

3.

BİLSEL

ULUSLARARASI SÜTÇÜ İMAM BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR KONGRESİ

KONGRE KİTABI



KAHRAMANMARAŞ



05-06
EYLÜL

2026



BİLSEL
YAYINCILIK



<https://bilselkongreleri.com>



3. BİLSEL INTERNATIONAL SÜTÇÜ İMAM SCIENTIFIC RESEARCH CONGRESS BOOK

September 05-06, 2026

KAHRAMANMARAŞ/TÜRKİYE

EDITOR

Assoc. Prof. Dr. Davut ATILGAN

ISBN: '978-625-8531-64-0'

All rights of this book belong to BİLSEL 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/>

17.09.2026

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

**3. BİLSEL INTERNATIONAL SÜTÇÜ İMAM
SCIENTIFIC RESEARCH CONGRESS**

DATE and PLACE

September 05-06, 2026

KAHRAMANMARAŞ/TÜRKİYE

ORGANIZING COMMITTEE

Chairman of the Organizing Committee

Assoc. Prof. Dr. Davut ATILGAN

University Academician Representative

Doç. Dr. Özge TEMİZ

Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi



CONGRESS ORGANIZING COMMITTEE MEMBERS

Prof. Dr. Ardita Dylgjeri
Prof. Dr. Benahmed Abdelillah
Prof. Dr. Boualam Abderrahmane
Prof. Dr. Elman Guliyev
Prof. Dr. Hassan ZARIOUH
Prof. Dr. Ivan Pavlovic
Prof. Dr. Iheanyi Omezuruike Okonko
Prof. Dr. Karim KREIT
Prof. Dr. Mohammed Waheeb
Prof. Dr. Nana Jincharadze
Prof. Dr. Shemsije Demiri
Prof. Dr. Tinatin Mshvidobadze
Prof. Dr. Valbon Ademi
Prof. Dr. Valentina Marinescu
Prof. Dr. Fatih Mehmet KANDEMİR
Prof. Dr. İbrahim CAN
Prof. Dr. Özlem KARABULUTLU
Doç. Dr. İlyas ERPAY
Doç. Dr. Adem DOĞAN
Doç. Dr. Bahadır ÇOKAMAY
Doç. Dr. Recep BÜYÜKTOLU
Doç. Dr. Nilay ERDEM AYYILDIZ
Doç. Dr. Aziz Barış BAŞYİĞİT
Doç. Dr. Fuat LEBE
Doç. Dr. Özlem ONUK NATONSKI
Assoc. Dr. Abdullayeva Gultekin
Assoc. Dr. Məmmədova Könül Ələddin qızı
Assoc. Prof. Dr. John Noel S. Nisperos
Assoc. Prof. Dr. Daniela Matušiková
Assoc. Prof. Dr. Abderrahmane Raji
Assoc. Prof. Dr. Enida KUME
Dr. Eylem BEKTAŞ BİLGİÇ
Dr., Murat KORKMAZ
Dr. Eyüp SIRAMKAYA
Dr. Alan Reed Libert
Dr. Ihor Ponomarenko
Dr. Ülker Baxşiyeva
Dr. sci. Džana Rahimić Ramić

PARTICIPANTS COUNTRY

Azərbaycan / Algeria/Albania/ Benin/Bulgaria/ Dubai/Hungary
India/Nigeria/Pakistan/Romania/ Uzbekistan



SCIENTIFIC COMMITTEE

Prof. Dr. Ünal TÜRKÇAPAR

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Prof. Dr. Dciparkul ABDIRAHMANOVA

Kırgızistan-Türkiye Manas Üniversitesi

Prof. Dr. Hüseyin EROĞLU

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Prof. Dr. Hakkı ULUCAN

Erciyes Üniversitesi

Prof. Dr. Hasan ŞAHAN

Akdeniz Üniversitesi

Prof. Dr. Çağrı ÇELENK

Erciyes Üniversitesi

Prof. Dr. Özer YILDIZ

Necmettin Erbakan Üniversitesi

Prof. Dr. Mehmet Çağrı ÇETİN

Mersin Üniversitesi

Prof. Dr. Selçuk AKPINAR

Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi

Prof. Dr. Fikret ALINCAK

Gaziantep Üniversitesi

Prof. Dr. Mustafa YILDIZ

Akdeniz Üniversitesi

Prof. Dr. Mehmet İLKİM

İnönü Üniversitesi

Prof. Dr. Osman PEPE

Süleyman Demirel 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. Ivan Pavlovic

Scientific Institute of Veterinary Medicine of Serbia

Prof. Dr. Iheanyi Omezuruoke Okonko

University Of Port Harcourt, Nigeria

Prof. Dr. Elman Guliyev

Azerbaycan Devlet Pedogoji

Prof. Dr. Ardita Dylgjieri

University of Elbasan "Aleksandër Xhuvani" Albania

Prof. Dr. Benahmed Abdelillah

University of Blida1, Algeria

Prof. Dr. Boualam Abderrahmane

Higher Institute of Nursing and Health Professions, Morocco

Prof. Dr. Hassan ZARIOUH

Mohammed I University, Oujda Morocco

Doç. Dr. Davut ATILGAN

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Doç. Dr. Yalçın TÜKEL

Necmettin Erbakan Üniversitesi

Doç. Dr. Emre SERİN

Mersin Üniversitesi

Doç. Dr. Adem DOĞAN

Kahramanmaraş Sütçü İmam 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

Assoc. Prof. Dr. Naseem Akhter Khattak

*Shaheed Benazir Bhutto Women University
Peshawar Pakistan*

Assoc. Prof. Dr. John Noel S. Nisperos

*Don Mariano Marcos Memorial State University-
Philippines*

Assoc. Prof. Dr. Daniela Matušiková

University of Prešov, Slovakia

Assoc. Prof. Dr. Abderrahmane Raji

Sultan Moulay Slimane University, Morocco

Assoc. Prof. Dr. Enida KUME

Aleksander Moisiu" University, Durrës, Albania

Assoc. Prof. Dr. BELOUFA

Nabil, IHFR, Algeria

Doç. Dr. Ebülfəz Ezimli

Naxçıvan Devlet Universiteti

Assoc. Prof. Dr. Farida Safaraliyeva

Azerbaijan State Pedagogical University

Assoc. Prof. Dr. Kamal Koohi

University of Tabriz, Iran

Assoc. Prof. Dr. Ghizlane Bouazza

Ministry of Health, Morocco

Doç. Dr. Mehmet Vakıf DURMUŞOĞLU

Bağımsız Araştırmacı

Dr. Abdullah Sencer TEMEL

Bağımsız Araştırmacı

Dr. Onur ÖZTÜRK

Bağımsız Araştırmacı

Dr. Taner AKARSU

Çankırı Karatekin Üniversitesi

Dr. Zarifa NAZIRLI

Baku State University

Dr. Solomon Uchechukwu Eze

Nnamdi Azikiwe University

Dr. Mirjeta Cenaj

Sports University of Tirana, Albania

Dr. Israr Ali Khan

Institute of Numerical Sciences, Pakistan

Dr. Blerina Xhelaj

University "Ismail Qemali" Vlora- Albania

Dr. Sohayb Abdulkerim

Gaziantep University

Dr. Muhammad Faisal

Ministry of State and Frontier Region Govt of Pakistan

Dr. M.K.Ganeshan

M.I.E.T. Engineering College

Dr. R. THIRUCHELVI

Aman Aqua Bio Chemical free plant Activator Manufacturer, India

Dr. sci. Džana Rahimić Ramić

University of Sarajevo, Bosnia and Herzegovina

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 Vassel

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 Çaushi
Sport University of Tirana,Albania***

Dr. Drita AVDYLI

Mediterranean University of ALBANIA

Dr. Vijay Singh

Himachal Pradesh University Shimla India

Dr. Alireza Moghaddasi

Imam Reza International University,Iran

Dr. Haneen Vasel

Beit Berl College

Dr. Ülker Baxşıyeva

Azerbaijan State Pedagogical University

Dr. Alan Reed Libert

***University of Newcastle, Australia and Khazar
University, Baku***

Dr. Ihor Ponomarenko

State University of Trade and Economics, Ukrania

Dr. Irina-Ana DROBOT

***Technical University of Civil Engineering Bucharest,
Romania***

Dr. Chems Eddine BOUKHEDIMI

University of Tizi Ouzou, Algeria

Dr. Onwudebelu Ugochukwu

***Alex Ekwueme Federal University of Ndufu-Alike
Ikwo (AE-FUNAI),Nigeria.***

Dr. Ioana Ioancio

***Faculty of Medicine “Carol Davila” Bucharest,
Romania***

Dr. Sharmistha Roy

University of Nevada, Las Vegas, USA

Dr. Mirela Kapo

New york tirana University, Albania



3. BİLSEL INTERNATIONAL SÜTÇÜ İMAM SCIENTIFIC RESEARCH CONGRESS 05-06 September 2026,
KAHRAMANMARAŞ/TÜRKİYE

**3. BİLSEL INTERNATIONAL
SÜTÇÜ İMAM
SCIENTIFIC RESEARCH CONGRESS
05-06 September, 2026
Kahramanmaraş/TÜRKİYE**

CONGRESS PROGRAM

Join Zoom Meeting ID: **826 0258 0678**

Passcode: **897413**

Join Zoom Meeting

<https://us06web.zoom.us/j/82602580678?pwd=E1RRiVgv8LQkx6dZHO3kGNN61KLHel.1>

PARTICIPATING COUNTRIES

*Azərbaycan / Algeria/Albania/ Benin/Bulgaria/ Dubai/Hungary
India/Nigeria/Pakistan/Romania/ Uzbekistan*

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



**3. BİLSEL INTERNATIONAL SÜTÇÜ İMAM SCIENTIFIC RESEARCH CONGRESS 05-06 September 2026,
KAHRAMANMARAŞ/TÜRKİYE**

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 kullanılabilmelidir.
- ◆ Katılım belgeleri kongre sonunda tarafınıza pdf olarak gönderilecektir.



3. BİLSEL INTERNATIONAL SÜTÇÜ İMAM SCIENTIFIC RESEARCH CONGRESS 05-06 September 2026,
KAHRAMANMARAŞ/TÜRKİYE

05.09.2026
TÜRKİYE Local Time: 09:30-11:30

HEAD OF SESSION: Doç. Dr. Davut ATILGAN

SESSION-1 HALL-1

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Dr. Yusuf KURT Dr. Cihad Onur KURHAN Doç. Dr. Davut ATILGAN	Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, İnönü Üniversitesi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi,	SPORCU MENTAL SAĞLIĞINA BÜTÜNCÜL BİR YAKLAŞIM: RİSK FAKTÖRLERİ, PSİKOLOJİK İYİ OLUŞ, TARAMA VE MÜDAHALE YAKLAŞIMLARI
Dr. Cihad Onur KURHAN Dr. Yusuf KURT Doç. Dr. Davut ATILGAN	İnönü Üniversitesi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi,	SPORTİF PERFORMANSTA KRONOTİP VE GÜNÜN SAATİ ETKİLEŞİMİ: GÜNCEL BİR DERLEME
Dr. Öğr. Üyesi, Gül AKDUMAN Diyetisyen, Özlem ABAY	Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi,	ORMAN MEYVELERİNİN AĞRI YÖNETİMİ ÜZERİNE ETKİSİ
Doktora Öğrencisi, Berfay ERDOĞAN	Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi,	ZAMANLARARASI SEÇİM VE PSİKOLOJİK FAKTÖRLERİN ETKİSİ: BİR İNCELEME
Klinik Psikolog, Ömer YILMAZ	İstanbul Arel Üniversitesi,	RUH SAĞLIĞI ÇALIŞANLARINDA ADİL DÜNYA İNANCI, GÖÇMENLERE YÖNELİK OLUMSUZ TUTUMLAR, TANRI ALGISI VE ANTİSOSYAL DAVRANIŞ ARASINDAKİ İLİŞKİLERİN İNCELENMESİ



