significant sociological dilemmas associated with contemporary migration processes in Eastern Europe (Bauman, 2017; King & Lulle, 2016).

5.5. Toward Sustainable Responses to Youth Migration

The findings suggest that effective responses to youth migration require integrated approaches capable of addressing both structural inequalities and individual aspirations. Policies focusing exclusively on migration control are unlikely to achieve sustainable outcomes if underlying economic, educational, and institutional disparities remain unresolved. Instead, successful strategies should promote regional development, support youth employment, strengthen educational opportunities, and enhance the attractiveness of local communities for younger generations.

Particular attention should be devoted to improving the relationship between education and employment. Creating opportunities for graduates to apply their skills within their regions of origin may reduce incentives for permanent migration and strengthen local human capital retention. Investments in innovation ecosystems, entrepreneurial support programs, digital infrastructure, and research capacity may further enhance regional competitiveness and encourage young professionals to remain engaged with local development processes (OECD, 2024).

At the same time, migration should not be viewed exclusively as a source of loss. The study highlights the potential importance of knowledge transfer, transnational networks, and diaspora engagement as mechanisms capable of generating positive regional outcomes. Policies encouraging return migration, circular mobility, and cross-border collaboration may help transform migration into a resource supporting innovation and sustainable development rather than solely a driver of demographic decline (European Commission, 2024).

Ultimately, the findings reinforce the argument that youth migration constitutes both a challenge and an opportunity for Eastern European societies. The future sustainability of regions experiencing demographic decline will depend largely on their capacity to balance mobility, human capital development, social reproduction, and economic modernization within an increasingly interconnected European environment.

Conclusions

The present study examined the sociological relationship between youth migration, educational aspirations, brain drain, and regional sustainability in Eastern Europe. Drawing upon contemporary migration theory, demographic research, and qualitative thematic analysis, the study explored how educational mobility and professional aspirations increasingly influence migration decisions among younger generations and how these processes affect the long-term sustainability of regions experiencing persistent population loss.

The findings demonstrate that youth migration should be understood as a multidimensional social phenomenon extending beyond conventional economic explanations. While employment opportunities and income differentials remain important migration drivers, educational aspirations, professional recognition, and access to broader life opportunities play an equally significant role in shaping mobility decisions. Education increasingly functions as a gateway to transnational mobility, linking individual aspirations to international labor markets and global professional networks. Consequently, migration has become deeply embedded within contemporary strategies of social mobility and personal development among young people in Eastern Europe.

The analysis further highlights the structural consequences of selective outmigration. Brain drain contributes to the loss of human capital, accelerates demographic decline, weakens institutional continuity, and reinforces existing regional inequalities. Communities affected by sustained youth migration frequently encounter difficulties maintaining educational systems, healthcare services, labor-market stability, and civic participation. These developments illustrate how migration influences not only demographic structures but also the broader mechanisms of social reproduction and regional resilience.

At the same time, the study emphasizes that migration should not be interpreted exclusively through a deficit-oriented perspective. Educational mobility may generate valuable opportunities for knowledge transfer, innovation, entrepreneurship, and transnational cooperation. The long-term impact of migration therefore depends largely on the capacity of regions and institutions to retain, attract, or reconnect with highly educated populations. Policies supporting return migration, circular mobility, diaspora engagement, and regional innovation ecosystems may help transform migration-related challenges into opportunities for sustainable development (European Commission, 2024; OECD, 2024).

The findings additionally underline the importance of addressing regional inequalities as a central component of migration governance. Persistent disparities in employment opportunities, educational resources, infrastructure quality, and institutional development continue to shape migration trajectories across Eastern Europe. Effective responses to demographic decline therefore require integrated strategies combining educational investment, labor-

market reform, regional development policies, and youth retention initiatives. Such measures should seek not only to reduce migration pressures but also to strengthen the attractiveness and competitiveness of local communities.

Several limitations should be acknowledged. The study relied primarily on qualitative thematic analysis and secondary sources, which limits the possibility of making direct causal inferences regarding individual migration behavior. Furthermore, the diversity of Eastern European contexts means that migration dynamics may vary across countries and regions according to specific socioeconomic, cultural, and institutional conditions. Future research could employ mixed-method approaches, longitudinal analyses, and comparative cross-national studies to investigate how migration aspirations and regional sustainability evolve over time.