3. BİLSEL INTERNATIONAL SÜTÇÜ İMAM SCIENTIFIC RESEARCH CONGRESS 05-06 September 2026,
KAHRAMANMARAŞ/TÜRKİYE

05.09.2026
TÜRKİYE Local Time: 09:30-11:30

HEAD OF SESSION: Doç. Dr. Seda ARSLAN DURMUŞ

SESSION-1 HALL-2

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Doç. Dr. Seda ARSLAN DURMUŞ	Çukurova Üniversitesi	İŞVERENİN KREŞ AÇMA YÜKÜMLÜLÜĞÜ
Doç. Dr. Seda ARSLAN DURMUŞ	Çukurova Üniversitesi	İŞ YARGILAMASINDA ARABULUCULUK
AIYM DOSSUMBEKOVA Dr. Öğr. Üyesi Tuğbay Burçin GÜMÜŞ	İstanbul Gedik Üniversitesi, İstanbul Gedik Üniversitesi,	DİJİTAL DÖNÜŞÜMÜN STRATEJİK İNSAN KAYNAKLARI YÖNETİMİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ
Dr. Öğr. Üyesi Nuran H. BELET,	Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi,	EKONOMİ GÜVENLİĞİNDE NADİR TOPRAK ELEMENTLERİ VE TÜRKİYE’NİN POTANSİYELİ
Dr. Öğr. Üyesi, Okan ŞENELDİR	Kocaeli Üniversitesi,	BELİRSİZLİK ALTINDA KARARSIZLIK YÖNETİMİ: YAPICI VE ZARARLI KARARSIZLIK SÜREÇLERİNİN FARKLILAŞMASINI AÇIKLAYAN BİR MODEL
Doç.Dr., İrfan YURT Doç.Dr., Mustafa YILMAZ	Karabük Üniversitesi, Karabük Üniversitesi,	SAFRANBOLU GASTRONOMİ KÜLTÜRÜNDE YÖRESEL BİR MİRAS: ETLİ YAPRAK SARMASI
Doç.Dr., Mustafa YILMAZ Doç.Dr., İrfan YURT	Karabük Üniversitesi, Karabük Üniversitesi	SAFRANBOLU MİMARİ MİRASININ YAPAY ZEKÂ DESTEKLİ ÇAĞDAŞ RESTORAN TASARIMLARINDA YENİDEN YORUMLANMASI



3. BİLSEL INTERNATIONAL SÜTÇÜ İMAM SCIENTIFIC RESEARCH CONGRESS 05-06 September 2026,
KAHRAMANMARAŞ/TÜRKİYE

05.09.2026
TÜRKİYE Local Time: 09:30-11:30

HEAD OF SESSION: Doç. Dr. Orhan ULUÇAY

SESSION-1 HALL-3

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Dr. Öğr. Üyesi, Erman FERİK Özgür YILMAZ, Öğr. Gör., Gürhan DENİZ, Doç. Dr., Süleyman Serdar PAZARLIOĞLU Prof. Dr. Faruk VAROL	Marmara Üniversitesi, Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Marmara Üniversitesi,	FARKLI KAYNAK HIZLARINDA SOĞUK METAL TRANSFERİ (CMT) İLE KAYNAKLANMIŞ 5754 VE 6061-T6 ALÜMİNYUM SAÇLARIN MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ
Doç. Dr. Süleyman Serdar PAZARLIOĞLU Cihad Furkan CAN	Marmara Üniversitesi, Marmara Üniversitesi,	FERROBOR İLE AISI 1020 ÇELİĞİ YÜZEYİNİN TUNGSTEN İNERT GAZ KAYNAĞI KULLANILARAK ALAŞIMLANDIRILMASI
Doç Dr., Feyzi Sinan TOKALI Doç Dr., Orhan ULUÇAY	Kafkas Üniversitesi, Kafkas Üniversitesi,	BİR TİYAZOLİDİN-4-ON TÜREVİNİN α - GLUKOZİDAZ İNHİBİSYON AKTİVİTESİNİN in vitro DEĞERLENDİRİLMESİ
Doç Dr., Feyzi Sinan TOKALI Doç Dr., Orhan ULUÇAY	Kafkas Üniversitesi, Kafkas Üniversitesi,	TİYAZOLİDİN-4-ON-ARİL SÜLFONAT HİBRİTİNİN α -GLUKOZİDAZ İNHİBİSYON POTANSİYELİ
Dr. Öğretim Üyesi Fulya TURKOGLU	İskenderun Teknik Üniversitesi,	GELİŞTİRİLMİŞ UV FOTODEDEKSİYONU İÇİN Sb 2 S 3 İNCE FİLMLERDE HİDROTERMAL BÜYÜME SÜRESİ MÜHENDİSLİĞİ



3. BİLSEL INTERNATIONAL SÜTÇÜ İMAM SCIENTIFIC RESEARCH CONGRESS 05-06 September 2026,
KAHRAMANMARAŞ/TÜRKİYE

05.09.2026
TÜRKİYE Local Time: 09:30-11:30

HEAD OF SESSION: Dr. Öğr. Üyesi Eralp ŞENER

SESSION-1 HALL-4

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Dr. Öğr. Üyesi, Eralp ŞENER	Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi,	DAHA ELEKTRİKLİ UÇAK GÜÇ SİSTEMLERİ İÇİN 28 V-270 V TRIPLE BOOST DÖNÜŞTÜRÜCÜNÜN TASARIMI VE SİMÜLASYONU
Dr. Öğr. Üyesi, Eralp ŞENER	Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi,	UÇAK GÜÇ SİSTEMLERİ İÇİN ± 270 V DC ÇIKIŞLI VIENNA DOĞRULTUCU TABANLI TRU TASARIMI
Dr. Öğretim Üyesi, Gökalep ALPAN	Sabancı Üniversitesi,	UNBOUNDED WIDOM FACTORS FOR ORTHOGONAL AND RESIDUAL POLYNOMIALS
YL Öğrencisi, Raghd Ahmed Saeed ALAMODI Prof. Dr. Harun KARSLI	Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi,	DALGACIK TABANLI BERNSTEİN TİPİ LİNEER POZİTİF OPERATÖRLERİN YAKLAŞIM ÖZELLİKLERİ
Asst. Prof. Dr. Ercüment ÖZTÜRK, Asst. Prof. Dr. Amir NASER, Asst. Prof. Dr. F. Baturalp GÜNAY	Karadeniz Technical University, Avrasya University, Atatürk University,	DIGITAL TWIN-ASSISTED ARTIFICIAL INTELLIGENCE FRAMEWORK FOR AUTONOMOUS FAULT DETECTION AND PREDICTIVE HEALTH MONITORING OF HIGH-SPEED ROCKET PROPULSION SYSTEMS



3. BİLSEL INTERNATIONAL SÜTÇÜ İMAM SCIENTIFIC RESEARCH CONGRESS 05-06 September 2026,
KAHRAMANMARAŞ/TÜRKİYE

05.09.2026
TÜRKİYE Local Time: 09:30-11:30

HEAD OF SESSION: Doç. Dr. Ebru GÜL
SESSION-1 HALL-5

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Dr. Öğr. Üyesi Figen ÇAKIR	Çankırı Karatekin Üniversitesi,	İĞNE YAPRAKLI ORMANLARDA ÖKSEOTU BASKISININ SİLVİKÜLTÜREL YÖNETİMİ
Doç. Dr. Ebru GÜL Doç. Dr. Nuray ÇİÇEK Prof. Dr. Melda DÖLARSLAN	Çankırı Karatekin Üniversitesi, Çankırı Karatekin Üniversitesi, Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi,	TERAPİ BAĞÇELERİNDE TIBBİ VE AROMATİK BİTKİLERİN EKOLOJİK, İŞLEVSEL VE TASARIMSAL AÇIDAN DEĞERLENDİRİLMESİ
Doç. Dr. Ebru GÜL Doç. Dr. Nuray ÇİÇEK Prof. Dr. Melda DÖLARSLAN	Çankırı Karatekin Üniversitesi, Çankırı Karatekin Üniversitesi, Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi,	TERAPİ BAĞÇELERİNDE İKLİM DİRENÇLİ BİTKİ SEÇİMİ VE KURAKÇIL PEYZAJ YAKLAŞIMLARI: EDAFİK, BİTKİSEL VE BİYOCOĞRAFİK BİR DEĞERLENDİRME
Prof. Dr. Hüseyin BASIM Osman KANDİL Cansu ÖKEM	Akdeniz Üniversitesi, İstanbul Tarım A.Ş., İstanbul Tarım A.Ş.,	ACUR (Cucumis melo var. flexuosus) YETİŞTİRİCİLİĞİNDE ORTAYA ÇIKAN ÖNEMLİ BİTKİ HASTALIKLARI VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ
Prof. Dr. Hüseyin BASIM Osman KANDİL Cansu ÖKEM	Akdeniz Üniversitesi, İstanbul Tarım A.Ş., İstanbul Tarım A.Ş.,	PATLICANDA KÖK ÇÜRÜKLÜĞÜ HASTALIKLARI VE MÜCADELE YÖNTEMLERİ



3. BİLSEL INTERNATIONAL SÜTÇÜ İMAM SCIENTIFIC RESEARCH CONGRESS 05-06 September 2026,
KAHRAMANMARAŞ/TÜRKİYE

05.09.2026
TÜRKİYE Local Time: 09:30-11:30

HEAD OF SESSION: Dr. Öğr. Üyesi Alperen AĞCA
SESSION-1 HALL-6

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Öğr. Gör. Dr., Tuğba DAMGACI	Selçuk Üniversitesi,	TÜRKİYE'DE YAPAY ZEKÂ POLİTİKALARININ STRATEJİK DÖNÜŞÜMÜ: 2021-2025 STRATEJİSİ İLE 2026-2030 EYLEM PLANININ KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ
YL. Öğrencisi Gökhan KOYUNCU Doç.Dr. Hakan Gökhan GÜNDOĞDU	Anadolu Üniversitesi, Anadolu Üniversitesi,	BELEDİYE FAALİYET RAPORLARINDA KONUT POLİTİKALARININ SÖYLEMSEL VE OPERASYONEL ANALİZİ: BURSA İLİ NİLÜFER VE YILDIRIM KARŞILAŞTIRMASI
YL. Öğrencisi Gökhan KOYUNCU Doç.Dr. Hakan Gökhan GÜNDOĞDU	Anadolu Üniversitesi, Anadolu Üniversitesi,	ARKTİK JEOPOLİTİĞİNDE ÖZERKLEŞEN BİR AKTÖR: ABD-GRÖNLAND İLİŞKİLERİ ÜZERİNE BİR İNCELEME
Dr. Öğr. Üyesi Şükrü Ufuk ULADI Dr. Öğr. Üyesi Alperen AĞCA	Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi,	TÜRKİYE'DE ZORUNLU VE İHTİYARİ KREDİ KARTI HARCAMALARI İLE ENFLASYON ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ
Dr. Öğr. Üyesi Alperen AĞCA Dr. Öğr. Üyesi Şükrü Ufuk ULADI	Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi,	ÇİN'İN ALTERNATİF EKONOMİK AKTİVİTE GÖSTERGELERİNİN STOKASTİK ÖZELLİKLERİ: LI KEQIANG ENDEKSİ ÜZERİNE RALS TABANLI BİRİM KÖK VE EŞBÜTÜNLEŞME BULGULARI