Despite these limitations, the study contributes to contemporary sociological debates concerning migration, demographic transformation, and regional development by highlighting the interconnected nature of educational mobility, brain drain, and social sustainability. As Eastern European societies continue to confront demographic decline and increasing international mobility, understanding the relationship between individual aspirations and collective development becomes increasingly important. Ultimately, sustainable regional futures will depend upon the ability of societies to reconcile educational advancement, economic opportunity, social cohesion, and demographic continuity within an increasingly interconnected European landscape.

References

- Bauman, Z. (2017). *Retrotopia*. Cambridge: Polity Press. https://www.politybooks.com/bookdetail?book_slug=retrotopia--9781509516155
- Bourdieu, P. (1986). The forms of capital. In J. Richardson (Ed.), *Handbook of Theory and Research for the Sociology of Education* (pp. 241–258). New York: Greenwood Press.
- Bourdieu, P., & Passeron, J.-C. (1990). *Reproduction in Education, Society and Culture* (2nd ed.).
- Braun, V., & Clarke, V. (2022). *Thematic Analysis: A Practical Guide*. London: Sage Publications. <https://us.sagepub.com/en-us/nam/thematic-analysis/book273298>
- Brooks, R., & Waters, J. (2011). *Student Mobilities, Migration and the Internationalization of Higher Education*. Basingstoke: Palgrave Macmillan. <https://link.springer.com/book/10.1057/9780230305588>
- Castells, M. (2010). *The Rise of the Network Society* (2nd ed.). Oxford: Wiley-Blackwell. <https://www.wiley.com/en-us/The+Rise+of+the+Network+Society-p-9781405196864>
- Castles, S., de Haas, H., & Miller, M. J. (2020). *The Age of Migration: International Population Movements in the Modern World* (6th ed.). New York: Guilford Press. <https://www.guilford.com/books/The-Age-of-Migration/Castles-de-Haas-Miller/9781462542895>
- Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2018). *Qualitative Inquiry and Research Design: Choosing Among Five Approaches* (4th ed.). Thousand Oaks, CA: Sage Publications. <https://us.sagepub.com/en-us/nam/qualitative-inquiry-and-research-design/book246896>
- Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S. (2018). *The SAGE Handbook of Qualitative Research* (5th ed.). Thousand Oaks, CA: Sage Publications. <https://us.sagepub.com/en-us/nam/the-sage-handbook-of-qualitative-research/book242504>
- Docquier, F., & Rapoport, H. (2012). Globalization, brain drain, and development. *Journal of Economic Literature*, 50(3), 681–730. <https://doi.org/10.1257/jel.50.3.681>
- European Commission. (2024). *Migration and Home Affairs*. https://home-affairs.ec.europa.eu/policies/migration-and-asylum_en

- Eurostat. (2024). Migration and migrant population statistics. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Migration_and_migrant_population_statistics
- Favell, A. (2018). Eurostars and Eurocities: Free Movement and Mobility in an Integrating Europe (2nd ed.). Oxford: Wiley-Blackwell. <https://www.wiley.com/en-us/Eurostars+and+Eurocities%3A+Free+Movement+and+Mobility+in+an+Integrating+Europe%2C+2nd+Edition-p-9781119477273>
- King, R., & Lulle, A. (2016). Research on Migration: Facing Realities and Maximising Opportunities. Luxembourg: Publications Office of the European Union. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/6f3e6b7d-5f5a-11e6-89bd-01aa75ed71a1>
- Lang, T., Henn, S., Ehrlich, K., & Sgibnev, W. (Eds.). (2015). Understanding Geographies of Polarization and Peripheralization: Perspectives from Central and Eastern Europe and Beyond. London: Palgrave Macmillan. <https://link.springer.com/book/10.1057/9781137415080>
- Massey, D. S., Arango, J., Hugo, G., Kouaouci, A., Pellegrino, A., & Taylor, J. E. (1998). Worlds in Motion: Understanding International Migration at the End of the Millennium. Oxford: Clarendon Press. <https://global.oup.com/academic/product/worlds-in-motion-9780198294429>
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2013). Coping with Emigration in Baltic and East European Countries. Paris: OECD Publishing. https://www.oecd.org/en/publications/coping-with-emigration-in-baltic-and-east-european-countries_9789264204928-en.html
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2019). Talent Abroad: A Review of Romanian Emigrants. Paris: OECD Publishing. https://www.oecd.org/en/publications/talent-abroad-a-review-of-romanian-emigrants_bac53150-en.html
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2023). Indicators of Immigrant Integration 2023. Paris: OECD Publishing. https://www.oecd.org/en/publications/indicators-of-immigrant-integration-2023_1d5020a6-en.html
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2024). International Migration Outlook 2024. Paris: OECD Publishing. https://www.oecd.org/en/publications/international-migration-outlook-2024_50b0353e-en.html
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2024). OECD Databases on Migration. <https://www.oecd.org/en/data/datasets/oecd-databases-on-migration.html>
- Putnam, R. D. (2000). Bowling Alone: The Collapse and Revival of American Community. New York: Simon & Schuster. <https://www.simonandschuster.com/books/Bowling-Alone/Robert-D-Putnam/9780743203043>
- Waters, J., & Brooks, R. (2021). Student Migrants and Contemporary Educational Mobilities. Cham: Springer Nature. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-78295-5>
- World Bank. (2023). World Development Report 2023: Migrants, Refugees, and Societies. Washington, DC: World Bank. <https://www.worldbank.org/en/publication/wdr2023>