3. BİLSEL INTERNATIONAL SÜTÇÜ İMAM SCIENTIFIC RESEARCH CONGRESS 05-06 September 2026,
KAHRAMANMARAŞ/TÜRKİYE

05.09.2026
TÜRKİYE Local Time: 09:30-11:30

HEAD OF SESSION: Dr. Öğr. Üyesi Hülya TOSUN

SESSION-1 HALL-7

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Dr. Öğr. Üyesi Hülya TOSUN	Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi	GEBELİKTE YALNIZLIĞIN ANNE VE BEBEK SAĞLIĞINA ETKİLERİ VE EBELİK TEMELLİ MÜDAHALELERİN İNCELENMESİ
Dr. Öğr. Üyesi Hülya TOSUN	Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi	KADIN GENİTAL KOZMETİK CERRAHİSİ VE PELVİK TABAN REKONSTRÜKSİYONUNA YÖNELİK CERRAHİ GİRİŞİMLERDE ARTAN İLGİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ
Arş. Gör. Dr. Seda GÜRAY	Tarsus Üniversitesi,	DOĞUMDA KADIN ÖZERKLİĞİNİN TEMEL BİLEŞENİ: RUTİN OBSTETRİK UYGULAMALARDA BİLGİLENDİRİLMİŞ ONAM VE ORTAK KARAR VERME
Arş. Gör. Dr. Seda GÜRAY	Tarsus Üniversitesi,	2030'A DOĞRU KÜRESEL EBE AÇIĞI: EBELİK BAKIM MODELLERİNE GEÇİŞİN SAĞLIK SİSTEMLERİ AÇISINDAN ÖNEMİ
Uzman Dr., Feyza Nur ÖZBAHAR	T.C. Sağlık Bakanlığı Kadirli İlçe Sağlık Müdürlüğü,	ÇOCUKLUK ÇAĞI KANSERLERİ VE SAĞLIK EŞİTSİZLİĞİNE BİR ÖRNEK: CANIM KARDEŞİM



3. BİLSEL INTERNATIONAL SÜTÇÜ İMAM SCIENTIFIC RESEARCH CONGRESS 05-06 September 2026,
KAHRAMANMARAŞ/TÜRKİYE

05.09.2026
TÜRKİYE Local Time: 09:30-11:30

HEAD OF SESSION: Doç. Dr. Çetin AYKURT

SESSION-1 HALL-8

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Doç. Dr. Çetin AYKURT	Yozgat Bozok Üniversitesi,	İSTANBUL'UN AYDINLANMASINDA GAZHANELER
Doç. Dr. Çetin AYKURT	Yozgat Bozok Üniversitesi,	MEHMED SÜREYYA BEY'İN OSMANLI TARİHÇİLİĞİNE KATKILARI
Doç. Dr. Gökhan KAYIR Doç. Dr. Ünal DENİZ	Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Manisa Celal Bayar Üniversitesi,	PROGRAM OKURYAZARLIĞI ARAŞTIRMALARININ BİBLİYOMETRİK PROFİLİ: MEVCUT DURUM VE GELECEK YÖNELİMLERİ
Doç. Dr. Gökhan KAYIR Doç. Dr. Ünal DENİZ	Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Manisa Celal Bayar Üniversitesi,	EĞİTİM BİLİMLERİ AÇISINDAN ÇOK DİLLİLİK ÇALIŞMALARININ BİBLİYOMETRİK ANALİZİ
Dr., Efe ÇULHA	Bağımsız Araştırmacı	1768-1774- OSMANLI-RUS SAVAŞI'NDA RUS ORDUSUNDA VEBA SALGINI VE SAVAŞA ETKİSİ



3. BİLSEL INTERNATIONAL SÜTÇÜ İMAM SCIENTIFIC RESEARCH CONGRESS 05-06 September 2026,
KAHRAMANMARAŞ/TÜRKİYE

05.09.2026

TÜRKİYE Local Time: 09:30-11:30

HEAD OF SESSION: Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin KARAKAYA

SESSION-1 HALL-9

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Dr. Öğr. Üyesi. Hüseyin KARAKAYA Doç Dr. Gökhan Doğukan AKARSU Prof. Dr. Rukiye HÖBEK AKARSU	Yozgat Bozok Üniversitesi, Yozgat Bozok Üniversitesi, Yozgat Bozok Üniversitesi,	POLİKİSTİK OVER SENDROMUNDA GÜNCEL BİYOBELİRTEÇLER VE MOLEKÜLER MEKANİZMALAR TANI VE TEDAVİYE YÖNELİK YENİ YAKLAŞIMLAR
Dr. Öğr. Üyesi. Hüseyin KARAKAYA Doç Dr. Gökhan Doğukan AKARSU Prof. Dr. Rukiye HÖBEK AKARSU	Yozgat Bozok Üniversitesi, Yozgat Bozok Üniversitesi, Yozgat Bozok Üniversitesi,	PLASENTAL SENESENS VE BİYOKİMYASAL BELİRTEÇLER: GEBELİK KOMPLİKASYONLARINDA HÜCRESEL YAŞLANMANIN GÜNCEL ROLÜ
Araş. Gör. Dr., Suzan ŞAHİN DOĞAN Doç. Dr., Duygu AYDIN	Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi,	BİSFENOL BAZLI SCHIFF BAZININ FARMAKOKİNETİK VE BİYOLOJİK DEĞERLENDİRMESİ
Uzman Dr. Seher İrem KIRAN PAUDEL, Doç. Dr. Meltem GÜNER CAN,	Acıbadem Üniversitesi Atakent Hastanesi, Acıbadem Üniversitesi Atakent Hastanesi,	HEPATEKTOMİ YAPILAN CANLI KARACİĞER NAKİL DONÖRLERİNDE BİLATERAL EREKTÖR SPİNA PLAN BLOĞU İLE TORAKAL EPİDURAL ANALJEZİNİN KARŞILAŞTIRILMASI
Uzm. Dt. Elif Gamze YILDIZ GÖKŞEN	Dicle Üniversitesi,	PROTETİK DİŞ TEDAVİSİNDE DİJİTAL GÜLÜŞ TASARIMI VE LAMİNATE VENEER RESTORASYONLAR
Uzm. Dt. Elif Gamze YILDIZ GÖKŞEN	Dicle Üniversitesi,	POSTERİOR TEK ÜYE RESTORASYONLARDA ENDİKASYONLAR VE KLİNİK KARAR VERME SÜRECİ



3. BİLSEL INTERNATIONAL SÜTÇÜ İMAM SCIENTIFIC RESEARCH CONGRESS 05-06 September 2026,
KAHRAMANMARAŞ/TÜRKİYE

05.09.2026

TÜRKİYE Local Time: 09:30-11:30

HEAD OF SESSION: Doç. Dr. Nuray ÇİÇEK

SESSION-1 HALL-10

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Doç. Dr. Nuray ÇİÇEK Doç. Dr. Ebru GÜL	Çankırı Karatekin Üniversitesi, Çankırı Karatekin Üniversitesi,	TÜRKİYE'DE FRENK ÜZÜMÜ (<i>Ribes spp.</i>) YETİŞTİRİCİLİĞİNİN EKOLOJİK POTANSİYELİ VE SINIRLILIKLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ
Doç. Dr. Nuray ÇİÇEK Doç. Dr. Ebru GÜL	Çankırı Karatekin Üniversitesi, Çankırı Karatekin Üniversitesi,	TUZ STRESİ ALTINDAKİ BİTKİLERDE ASKORBİK ASİDİN FİZYOLOJİK VE BİYOKİMYASAL ROLÜ
Alptekin SAĞIROĞLU Doç. Dr. Melis ÇERÇİOĞLU	İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi, İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi,	MANİSA İLİ KÖPRÜBAŞI İLÇESİNİN AGROEKOTURİZM POTANSİYELİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ
Eczacı, Sedanur DURAN Dr. Öğr. Üyesi, İmren ESENTÜRK- GÜZEL, Arş. Gör. Dr., Aslı GÜRBÜZ YURTSEVER	Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Üniversitesi, İstanbul Üniversitesi,	HAVUÇ (DAUCUS CAROTA L.) TOHUMU UÇUCU YAĞI İÇEREN TOPIKAL NANOEMÜLSİYON FORMÜLASYONLARININ GELİŞTİRİLMESİ



3. BİLSEL INTERNATIONAL SÜTÇÜ İMAM SCIENTIFIC RESEARCH CONGRESS 05-06 September 2026,
KAHRAMANMARAŞ/TÜRKİYE

05.09.2026

TÜRKİYE Local Time: 10:00-12:00

HEAD OF SESSION: Prof. Dr. Elman GULİYEV

SESSION-2 HALL-11

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Aynur Zahir qızı Bədəlova	Azərbaycan Devlet Pedaqoji Universiteti,	TEATRIN İLKİN FORMALARI VƏ ONUN QƏDİM YUNANISTANDA TƏŞƏKKÜLÜ
Qasimova Nigar Azad qızı	Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti,	MƏTN DİLÇİLİYİNİN YARANMA TARİXİ
Prof. Dr. Elman Guliyev	Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti,	ÇİNGİZ AYTMAOVUN "AĞ GƏMİ" VƏ "GÜN VAR ƏSRƏ BƏRABƏR" ƏSƏRLƏRİNDƏ MİLLİLİYİN TƏZAHÜR FORMALARI
Qasimova Maya Rəhim qızı	Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti,	DİL QAYDALARININ ÖYRƏDİLMƏSİNDƏ OYUN TEXNOLOGİYALARININ ROLU
Baş müəllim Arzu Kərimova	Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti	AZƏRBAYCAN DİALEKTLƏRİNİN MÜQAYİSƏLİ TƏHLİLİ
Könül Məmmədova	Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti	TƏLİM VƏ TƏRBİYƏNİN VƏHDƏTİ PROSESİNDƏ MÜƏLLİM VƏ VALİDEYNLƏRİN ROLU
Gunel Shefiyeva	Azerbaijan State Pedagogical University,	THE IMPACT OF LANGUAGE ANXIETY ON SECOND LANGUAGE LEARNING
Doçent Doktor, AYGUN AHMADOVA	Azərbaycan Devlet Pedaqoji Universiteti,	MODERN DÖNEMDE YAZILMIŞ ÇOCUK HİKAYELER HARİTASI
Dr. Öğr. Türkan HÜSEYNOVA	Azərbaycan Devlet Pedaqoji Üniversitesi,	SÖZÜN SINIRLARINDA BİR GEZİNTİ: EDEBİ METİNLERDE MEKÂN, KAHRAMAN VE ANLAM ARAYIŞI



3. BİLSEL INTERNATIONAL SÜTÇÜ İMAM SCIENTIFIC RESEARCH CONGRESS 05-06 September 2026,
KAHRAMANMARAŞ/TÜRKİYE

05.09.2026
TÜRKİYE Local Time: 10:00-12:00

HEAD OF SESSION: Salsabilla

SESSION-2 HALL-12

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Ummu Kholil Prawesti	Universitas Islam Negeri KH Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia	WOMEN ENTREPRENEURS IN THE HALAL CREATIVE ECONOMY: OPPORTUNITIES, CHALLENGES, AND EMPOWERMENT
Salsabilla	Universitas Islam Negeri KH Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia	THE IMPACT OF E-COMMERCE ADOPTION ON THE INTERNATIONALIZATION OF HALAL CREATIVE ENTERPRISES
Nisa Agustin	Universitas Islam Negeri KH Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia	ISLAMIC ETHICAL VALUES AND SUSTAINABLE INNOVATION IN THE CREATIVE ECONOMY
Faizura Syifa Ramadhani	Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia	GREEN ENTREPRENEURSHIP IN THE HALAL CREATIVE ECONOMY: A FRAMEWORK FOR SUSTAINABLE BUSINESS DEVELOPMENT
Nova Fitriana	Universitas Islam Negeri KH Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia	SUSTAINABLE FASHION AND THE CONVERGENCE OF THE HALAL AND CREATIVE ECONOMIES
Rofiqoh Aliyah Arifin	Universitas Islam Negeri KH Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia	THE ROLE OF HALAL CERTIFICATION IN PROMOTING SUSTAINABLE CREATIVE BUSINESS PRACTICES
Anesti QELESHI Erton ZEKAJ	Sport University of Tirana, Tirana, Albania, Sport University of Tirana, Tirana, Albania,	STRUCTURED PHYSICAL ACTIVITY AND MOTOR DEVELOPMENT IN PRESCHOOL CHILDREN: EVIDENCE SYNTHESIS AND CONCEPTUAL FRAMEWORK FOR PHYSICAL LITERACY
Amodu, Salisu Ameh PhD, Omede, Monica Esther	Prince Abubakar Audu University, Nigeria, Prince Abubakar Audu University, Nigeria	THE NEGATIVE INFLUENCES OF ETHNICITY IN NATIONAL INTEGRATION AND DEMOCRATIC STABILITY IN NIGERIA
Dr Rodrigue Jésgo KOUTON Dr Ogoudedji Flavien ABATOUSSI	University of Abomey- Calavi, Republic of Benin, University of Abomey- Calavi, Republic of Benin,	ICT AS A MEANS TO MOTIVATE BENINESE SECONDARY SCHOOL EFL LEARNERS REGARDING THEIR DISAFFECTION WITH THE ENGLISH LANGUAGE