TRANSFORMATION OF CONVENTIONAL HOTELS TOWARD A MUSLIM FRIEND CONCEPT: MANAGERS' MOTIVATION AND BARRIERS

Muhammad Umar Chasani

**Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and
Business, Department of Sharia Accounting, Central Java, Indonesia**

muhammad.umar.chasani25061@mhs.uingusdur.ac.id

ABSTRACT

This study aims to examine the motivations and barriers encountered by conventional hotel managers in transforming their hospitality operations toward a Muslim-friendly concept, with particular emphasis on the hospitality sector in Central Java, Indonesia. This study employs a systematic literature review by analyzing peer-reviewed journals, policy documents, and institutional reports related to halal tourism, Muslim-friendly hospitality, and hotel management transformation. The review covers publications from 2015 to 2024 sourced from reputable academic databases including Google Scholar, Scopus, and SINTA-indexed journals. The literature reveals that the primary motivations driving hotel managers to adopt Muslim-friendly standards include the growing demand from Muslim travelers, the competitive advantage offered by halal certification, regulatory support from national halal authorities such as BPJPH, and the broader expansion of Indonesia's halal tourism ecosystem. Conversely, the key barriers identified encompass the high financial cost of structural renovation and halal certification, limited awareness and knowledge among hotel staff regarding Islamic hospitality standards, resistance to operational changes, and the absence of clear implementation guidelines at the regional level. The findings carry significant implications for hotel operators, local governments, and halal tourism policymakers, suggesting the need for targeted capacity-building programs, financial incentives, and simplified certification pathways to accelerate the adoption of Muslim-friendly hospitality standards across emerging tourism destinations. This study contributes to the limited body of literature that specifically investigates the managerial perspective of halal hospitality transformation in non-urban tourism destinations in Indonesia, offering a conceptual framework that bridges regulatory, operational, and market dimensions of the transformation process.

Keywords: Muslim-friendly hotel, halal tourism, hospitality transformation, hotel management, halal certification

THE INFLUENCE OF E-COMMERCE ON SMALL BUSINESSES

Citra Karina¹

Faculty of Islamic Economics and Business, K.H. Abdurrahman Wahid State Islamic University

citra.karina25058@mhs.uingusdur.ac.id¹,

Abstract: This study examines the influence of e-commerce adoption on the operational performance, market reach, and revenue growth of small businesses, with particular emphasis on identifying the enabling factors and structural barriers that determine the extent to which digital commerce platforms translate into sustainable competitive advantages for small-scale entrepreneurs in emerging market contexts. This research employs a systematic literature review methodology, drawing from peer-reviewed journal articles, academic books, industry reports, and policy documents published between 2019 and 2025. Sources were retrieved from reputable academic databases including Scopus, Web of Science, and Google Scholar using structured keyword combinations. Thematic analysis was applied to synthesize findings across selected studies, enabling the identification of recurring patterns, theoretical convergences, and research gaps relevant to e-commerce adoption among small businesses. The review reveals that e-commerce adoption significantly expands market access, reduces transaction costs, and enhances customer engagement for small businesses when supported by adequate digital infrastructure and owner digital literacy. However, persistent challenges including limited capital for technology investment, cybersecurity vulnerabilities, platform dependency risks, and insufficient logistical capacity constrain the full realization of e-commerce benefits. Small businesses that strategically integrate e-commerce with data analytics and social media marketing demonstrate measurably stronger revenue performance and customer retention compared to those utilizing e-commerce platforms in isolation. The findings carry substantial implications for policymakers, business development organizations, and platform providers. Governments should prioritize digital literacy programs and subsidized access to e-commerce infrastructure for small businesses. Platform providers must design more inclusive, low-barrier onboarding ecosystems that accommodate resource-constrained entrepreneurs. Business owners are encouraged to adopt an integrated digital strategy that combines e-commerce with complementary technologies to maximize operational efficiency and market competitiveness. This study contributes a comprehensive and critically synthesized perspective on the multidimensional relationship between e-commerce and small business performance, offering an updated analytical framework that bridges technological, economic, and managerial dimensions often examined in isolation by prior literature.