3. BİLSEL INTERNATIONAL SÜTÇÜ İMAM SCIENTIFIC RESEARCH CONGRESS 05-06 September 2026,
KAHRAMANMARAŞ/TÜRKİYE

05.09.2026
TÜRKİYE Local Time: 10:00-12:00

HEAD OF SESSION: PROF.DR. ƏBÜLFƏZ ƏZİMLİ

SESSION-2 HALL-13

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
PROF.DR. ƏBÜLFƏZ ƏZİMLİ	Naxçıvan Dövlət Universiteti; Naxçıvan Müəllimlər İnstitutu-BÜTÖV AZERBAIJAN	MÖVLANA MƏHƏMMƏD FÜZULİ QƏMİ VƏ QƏMİN TUR DAĞI ZƏRRƏSİNDƏ İLAHİ EŞQ VÜSALI
PROF.DR. ƏBÜLFƏZ ƏZİMLİ	Naxçıvan Dövlət Universiteti; Naxçıvan Müəllimlər İnstitutu-BÜTÖV AZERBAIJAN	NƏCİB FAZİL KISAKÜRƏK: SƏSİN SƏSİ-SÖZÜN SÖZÜ, YAXUD-İÇİNDEKİ DAR AĞACINDAN ASILAN SESİN ŞAİRİ
Gültəkin Atəş qızı Abdullayeva	Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti,	OXU DƏRSLƏRİNDƏ BƏDİİ TƏSVİR VASİTƏLƏRİ ÜZƏRİNDƏ İŞİN SƏMƏRƏLİ TƏŞKİLİ
KAMAL CAMALOV	Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti,	DİL, KİMLİK, VƏTƏN” KİTABINDA MİLLİ VARLIQ KONSEPSİYASI: PEDAQOJİ-PSIXOLOJİ ASPEKTLƏR
Sahilə İbrahimova	Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti,	PEŞƏKAR ÜNSİYYƏTİN MAHIYYƏTİ VƏ ROLU
Dr. Ögr. Türkan HÜSEYNOVA	Azərbaycan Devlet Pedaqoji Universiteti,	GALSWORTHY'NİN “İLKLER VE SONUNCULAR” ÖYKÜSÜNDE BİREY-TOPLUM ÇATIŞMASI, STATÜ KAYGISI VE VİCDANİ KATARSİS
Natəvan Paşayeva	Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti,	ÖĞRETMEN - ÖĞRENCİ İLİŞKİLERİNDE ETKİLİ İLETİŞİMİN ÖNEMİ
Baş Öğretim Görevlisi, Dr. Tarana AKBARİ	Azərbaycan Devlet Pedaqoji Universiteti	İLKOKUL ÖĞRENCİLERİNDE BEYİN KABUĞUNUN GELİŞİM DİNAMİKLERİ VE YÜKSEK SİNİR FAALİYETİNİN EĞİTİM SÜRECİNDE DİKKATE ALINMASI
Baş Öğretim Görevlisi, Dr. Tarana AKBARİ	Azərbaycan Devlet Pedaqoji Universiteti	ÇEVRE İLE TANISMA DERSİNİN ÇOCUKLARIN BAĞLANTILI KONUŞMA GELİŞİMİNDEKİ TEMEL ETMENLERDEN BİRİ OLARAK İNCELENMESİ



3. BİLSEL INTERNATIONAL SÜTÇÜ İMAM SCIENTIFIC RESEARCH CONGRESS 05-06 September 2026,
KAHRAMANMARAŞ/TÜRKİYE

05.09.2026
TÜRKİYE Local Time: 10:00-12:00

HEAD OF SESSION: Prof. Dr. Laura Diaconu (Maxim)

SESSION-2 HALL-14

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Moses Adeolu AGOI, Ayodele Elizabeth AGOI Olayemi Grace ABIMBOLA Yewande Adeyosola ODUNAYO	Lagos State University of Education, Lagos Nigeria, Lagos State University of Education, Lagos Nigeria,	THE ECONOMICS OF AI GOVERNANCE: IMPACTS ON INNOVATION, PRODUCTIVITY, AND IT INVESTMENT
FÖLDVÁRI, Sándor	Debrecen University,	HIKMET KEREM ÖZCAN'S FILM, "HAKKI", PORTRAYS THE TRAGIC PROTAGONIST HERO OF CLASSICAL DRAMAS
PhD Petronela Daniela FERARU	National College Iași and 'Ion Neculce' High School, Târgu Frumos, Romania,	ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND THE TRANSFORMATION OF LEARNING PRACTICES AMONG SECONDARY SCHOOL STUDENTS: A SOCIOLOGICAL PERSPECTIVE
PhD Petronela Daniela FERARU	National College Iași and 'Ion Neculce' High School, Târgu Frumos, Romania,	SOCIAL CAPITAL AND COMMUNITY RESILIENCE IN SMALL-TOWN ROMANIA: A SOCIOLOGICAL ANALYSIS OF CONTEMPORARY SOCIAL CHANGE
Professor Dr. Laura Diaconu (Maxim)	"Alexandru Ioan Cuza" University of Iasi, Romania	DETERMINANTS OF HUMAN CAPITAL DEVELOPMENT IN THE DIGITAL ECONOMY
PhD, Associate Professor (Dotsent) Hilola Yusuf qizi Shoyzakova	Gulistan State University, Uzbekistan	METHODOLOGICAL FOUNDATIONS OF TEACHING PHYSICS THROUGH DIGITAL EDUCATIONAL TOOLS
PhD, Associate Professor (Dotsent); Hilola Yusuf qizi Shoyzakova	Gulistan State University, Uzbekistan	FORMATION OF PHYSICS STUDENTS' EXPERIMENTAL-RESEARCH COMPETENCE THROUGH VIRTUAL AND REMOTE LABORATORY TECHNOLOGIES
Gulmira Saparova	Gulistan State University, Uzbekistan	METHODOLOGICAL FOUNDATIONS OF INTERDISCIPLINARY (STEM-ORIENTED) INTEGRATION IN PHYSICS TEACHING
ADELA KOUN Jean Raphaël, TCHAOU Sévégni Brice, OGO UWALE Romaric, WOKOU Guy, DOVENON Vincent Kossi, OLOHOUNGBAMI Jeanne Grâce	University of Abomey- Calavi, Benin.	CHALLENGES AND STRATEGIES FOR IMPROVING THE HOUSING SUPPLY IN THE COMMUNE OF ADJARRA IN BENIN



3. BİLSEL INTERNATIONAL SÜTÇÜ İMAM SCIENTIFIC RESEARCH CONGRESS 05-06 September 2026,
KAHRAMANMARAŞ/TÜRKİYE

05.09.2026
TÜRKİYE Local Time: 10:00-12:00

HEAD OF SESSION: Dr. Alan Reed LIBERT

SESSION-2 HALL-15

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Tsania Karima Khusna	Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia	GENERATIVE AI AND HALAL CONTENT CREATION: OPPORTUNITIES, ETHICAL CHALLENGES, AND CONSUMER TRUST
Muhammad Apri Handika	Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia	ISLAMIC ART, CULTURAL HERITAGE, AND THE DEVELOPMENT OF HALAL CREATIVE INDUSTRIES
Diana Kristi	Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia	YOUTH ENTREPRENEURSHIP AND THE FUTURE OF THE HALAL CREATIVE ECONOMY IN THE DIGITAL AGE
Lia Fatra Nur Laili Kamalin	Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia	ENTREPRENEURIAL ORIENTATION AND INNOVATION PERFORMANCE IN HALAL CREATIVE ECONOMY MSMES
M. Reza Fahrezi	Universitas Islam Negeri K. H. Abdurrahman Wahid Pekalongan Indonesia	THE ROLE OF ENTREPRENEURIAL ECOSYSTEMS IN ACCELERATING HALAL CREATIVE INDUSTRY DEVELOPMENT
Muhammad Romiz Assiddiqi	Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia	THE GLOBALIZATION OF MODEST FASHION: INNOVATION AND COMPETITIVENESS IN THE HALAL CREATIVE ECONOMY
PhD Balakhanova Gumru Vasif	Azerbaijan State Pedagogical University,	INTEGRATED ASSESSMENT OF CUMULATIVE ENVIRONMENTAL RISKS AND SUSTAINABLE MANAGEMENT STRATEGIES IN INDUSTRIAL TERRITORIES
PhD Balakhanova Gumru Vasif	Azerbaijan State Pedagogical University,	EMERGING CHALLENGES IN MARINE AND COASTAL ECOSYSTEM CONSERVATION
Dr. Alan Reed LIBERT	University of Newcastle, Callaghan, Australia	WORDS FOR 'FERRY' IN ARTIFICIAL AUXILIARY LANGUAGES



3. BİLSEL INTERNATIONAL SÜTÇÜ İMAM SCIENTIFIC RESEARCH CONGRESS 05-06 September 2026,
KAHRAMANMARAŞ/TÜRKİYE

05.09.2026
TÜRKİYE Local Time: 10:00-12:00

HEAD OF SESSION: Assistant Professor, Dr. K. VIGNESH

SESSION-1 HALL-16

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Laraib Hassnain Dr. Fawad Ullah	Kohat University of Science and Technology, Kohat	SYNTHESIS, STRUCTURAL CHARACTERIZATION, AND LUMINESCENCE PERFORMANCE OF SR 3 GD(BO 3) 3 : DY 3+ PHOSPHORS FOR LED LIGHTING APPLICATIONS
Associate Professor Dr. Omer Shujat Bhatti, Engr. Fakhar Hassan Shah, Prof. Dr. Muhammad Asad Ghufuran, Ar. Usman Raza Kazmi, Ar. Rameesha Khan,	School of Architecture & Planning, UMT, Lahore, Pakistan, Practicing Engineer, Dubai, IIUI, Islamabad.	A REVIEW OF THE EFFECTS OF PROJECT MANAGEMENT PRACTICES ON COST OVERRUN IN CONSTRUCTION PROJECTS.
Sabah Louarem, Samira Boumous, Zouhir Boumous	Ferhat Abbas University, Setif I, Setif, Algeria, University of Souk Ahras, Algeria	MULTI-OBJECTIVE OPTIMAL PLACEMENT AND SIZING OF DISTRIBUTED GENERATION IN CONNECTED POWER NETWORKS FOR LOSS REDUCTION AND VOLTAGE STABILITY ENHANCEMENT
Assistant Professor, Dr. K. VIGNESH	Palar Agricultural College, Vellore, Tamil Nadu, India	ENGINEERING SYNTHETIC MICROBIAL CONSORTIA (SYNCOMS) TO COMBAT RECALCITRANT SOILBORNE FUNGAL PATHOGENS
Papannagari Keerthi Asst. Prof. Dr.P.C.Praveen Kumar, Assoc. Prof. Dr.J.Salai Thillai Thilagam,	G.Pulla Reddy Engineering College (Autonomous), Kurnool, Andhra Pradesh India	DESIGN, ANALYSIS AND SIMULATION OF L-, π -, AND T-MATCHING NETWORKS FOR RF IMPEDANCE TRANSFORMATION
Ifeyanyi Isaiah Achi Nwebonyi Isreal Chima	Alex Ekwueme Federal University Ndufu Alike Ikwo, Ebonyi State Nigeria	DEVELOPMENT OF CRISIS PERIOD PREDICTION SYSTEM FOR AN EPILEPTIC PATIENT
Nayab Gohar Abdullah Yar	Kohat University of Science and Technology, Kohat, Pakistan	EXPIORING VALLEY-RESOLVED QUANTUM SPIN HALL EFFECT IN SILICENE
Kainat Abdullah Yar	Kohat University of Science and Technology, Kohat, Pakistan	SPIN-AND VALLEY-RESOLVED MAGNETO- OPTICAL FARADAY AND KERR EFFECTS IN 8- Pmmn MONOLAYER BOROPHENE



3. BİLSEL INTERNATIONAL SÜTÇÜ İMAM SCIENTIFIC RESEARCH CONGRESS 05-06 September 2026,
KAHRAMANMARAŞ/TÜRKİYE

05.09.2026
TÜRKİYE Local Time: 10:00-12:00

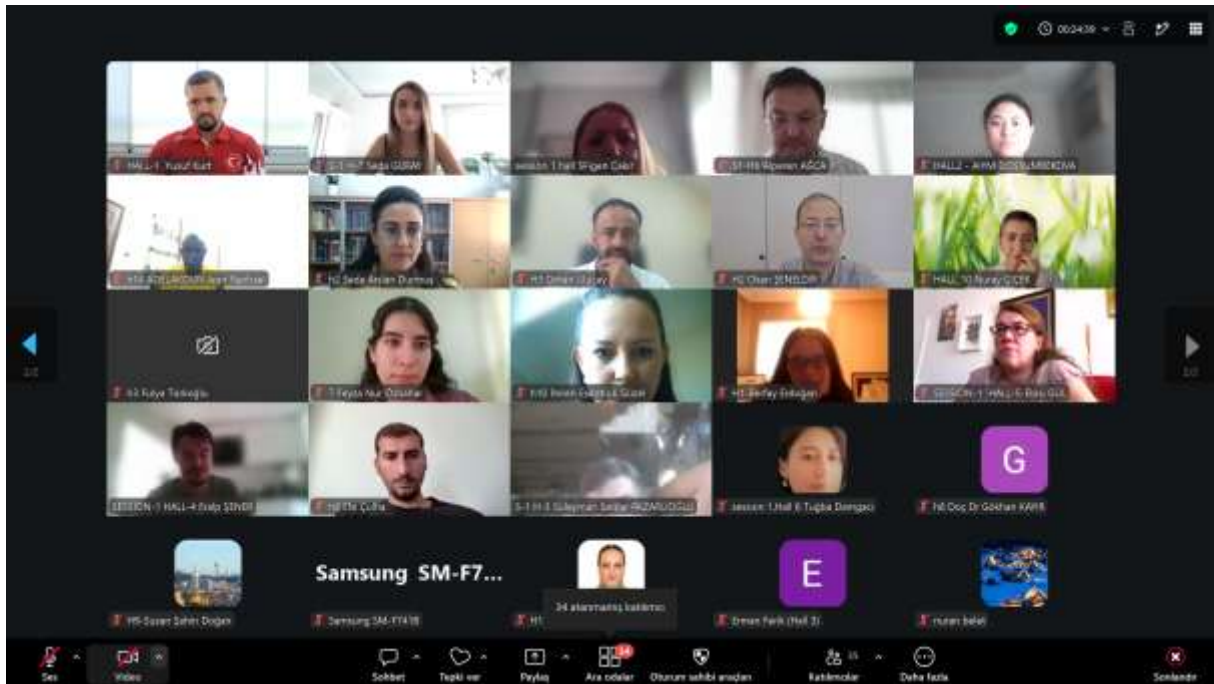
HEAD OF SESSION: Dr. Mohamed Bouamama

SESSION-2 HALL-17

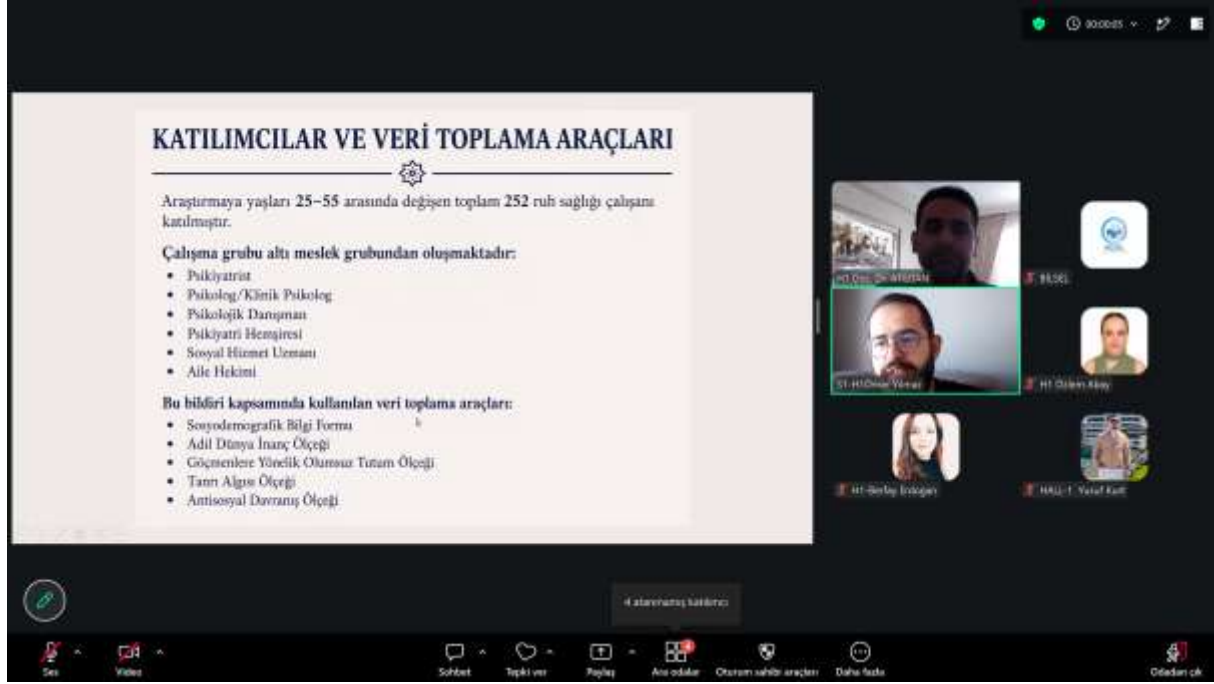
AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Aygun ISRAYILOVA, Ruslan GULIYEV, Alakbar HUSEYNZADA	Baku State University, Baku, Azerbaijan, Baku State University, Baku, Azerbaijan,	ANTIBACTERIAL EVALUATION OF A NOVEL SCHIFF BASE (IMINE) DERIVATIVE AGAINST ANTIBIOTIC-RESISTANT STAPHYLOCOCCUS AUREUS STRAINS
K.R.Padma K.R.Don	Bharath University, Chennai, India (Women's University), Tirupati, Andhra India	PLANT-BASED CHOLINESTERASE INHIBITORS: AN INVESTIGATION OF PLECTRANTHUS AMBOINICUS AND ARAUCARIA COLUMNARIS
Velichka Marinova Blagoy Uzunov	Sofia University "St. Kliment Ohridski" Bulgaria	COLONISATION OF URBAN SURFACES BY MICROALGAE: EXPLORING THE DEVELOPMENT OF GREEN FAÇADES
Leyla HASANOVA	Azerbaycan Devlet Pedaqoji Universitesi	COMPARATIVE ASSESSMENT OF BAKING QUALITY PARAMETERS IN FOUR LOCAL SOFT WHEAT VARIETIES GROWN AT THE TARTAR REGIONAL EXPERIMENTAL STATION (2021–2022)
Dr. Mohamed Bouamama, Dr. Bouamama Safi	University of Tlemcen Algeria,	DYNAMIC RESPONSE OF A PIEZOELECTRIC TRAPEZOIDAL BEAM



**3. BİLSEL INTERNATIONAL SÜTÇÜ İMAM SCIENTIFIC RESEARCH CONGRESS 05-06 September 2026,
KAHRAMANMARAŞ/TÜRKİYE**



**3. BİLSEL INTERNATIONAL SÜTÇÜ İMAM SCIENTIFIC RESEARCH CONGRESS 05-06 September 2026,
KAHRAMANMARAŞ/TÜRKİYE**



KATILIMCILAR VE VERİ TOPLAMA ARAÇLARI

Araştırmaya yaşları 25-55 arasında değişen toplam 252 ruh sağlığı çalışanı katılmıştır.

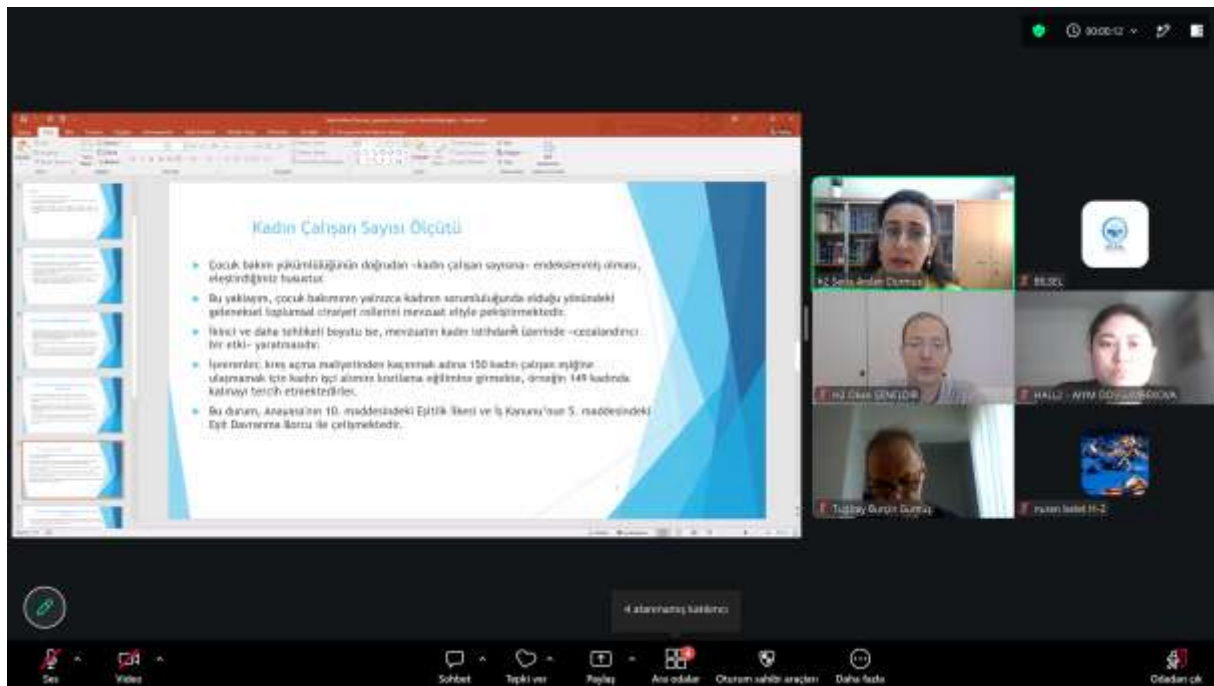
Çalışma grubu altı meslek grubundan oluşmaktadır:

- Psikiyatrist
- Psikolog/Klinik Psikolog
- Psikolojik Danışman
- Psikiyatri Hemşiresi
- Sosyal Hizmet Uzmanı
- Aile Hekimi

Bu bildirî kapsamında kullanılan veri toplama araçları:

- Sosyodemografik Bilgi Formu
- Adil Dünya İnanç Ölçeği
- Göçmenlere Yönelik Olumsuz Tutum Ölçeği
- Tanrı Algısı Ölçeği
- Antisosyal Davranış Ölçeği