Keywords: e-commerce adoption, small businesses, digital transformation, business performance, emerging markets

“THE USE OF EDUCATIONAL GAMES IN TEACHING MATHEMATICS IN PRIMARY EDUCATION”

MSC. Armanda Xhani Baça

Abstract

Mathematics in primary education is often perceived by students as a difficult and less engaging subject, which can lead to reduced motivation and participation in the learning process. For this reason, the use of educational games as a teaching method has become an increasingly important approach to improving the quality of mathematics instruction. This study aims to analyze the impact of educational games on increasing student motivation, understanding mathematical concepts, and active participation in primary education.

Educational games include structured activities that combine learning with entertainment, such as number games, mathematical puzzles, speed calculation challenges, and interactive digital applications. These methods help students understand abstract mathematical concepts more easily by transforming them into practical and enjoyable experiences. Through play, students develop logical thinking, critical reasoning, and problem-solving skills.

The study is based on observations and analysis of contemporary classroom practices in primary schools where teachers have used educational games during mathematics lessons. The results indicate that students show greater interest, higher engagement, and better understanding of mathematical concepts when learning is conducted through games. Additionally, these methods help reduce anxiety related to mathematics and create a more positive classroom environment.

An important aspect is the integration of technology in educational games through applications and digital platforms that make learning more interactive and engaging. However, the role of the teacher remains essential in guiding and organizing these activities to ensure that learning objectives are achieved effectively.

In conclusion, educational games represent an effective method for improving mathematics teaching in primary education. This study recommends their wider integration into the teaching process, as well as teacher training in the use of creative and interactive methods in the classroom.

Keywords: educational games, mathematics, primary education, motivation, interactive learning, students, creative teaching.

CREATIVE METHODS IN PRIMARY EDUCATION

MSC. Armanda Xhani Baça

Abstract

Primary education represents the most important foundation in the academic, social, and emotional development of children. In recent years, technological developments, social changes, and the new needs of students have shown that traditional teaching methods are not always sufficient to encourage students' interest and active participation in the classroom. For this reason, the use of creative methods in primary education has become one of the most important issues in contemporary education. This study aims to analyze the importance of creative teaching methods in the learning process and their impact on the cognitive, social, and emotional development of primary school students.

Creative methods include the use of interactive activities, educational games, group work, digital technology, art, drama, practical projects, and other techniques that place students at the center of the learning process. These methods help increase student motivation, develop critical thinking, and improve communication between students and teachers. Compared to traditional teaching, where the teacher plays the main role and students remain more passive, the creative approach creates a more open and collaborative classroom environment.

The study is based on theoretical analysis and contemporary practices used in primary education. In addition, teachers' experiences and the impact of creative activities on student performance have been examined. The findings show that students who learn through creative methods demonstrate greater interest in learning, participate more actively in class, and develop better cooperation and problem-solving skills. Creative activities also help reduce stress and create a more positive atmosphere in the classroom.

An important role in this process is also played by the use of technology in education. Interactive boards, educational applications, learning videos, and digital platforms have created new opportunities for the development of creative learning. The use of technology makes learning more attractive and helps students understand theoretical concepts more easily through illustrations and practical activities. However, the study emphasizes that technology should be used as a supportive tool and not as a replacement for direct communication between teachers and students.

Another important element is the role of the teacher in implementing creative methods. Teachers should possess professional skills, flexibility, and willingness to use new teaching strategies. Professional training and institutional support are key factors in improving the quality of creative teaching in schools. Furthermore, cooperation between schools and parents positively affects student success and the development of innovative activities.