4 atamaması kaldırıldı

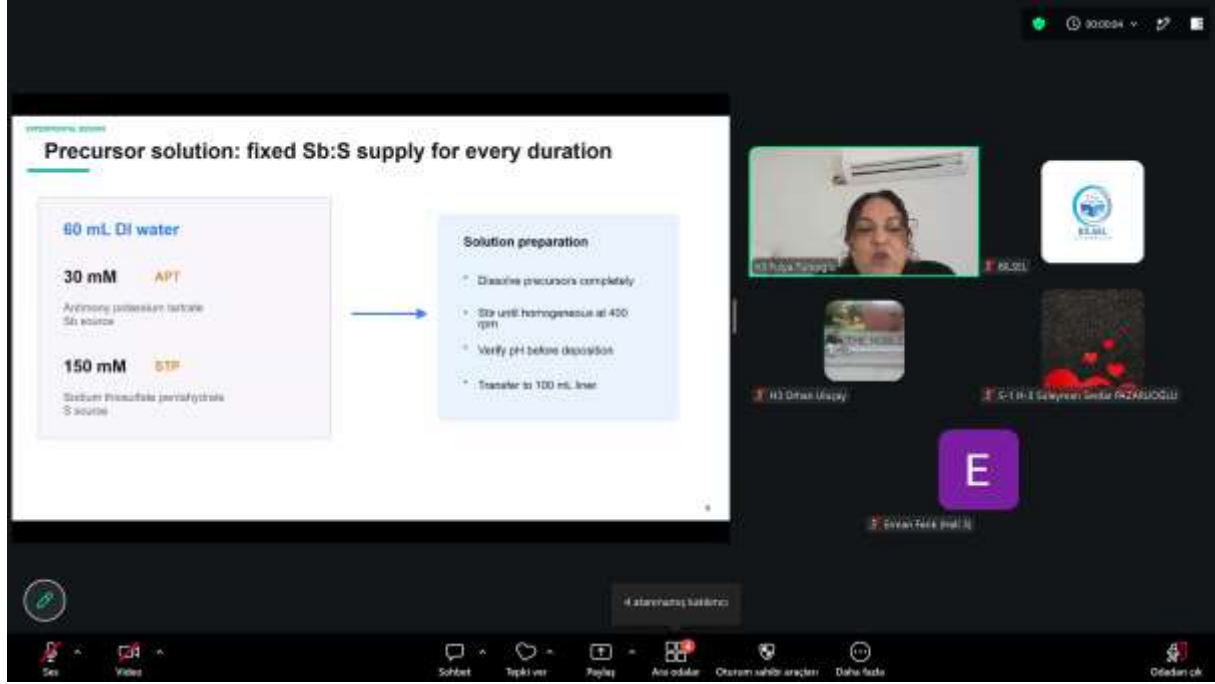


Kadın Çalışan Sayısı Ölçütü

- Çocuk bakım yükümlülüğünün doğrudan -kadın çalışan sayısına- endekslenmesi önerisi, eleştirilmiştir.
- Bu yaklaşıma, çocuk bakımının yalnızca kadının sorumluluğunda olduğu yönündeki geleneksel toplumsal cinsiyet rolleri normatı ile eleştirilmektedir.
- İkinci ve daha tehlikeli boyutu ise, mevzuatın kadın istihdamı üzerinde -cezaalandırıcı bir etki- yaratmasıdır.
- İşverenler, kısa vadede maliyetlerinden kaçınmak adına 150 kadını çalışan işlerine ulaştırmak için kadın işçi alımına istisnalar getirmekte, örneğin 149 kadını kadın sayarak bencillik etmektedirler.
- Bu durum, Anayasamızın 10. maddesindeki Eritlik İlkesi ve 14. Kanun'un 5. maddesindeki Erit Davranışına İstisna ile çelişmektedir.

4 atamaması kaldırıldı

3. BİLSEL INTERNATIONAL SÜTÇÜ İMAM SCIENTIFIC RESEARCH CONGRESS 05-06 September 2026,
KAHRAMANMARAŞ/TÜRKİYE



Precursor solution: fixed Sb:S supply for every duration

60 mL DI water

30 mM APT
Avidinone polystyrene particles
Sb source

150 mM STP
Sodium Phosphate peristaltic
S source

Solution preparation

- Dissolve precursor's completely
- Stir until homogeneous at 400 rpm
- Verify pH before dispersion
- Transfer to 100 mL liner

4 atamınız katılıyor

4 atamınız katılıyor



Müdahale İkilemi: Aralama Yeni Bir Risk Yaratabilir mi?

AŞIYSIZLIK MESELESİ

- Kötüleşen aralama ve rekabeti artır.
- Kararlılık, baskınlık, güvenlik, enerji daimi.
- Enflasyon, aşırıya kaç, gereksinimi artırabilir.

ANİ VE ACIĞI ACMA

- Kötüleşen aralama için, aşırıya kaçabilir.
- Kötüleşen aralama ve baskınlık, gereksinimi artırabilir.
- Kötüleşen aralama, baskınlık, enerji daimi.

Söylenilen Hedef:
Zamanında + Öğütü + Kademeli Aralama

Söylenilen Müdahale Şiddeti

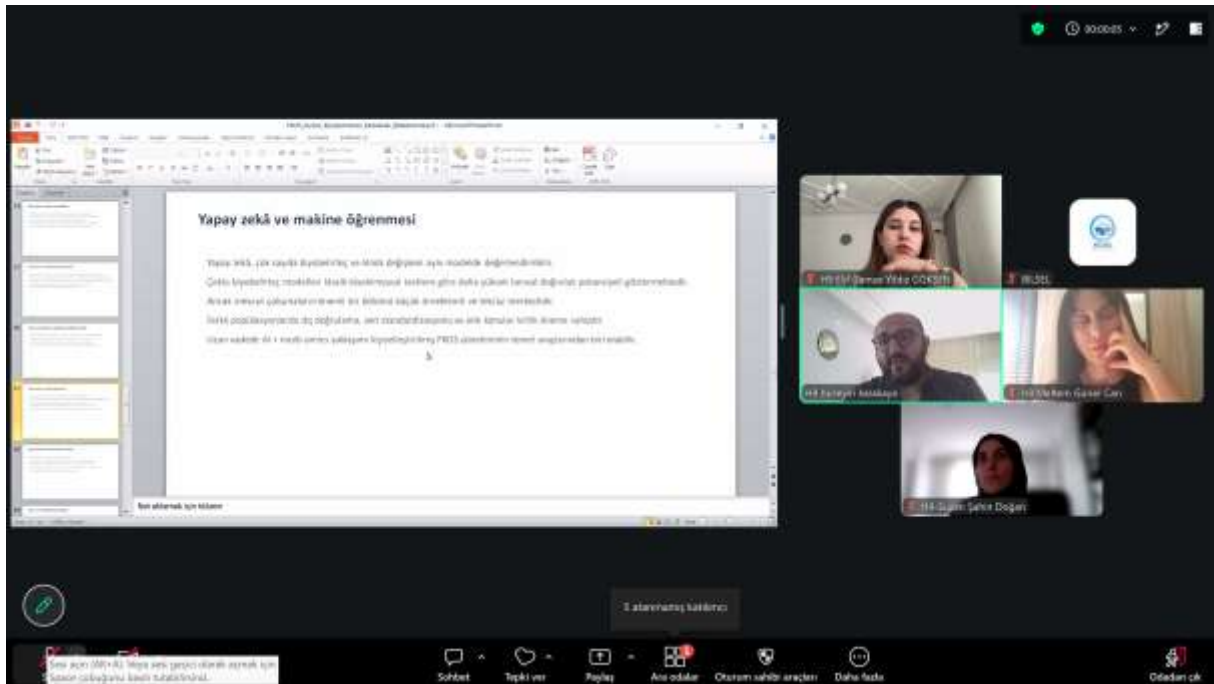
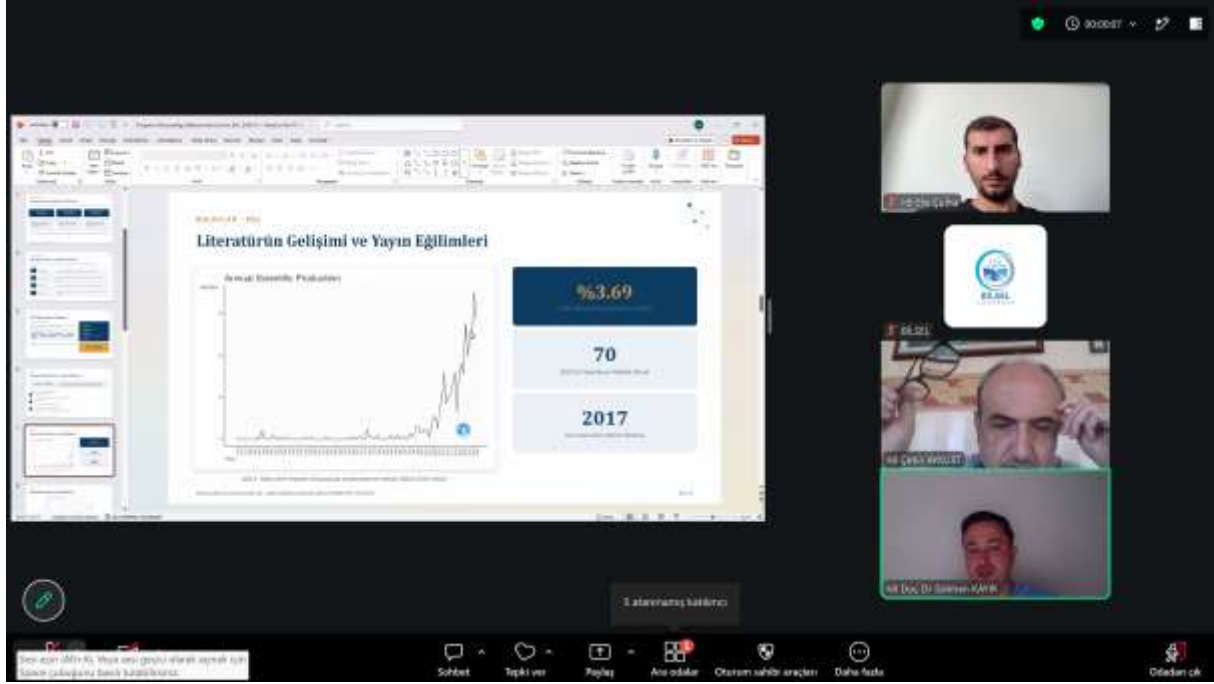
4 atamınız katılıyor

4 atamınız katılıyor

3. BİLSEL INTERNATIONAL SÜTÇÜ İMAM SCIENTIFIC RESEARCH CONGRESS 05-06 September 2026, KAHRAMANMARAŞ/TÜRKİYE

[illegible]

3. *BİLSEL INTERNATIONAL SÜTÇÜ İMAM SCIENTIFIC RESEARCH CONGRESS 05-06 September 2026, KAHRAMANMARAŞ/TÜRKİYE*



3. BİLSEL INTERNATIONAL SÜTÇÜ İMAM SCIENTIFIC RESEARCH CONGRESS 05-06 September 2026,
KAHRAMANMARAŞ/TÜRKİYE

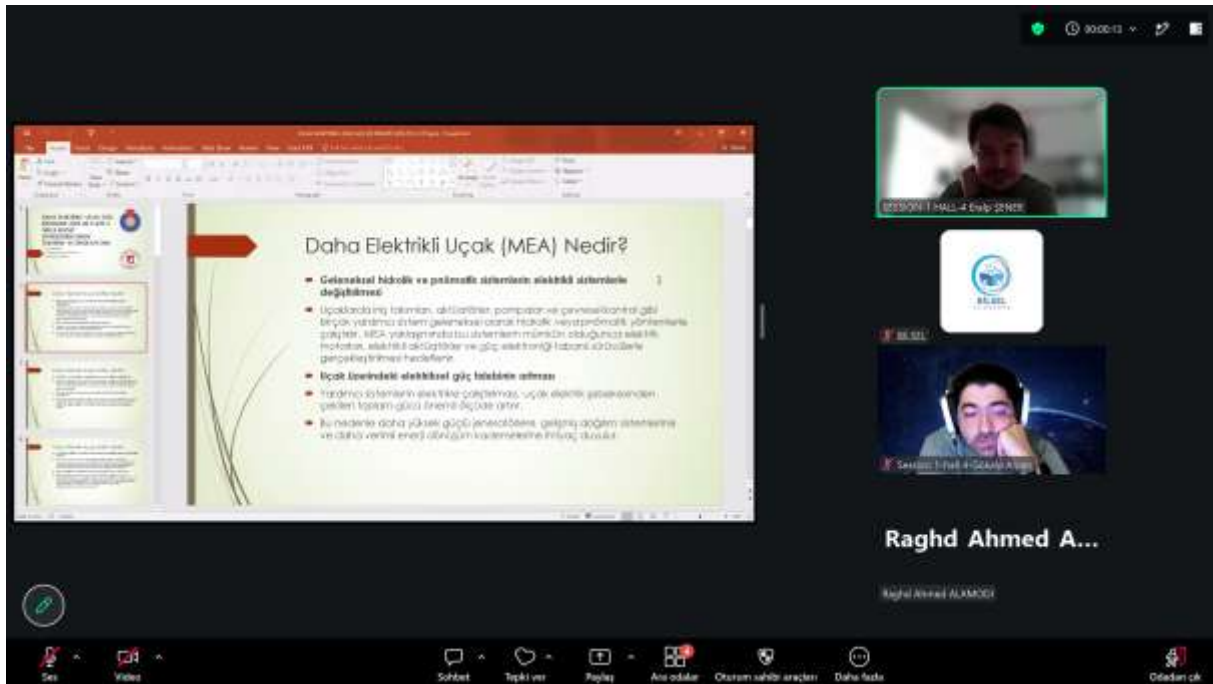


Budama
Verimden düşmüş yaşlı dalların uzaklaştırılması. Taç içi hava sirkülasyonu ve ışıklandırmanın artırılması (fungal risklere karşı).

Gençleştirme
Genç ve yüksek verimli sürgünlerin teşviki.

Çoğaltma
Vejetatif çoğaltma (çelik ve daldırma) ile genetik safliğin korunması ve iklimsel uyumla sürdürülmesi.

2 katılımcı katılıyor



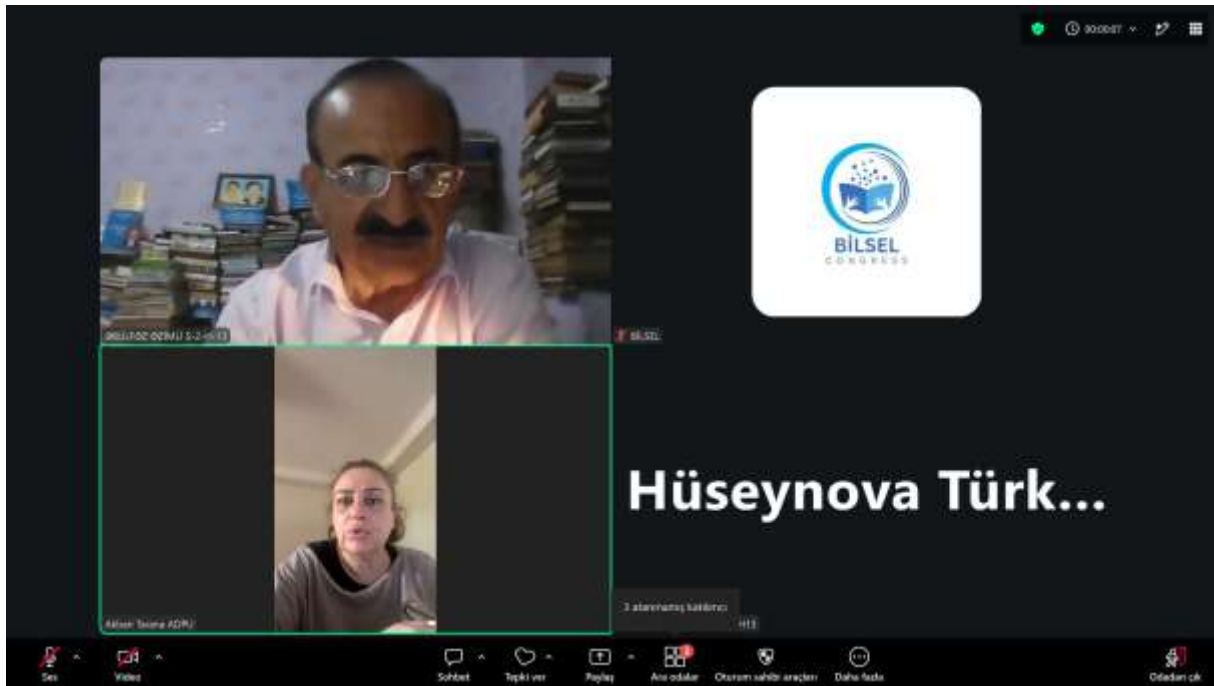
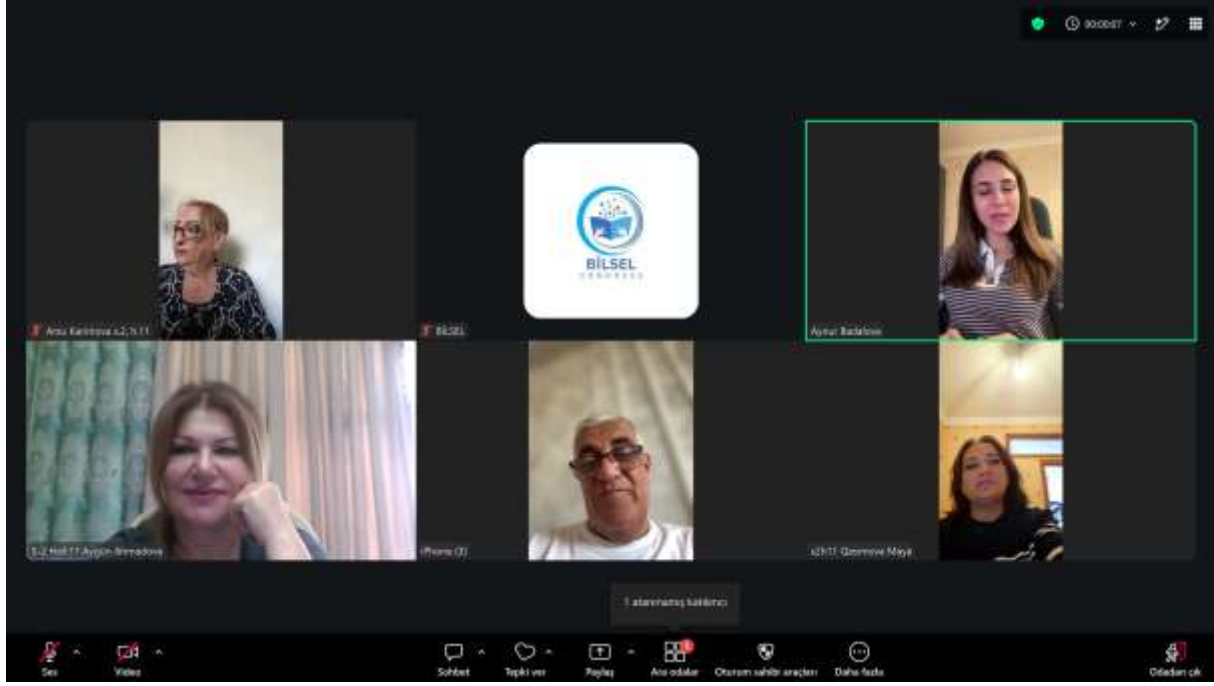
Daha Elektrikli Uçak (MEA) Nedir?

- Geleneksel hidrolik ve pnömatis sistemlerin elektrikli sistemlerle değiştirilmesi
- Uçaklarda enj. tahrikten, aktivatörler, pompalar ve püskürtücüler gibi birçok sistemün elektrikli sistemlerle değiştirilmesi. MEA, yakıt sistemleri, su sistemleri, motorlar, elektrik sistemleri ve diğer sistemlerin elektrikli sistemlerle değiştirilmesi anlamına gelir.
- Uçak üzerindeki elektrikli güç sistemlerinin artması
- Tradisyonel sistemlerin elektrikli sistemlerle değiştirilmesi, uçak elektrik sistemlerinin gelişimi için önemli bir adımdır.
- Bu nedenle daha yüksek güç gerektiren, gelişmiş elektrik sistemlerine ve daha verimli enerji yönetim sistemlerine ihtiyaç duyarız.

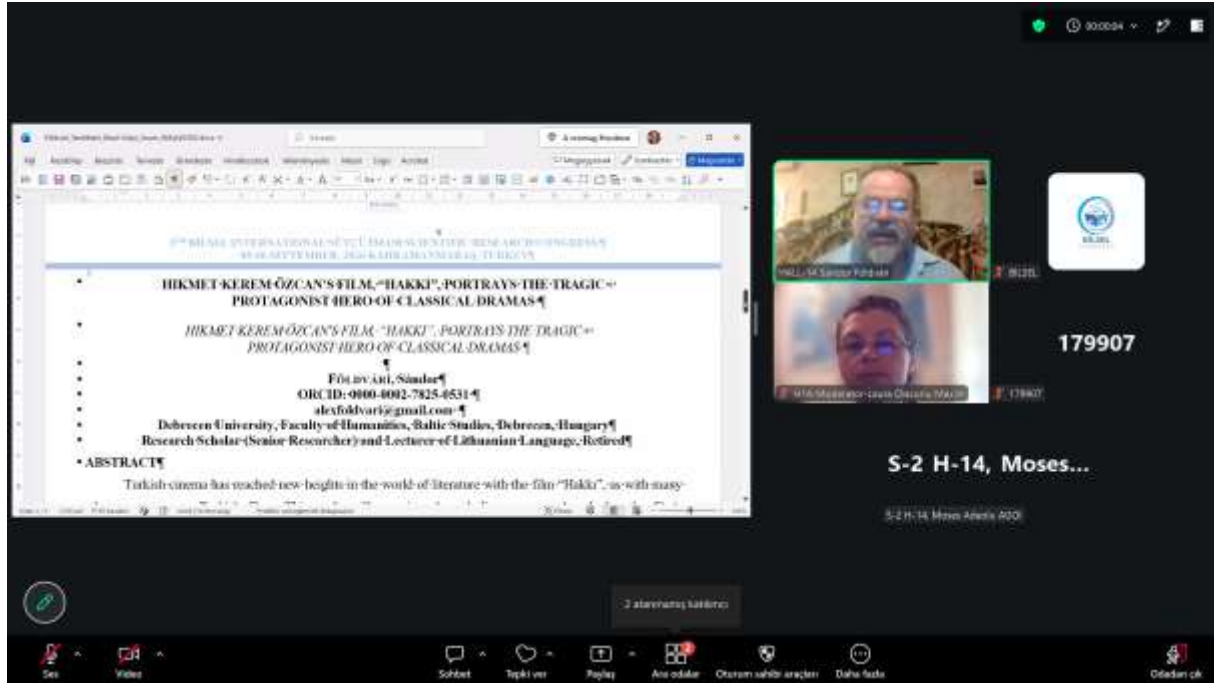
Raghd Ahmed A...