In conclusion, creative methods in primary education represent a modern and effective approach that contributes to improving the quality of learning and the overall development of children. The use of interactive activities and innovative methods creates a more motivating and productive environment for students. The study recommends expanding the use of creative methods in primary schools, investing in educational technology, and organizing continuous teacher training in order to improve the quality of education and better prepare students for future challenges.

Keywords: creative methods, primary education, teaching, educational technology, students, motivation, innovation, learning development.

THE ROLE OF SHARIA AUDITORS IN MAINTAINING ISLAMIC FINANCIAL COMPLIANCE

Arlenti Lidya KIRANI

Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Accounting, Central Java, Indonesia

arlenti.lidya.kirani25108@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

This study examines the role of Sharia auditors in maintaining Islamic financial compliance within Islamic financial institutions. The rapid growth of the Islamic finance industry has increased the need for transparent, accountable, and Sharia-compliant financial practices. However, several challenges, including weak supervision, inconsistent implementation of Islamic principles, and limited auditor competence, continue to affect the effectiveness of Islamic financial governance. Therefore, this research aims to analyze the contribution of Sharia auditors in ensuring compliance with Islamic financial principles and enhancing the credibility of Islamic financial institutions. This research employs a qualitative descriptive method through a literature review and document analysis approach. Various academic journals, Islamic accounting standards, regulatory frameworks, and previous studies related to Sharia auditing were analyzed to identify the responsibilities, functions, and effectiveness of Sharia auditors in the Islamic financial system. The study also investigates the relationship between Sharia auditing practices and institutional accountability in maintaining public trust. The findings reveal that Sharia auditors play a crucial role in ensuring that financial transactions, contracts, and reporting systems comply with Islamic principles, particularly the prohibition of *riba*, *gharar*, and *maysir*. In addition, Sharia auditors contribute significantly to improving governance quality, strengthening institutional transparency, and minimizing the risk of Sharia non-compliance. Nevertheless, the study identifies several obstacles, such as the lack of standardized Sharia audit frameworks, insufficient professional training, and limited integration between conventional and Islamic auditing systems. In conclusion, the effectiveness of Sharia auditors is essential for maintaining the credibility, accountability, and sustainability of Islamic financial institutions. The study suggests that enhancing auditor competence, strengthening regulatory support, and developing comprehensive Sharia audit standards are necessary to improve Islamic financial compliance in the future.

Keywords: Sharia Auditor, Islamic Financial Compliance, Islamic Accounting, Sharia Audit, Governance.

THE IMPACT OF ENVIRONMENTAL, SOCIAL, AND GOVERNANCE (ESG) ON CORPORATE FINANCIAL PERFORMANCE.

Elsa Nor ROHMA

Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia

elsa.nor.rohma25109@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

This study examines the impact of Environmental, Social, and Governance (ESG) practices on corporate financial performance from the perspective of Islamic accounting. It aims to explore how ESG principles align with Sharia values such as accountability, transparency, and social justice, and how their implementation influences financial outcomes in modern corporations. This research employs a qualitative approach using a literature review method. The study systematically analyzes academic journals, books, and relevant reports related to ESG, financial performance, and Islamic accounting principles. It synthesizes prior findings to identify patterns, relationships, and theoretical frameworks that explain the integration of ESG within Sharia-based financial practices. The study finds that ESG implementation positively influences corporate financial performance, particularly in the long term. Companies that integrate ESG principles tend to enhance their reputation, increase investor confidence, and improve risk management. From an Islamic accounting perspective, ESG aligns closely with maqasid al-shariah, especially in promoting ethical behavior, environmental stewardship, and social responsibility. The findings also indicate that firms adopting ESG practices demonstrate stronger financial stability and sustainability compared to those that do not. This study provides important implications for corporations, investors, and regulators. It encourages companies to integrate ESG into their strategic and financial reporting frameworks in line with Islamic values. For investors, ESG can serve as an additional benchmark for evaluating ethical and sustainable investments. Regulators may also consider strengthening ESG disclosure standards, particularly in Islamic financial institutions. This research contributes to the literature by integrating ESG concepts with Islamic accounting principles, offering a unique perspective that bridges conventional sustainability frameworks with Sharia-based ethics.

Keywords: ESG, Islamic Accounting, Financial Performance, Sustainability, Sharia Principles

THE ROLE OF SHARIA COOPERATIVES: KSPPS KOPENA IN BUILDING ECONOMIC INDEPENDENCE FOR RURAL WOMEN

Elsa Triana¹, Vikky Amelia Putri², Sheilla Nurul Mauliddah³, Farras Tsabitah⁴, Ikke Nur Khasanah⁵.

Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Accounting, Central Java, Indonesia

elsa.triana25056@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

This study analyzes the strategic role of the KOPENA Sharia Savings, Loan, and Financing Cooperative (KSPPS) in empowering women's economic development in rural areas through financial services that adhere to Sharia principles. This study has three main focuses: first, the role of the KSPPS KOPENA institution in offering Sharia financing products, including mudharabah, murabahah, and rahn, designed in accordance with the maqasid Sharia framework to meet the financial needs of female members; second, the impact of women's participation in the cooperative on financial and social independence, analyzed using Naila Kabeer's empowerment theory through three main dimensions: resources, agency, and achievement; and third, the identification of challenges and efforts to optimize the Islamic cooperative model to support sustainable economic development. The research findings indicate that women's involvement in KSPPS KOPENA not only expands access to capital but also positively impacts the strengthening of managerial capacity, increased self-confidence, and the expansion of women's roles in decision-making at the household and community levels. However, several challenges remain, including a lack of Islamic financial literacy, unequal access to services between urban and rural areas, and low capacity for operational digitalization. This study emphasizes that strengthening social capital based on trust within the community is a key strategy for optimizing the role of Islamic cooperatives as a tool for the sustainable economic empowerment of women.

Keywords: KSPPS KOPENA, Women's Empowerment, Islamic Finance, Maqasid al-Sharia, Economic Independence, Rural Cooperatives

UTILIZATION OF ISLAMIC FINANCIAL TECHNOLOGY TO IMPROVE COMMUNITY WELFARE

Auliyail Izzah

Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Accounting, Central Java, Indonesia

auliyailizzah1207@gmail.com

Abstract

This study aims to analyze the role of Islamic financial technology (fintech) in improving community welfare through inclusive, ethical, and technology-based financial services. The research also examines how Islamic fintech contributes to financial accessibility, economic empowerment, and sustainable economic development in contemporary society. This study employs a qualitative approach using a literature review method. The research analyzes various academic journals, books, government reports, and relevant publications related to Islamic fintech, Islamic accounting principles, digital financial services, and community welfare. The collected data were systematically reviewed and interpreted to identify the relationship between Islamic fintech implementation and socioeconomic improvement. The findings indicate that Islamic fintech significantly contributes to improving community welfare by expanding access to financial services, especially for underserved and unbanked populations. Islamic fintech platforms provide efficient, transparent, and Sharia-compliant financial solutions through digital payment systems, peer-to-peer lending, crowdfunding, and microfinance services. The study also reveals that the integration of Islamic values such as fairness, transparency, risk-sharing, and prohibition of riba strengthens public trust in digital financial systems. Furthermore, Islamic fintech supports the growth of micro, small, and medium enterprises (MSMEs), increases financial inclusion, and encourages sustainable economic activities. However, challenges related to digital literacy, regulatory frameworks, cybersecurity, and public awareness remain significant obstacles to maximizing its potential. This study highlights the importance of strengthening regulatory support, improving digital literacy, and enhancing collaboration among governments, Islamic financial institutions, and technology providers to optimize the contribution of Islamic fintech toward social welfare and sustainable economic growth. This research offers a comprehensive perspective by integrating Islamic accounting principles, technological innovation, and social welfare within the framework of Islamic financial technology development in the digital era.

Keywords: Islamic fintech, community welfare, financial inclusion, Sharia finance, digital economy

INTEGRATING ARTIFICIAL INTELLIGENCE INTO SHARIA ACCOUNTING FRAMEWORKS: OPPORTUNITIES AND ETHICAL GOVERNANCE FOR ISLAMIC FINANCIAL INSTITUTIONS

Vikky Amelia Putri

Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Accounting, Central Java, Indonesia

vikky.amelia.putri25041@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

This research investigates the transformative potential of Artificial Intelligence (AI) in revolutionizing Sharia accounting practices within Islamic Financial Institutions (IFIs). The primary purpose of this study is to identify how machine learning and automated systems can enhance compliance with Sharia principles while addressing the increasing complexity of contemporary financial transactions that traditional accounting methods struggle to manage efficiently. To achieve this, the study employs a qualitative library research methodology (studi pustaka), utilizing a comprehensive literature review of current Sharia accounting standards (AAOIFI), Islamic jurisprudence (Fiqh Muamalat), and recent advancements in AI technology. Data gathered from academic journals, regulatory frameworks, and industry reports synthesize a conceptual model for AI-driven Islamic accounting. The findings reveal that AI significantly optimizes Zakat calculations, Murabaha profit-sharing accuracy, and real-time Sharia auditing through predictive analytics. Furthermore, the analysis indicates that AI effectively mitigates human error in complex contracts, though it necessitates a "Sharia-by-Design" approach to ensure that algorithmic decision-making remains consistent with ethical Islamic values (Maqasid al-Sharia). These results carry critical implications for regulators and IFI practitioners, suggesting that the adoption of AI requires an updated regulatory framework governing algorithmic transparency and ethical accountability. For the accounting profession, this shift demands a dual competency in both Islamic law and data science to maintain the integrity of financial reporting in the digital age. This research offers significant originality by bridging the gap between digital transformation and religious compliance, providing a novel perspective on "Ethical AI" specifically tailored to the unique requirements of Sharia-compliant financial ecosystems while establishing a foundation for future empirical studies on automated Sharia governance.

Keywords: Sharia Accounting, Artificial Intelligence, Islamic Finance, Digital Governance, Maqasid al-Sharia

THE ROLE OF ISLAMIC VALUES IN ENHANCING PRODUCTION ETHICS

Ajeng Virjatullah Aziz

Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Accounting, Central Java, Indonesia

ajeng.virjatullah.aziz25112@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

Production activities in the modern economic system are often oriented primarily toward maximizing profit and efficiency, which can lead to unethical practices such as exploitation, unfair wages, environmental damage, and neglect of social responsibility. These issues indicate the importance of ethical values in economic activities, particularly in the production process. This study aims to analyze the role of Islamic values in enhancing production ethics and creating a more balanced economic system. The research uses a qualitative descriptive method through a literature review approach by examining books, academic journals, and previous studies related to Islamic economics and production ethics. The findings reveal that Islamic values such as justice, honesty, responsibility, balance, and *maslahah* play a significant role in shaping ethical production practices. In Islamic economics, production activities are not only aimed at gaining profit but also at achieving social welfare and maintaining moral responsibility toward society and the environment. The study also shows that implementing Islamic ethical principles in production can increase trust, improve business sustainability, and reduce harmful economic behavior. The research concludes that Islamic values provide a comprehensive ethical framework that integrates economic objectives with moral and social considerations. Therefore, the application of Islamic production ethics can contribute to the development of a fairer, more humane, and sustainable economic system in modern society.

Keywords: Islamic Values, Production Ethics, Islamic Economics, *Maslahah*, Social Responsibility, Sustainable Economy.

THE IMPACT OF ISLAMIC ACCOUNTING IMPLEMENTATION ON TRANSPARENCY AND ACCOUNTABILITY IN FINANCIAL REPORTING OF ISLAMIC FINANCIAL INSTITUTIONS IN INDONESIA

Kurnia Andini

Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia

kurnia.andini25079@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

This study aims to examine the role of Islamic accounting implementation in improving transparency and accountability within the financial reporting practices of Islamic financial institutions in Indonesia. The study also explores how sharia-based accounting principles contribute to ethical financial governance, strengthen stakeholder trust, and support the achievement of institutional objectives aligned with Islamic values. This research employs a qualitative approach using a literature study method. Data were collected from various academic sources, including journal articles, books, regulatory documents, and previous empirical studies related to Islamic accounting, financial transparency, and accountability in Islamic financial institutions. The collected literature was analyzed systematically through descriptive and comparative analysis to identify the relationship between the implementation of Islamic accounting principles and the quality of financial reporting. The findings indicate that the implementation of Islamic accounting significantly contributes to increasing transparency and accountability in financial reporting. Islamic accounting principles encourage institutions to present financial information honestly, fairly, and in accordance with sharia principles. In addition, the adoption of Islamic accounting standards improves public confidence, minimizes information asymmetry, and enhances the credibility of Islamic financial institutions. The study also finds that compliance with sharia-based accounting standards supports sustainable financial governance and ethical business practices. This study provides theoretical and practical implications for the development of Islamic accounting practices in Indonesia. The findings may serve as a reference for Islamic financial institutions, regulators, and academics in strengthening financial reporting systems that reflect both professional accounting standards and Islamic ethical values. This study offers a comprehensive perspective on the integration of Islamic accounting principles with transparency and accountability in Islamic financial institutions through an extensive literature-based analysis within the Indonesian context.

Keywords: Islamic accounting, transparency, accountability, financial reporting, Islamic financial institutions.

A PHENOMENOLOGICAL ANALYSIS OF CONVENTIONAL HOTEL OWNERS' INTENTIONS TO TRANSFORM TOWARD HALAL TOURISM MANAGEMENT: A PERSPECTIVE FROM LINGGO ASRI HOTEL, PEKALONGAN

Muhammad Umar Chasani

Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Islamic accounting, Central Java, Indonesia

muhammad.umar.chasani25061@mhs.uingusdur.ac.id

ABSTRACT

This study aims to explore the experiences and intentions of conventional hotel entrepreneurs in considering transformation toward halal tourism management, taking Hotel Linggo Asri Pekalongan as its research locus. A phenomenological approach is employed as the methodological framework to capture the subjective experiences of business actors, including their perceptions, motivations, barriers, and aspirations throughout the transformation process. Data were collected through in-depth interviews, participant observation, and documentation, subsequently analyzed using reduction, presentation, and conclusion-drawing techniques. The findings reveal that hotel entrepreneurs' transformation intentions are shaped by three dominant factors: religious-economic awareness, market pressure, and regulatory compliance. Nevertheless, the transformation does not proceed smoothly, as it encounters structural obstacles such as high certification costs, limited competent human resources, and internal resistance from management and staff. The research also highlights that the local context of Pekalongan as a santri city exerts significant social pressure on hotel management choices rooted in Islamic values. This study is expected to contribute theoretically to the development of halal tourism transformation models at the local level, while offering practical implications for entrepreneurs, local governments, and halal tourism stakeholders in Indonesia.

Keywords: Phenomenology, Transformation Intention, Halal Tourism, Conventional Hotel, Linggo Asri Pekalongan

CRACKING THE ALGORITHM: HOW TO MAXIMIZE YOUR AFFILIATE SALES PERFORMANCE

¹Risna Vika Amalia, ² Ida Fadhilah, ³Dwi Novi Fitri

Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Accounting, Central Java, Indonesia

risna.vika.amalia25122@mhs.uingusdur.ac.id, Ida.fadhilah25123@mhs.uingusdur.ac.id,
dwi.novi.fitri25140@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

This research aims to investigate the intersection of algorithmic optimization and ethical financial frameworks within the affiliate marketing ecosystem. By deconstructing the operational mechanisms of recommendation algorithms, the study seeks to identify how affiliate sales metrics can be maximized without compromising the principles of Sharia, specifically focusing on transparency, fairness, and the avoidance of deceptive marketing practices (gharar). The study employs a qualitative library research method (studi pustaka), systematically reviewing contemporary literature on machine learning algorithms, affiliate marketing performance indicators, and Islamic economic jurisprudence. The researcher synthesizes data from academic journals, technical white papers on social commerce dashboards, and classical Sharia accounting texts to develop an integrated model for ethical algorithmic optimization. The analysis reveals that maximizing affiliate metrics—such as click-through rates and conversion optimization—depends heavily on the precision of predictive modeling and consumer behavioral data. However, the findings suggest that an "ethical algorithm" approach, which prioritizes honest product representation and value-based targeting, aligns more closely with long-term consumer trust and Sharia compliance. The research identifies that while aggressive algorithmic tactics may yield short-term gains, a Sharia-compliant framework fosters sustainable growth by mitigating the risks of information asymmetry. This study provides a roadmap for digital marketers and affiliate practitioners to utilize advanced AI tools responsibly. It suggests that integrating Sharia-compliant checks into digital marketing strategies can serve as a risk management tool that enhances brand reputation. Furthermore, the findings encourage policymakers to consider ethical AI guidelines that protect both consumers and creators within the rapidly evolving digital economy. This research contributes a novel perspective by bridging the gap between technical AI performance and religious ethical standards. Unlike conventional marketing studies that focus solely on quantitative growth, this work establishes a unique synthesis of Sharia accounting principles and data-driven affiliate strategies, offering a rare ethical critique of modern digital sales optimization.

Keywords: Affiliate Marketing, Artificial Intelligence, Sharia Accounting, Algorithmic Optimization, Digital Ethics