3. BİLSEL INTERNATIONAL SÜTÇÜ İMAM SCIENTIFIC RESEARCH CONGRESS 05-06 September 2026,
KAHRAMANMARAŞ/TÜRKİYE



3. *BİLSEL INTERNATIONAL SÜTÇÜ İMAM SCIENTIFIC RESEARCH CONGRESS 05-06 September 2026, KAHRAMANMARAŞ/TÜRKİYE*



The screenshot shows a Zoom meeting interface. On the left, a presentation slide is displayed with the following text:

BİLSEL INTERNATIONAL SÜTÇÜ İMAM SCIENTIFIC RESEARCH CONGRESS
05-06 SEPTEMBER 2026 KAHRAMANMARAŞ/TÜRKİYE

• HIKMET KEREM ÖZCAN'S FILM, "HAKKI", PORTRAYS THE TRAGIC
PROTAGONIST HERO OF CLASSICAL DRAMAS

• HIKMET KEREM ÖZCAN'S FILM, "HAKKI", PORTRAYS THE TRAGIC
PROTAGONIST HERO OF CLASSICAL DRAMAS

• FÖLÖVÁRI, Sándor
ORCID: 0000-0002-7825-6531
alexfoldvari@gmail.com
Debrecen University, Faculty of Humanities, Baltic Studies, Debrecen, Hungary
Research Scholar (Senior Researcher) and Lecturer of Lithuanian Language, Retired

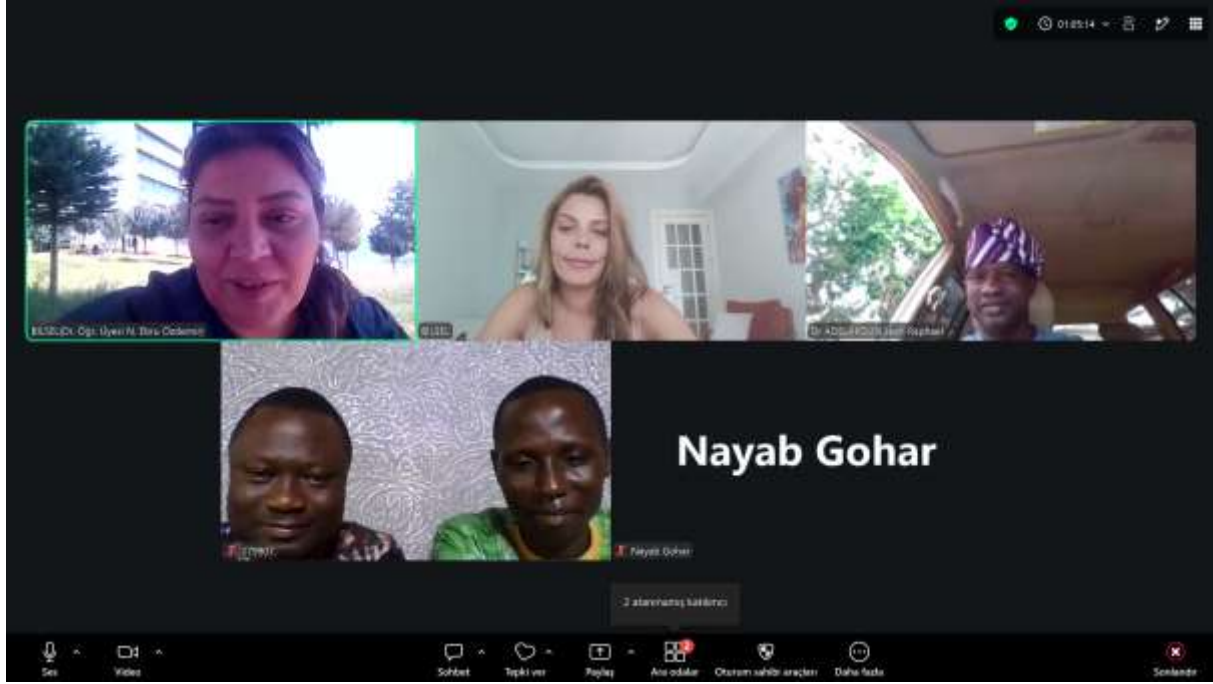
• ABSTRACT
Turkish cinema has reached new heights in the world of literature with the film "Hakki", as with suzy

On the right, two participants are visible in video windows. The top participant is a man with a beard, and the bottom participant is a woman. The Zoom interface shows the meeting ID 179907 and the name S-2 H-14, Moses... at the bottom right.



The screenshot shows a Zoom meeting interface. At the top, a notification bar reads: Dr. Prof. Kemal Canakcı: SESSION 2: HALL- 13 beklemeye odasına girdi. Below this, two participants are visible in video windows. The left participant is a man with glasses, and the right participant is a woman. The Zoom interface shows the meeting ID 179907 and the name S1 H10 salaithill... at the bottom right.

*3. BİLSEL INTERNATIONAL SÜTÇÜ İMAM SCIENTIFIC RESEARCH CONGRESS 05-06 September 2026,
KAHRAMANMARAŞ/TÜRKİYE*



İÇİNDEKİLER/CONTENTS

SPORCU MENTAL SAĞLIĞINA BÜTÜNCÜL BİR YAKLAŞIM: RİSK FAKTÖRLERİ, PSİKOLOJİK İYİ OLUŞ, TARAMA VE MÜDAHALE YAKLAŞIMLARI.....	7
SPORTİF PERFORMANSTA KRONOTİP VE GÜNÜN SAATİ ETKİLEŞİMİ: GÜNCEL BİR DERLEME.....	27
ORMAN MEYVELERİNİN AĞRI YÖNETİMİ ÜZERİNE ETKİSİ	45
ZAMANLARARASI SEÇİM VE PSİKOLOJİK FAKTÖRLERİN ETKİSİ: BİR İNCELEME	47
RUH SAĞLIĞI ÇALIŞANLARINDA ADİL DÜNYA İNANCI, GÖÇMENLERE YÖNELİK OLUMSUZ TUTUMLAR, TANRI ALGISI VE ANTİSOSYAL DAVRANIŞ ARASINDAKİ İLİŞKİLERİN İNCELENMESİ.....	49
İŞVERENİN KREŞ AÇMA YÜKÜMLÜLÜĞÜ	51
İŞ YARGILAMASINDA ARABULUCULUK.....	53
DİJİTAL DÖNÜŞÜMÜN STRATEJİK İNSAN KAYNAKLARI YÖNETİMİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ .	55
EKONOMİ GÜVENLİĞİNDE NADİR TOPRAK ELEMENTLERİ VE TÜRKİYE’NİN POTANSİYELİ	71
BELİRSİZLİK ALTINDA KARARSIZLIK YÖNETİMİ: YAPICI VE ZARARLI KARARSIZLIK SÜREÇLERİNİN FARKLILAŞMASINI AÇIKLAYAN BİR MODEL	84
SAFRANBOLU GASTRONOMİ KÜLTÜRÜNDE YÖRESEL BİR MİRAS: ETLİ YAPRAK SARMASI	86
SAFRANBOLU MİMARİ MİRASININ YAPAY ZEKÂ DESTEKLİ ÇAĞDAŞ RESTORAN TASARIMLARINDA YENİDEN YORUMLANMASI.....	99
FARKLI KAYNAK HIZLARINDA SOĞUK METAL TRANSFERİ (CMT) İLE KAYNAKLANMIŞ 5754 VE 6061-T6 ALÜMİNYUM SAÇLARIN MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ	106
FERROBOR İLE AISI 1020 ÇELİĞİ YÜZEYİNİN TUNGSTEN İNERT GAZ KAYNAĞI KULLANILARAK ALAŞIMLANDIRILMASI	120
BİR TİYAZOLİDİN-4-ON TÜREVİNİN α-GLUKOZİDAZ İNHİBİSYON AKTİVİTESİNİN <i>in vitro</i> DEĞERLENDİRİLMESİ.....	132
TİYAZOLİDİN-4-ON-ARİL SÜLFONAT HİBRİTİNİN α-GLUKOZİDAZ İNHİBİSYON POTANSİYELİ	140
GELİŞTİRİLMİŞ UV FOTODEDEKSİYONU İÇİN Sb₂S₃ İNCE FİLMLERDE HİDROTERMAL BÜYÜME SÜRESİ MÜHENDİSLİĞİ.....	149
DAHA ELEKTRİKLİ UÇAK GÜÇ SİSTEMLERİ İÇİN 28 V-270 V TRIPLE BOOST DÖNÜŞTÜRÜCÜNÜN TASARIMI VE SİMÜLASYONU	151
UÇAK GÜÇ SİSTEMLERİ İÇİN ± 270 V DC ÇIKIŞLI VIENNA DOĞRULTUCU TABANLI TRU TASARIMI.....	167
UNBOUNDED WIDOM FACTORS FOR ORTHOGONAL AND RESIDUAL POLYNOMIALS.....	183
DALGACIK TABANLI BERNSTEİN TİPİ LİNEER POZİTİF OPERATÖRLERİN YAKLAŞIM	

ÖZELLİKLERİ.....	184
DIGITAL TWIN-ASSISTED ARTIFICIAL INTELLIGENCE FRAMEWORK FOR AUTONOMOUS FAULT DETECTION AND PREDICTIVE HEALTH MONITORING OF HIGH-SPEED ROCKET PROPULSION SYSTEMS	186
İĞNE YAPRAKLI ORMANLARDA ÖKSEOTU BASKISININ SİLVİKÜLTÜREL YÖNETİMİ	195
TERAPİ BAHÇELERİNDE TIBBİ VE AROMATİK BİTKİLERİN EKOLOJİK, İŞLEVSEL VE TASARIMSAL AÇIDAN DEĞERLENDİRİLMESİ	206
TERAPİ BAHÇELERİNDE İKLİM DİRENÇLİ BİTKİ SEÇİMİ VE KURAKÇIL PEYZAJ YAKLAŞIMLARI: EDAFİK, BİTKİSEL VE BİYOCOĞRAFİK BİR DEĞERLENDİRME	219
ACUR (Cucumis melo var. flexuosus) YETİŞTİRİCİLİĞİNDE ORTAYA ÇIKAN ÖNEMLİ BİTKİ HASTALIKLARI VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ	235
PATLICANDA KÖK ÇÜRÜKLÜĞÜ HASTALIKLARI VE MÜCADELE YÖNTEMLERİ	241
TÜRKİYE'DE YAPAY ZEKÂ POLİTİKALARININ STRATEJİK DÖNÜŞÜMÜ: 2021–2025 STRATEJİSİ İLE 2026–2030 EYLEM PLANININ KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ.....	246
BELEDİYE FAALİYET RAPORLARINDA KONUT POLİTİKALARININ SÖYLEMSEL VE OPERASYONEL ANALİZİ: BURSA İLİ NİLÜFER VE YILDIRIM KARŞILAŞTIRMASI	263
ARKTİK JEOPOLİTİĞİNDE ÖZERKLEŞEN BİR AKTÖR: ABD-GRÖNLAND İLİŞKİLERİ ÜZERİNE BİR İNCELEME	281
TÜRKİYE'DE ZORUNLU VE İHTİYARİ KREDİ KARTI HARCAMALARI İLE ENFLASYON ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ.....	297
ÇİN'İN ALTERNATİF EKONOMİK AKTİVİTE GÖSTERGELERİNİN STOKASTİK ÖZELLİKLERİ: LI KEQIANG ENDEKSİ ÜZERİNE RALS TABANLI BİRİM KÖK VE EŞBÜTÜNLEŞME BULGULARI.....	308
GEBELİKTE YALNIZLIĞIN ANNE VE BEBEK SAĞLIĞINA ETKİLERİ VE EBELİK TEMELLİ MÜDAHALELERİN İNCELENMESİ	318
KADIN GENİTAL KOZMETİK CERRAHİSİ VE PELVİK TABAN REKONSTRÜKSİYONUNA YÖNELİK CERRAHİ GİRİŞİMLERDE ARTAN İLGİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ	329
DOĞUMDA KADIN ÖZERKLİĞİNİN TEMEL BİLEŞENİ: RUTİN OBSTETRİK UYGULAMALARDA BİLGİLENDİRİLMİŞ ONAM VE ORTAK KARAR VERME	341
2030'A DOĞRU KÜRESEL EBE AÇIĞI: EBELİK BAKIM MODELLERİNE GEÇİŞİN SAĞLIK SİSTEMLERİ AÇISINDAN ÖNEMİ	353
ÇOCUKLUK ÇAĞI KANSERLERİ VE SAĞLIK EŞİTSİZLİĞİNE BİR ÖRNEK: CANIM KARDEŞİM	366
İSTANBUL'UN AYDINLANMASINDA GAZHANELER.....	368
MEHMED SÜREYYA BEY'İN OSMANLI TARİHÇİLİĞİNE KATKILARI.....	370
PROGRAM OKURYAZARLIĞI ARAŞTIRMALARININ BİBLİYOMETRİK PROFİLİ: MEVCUT DURUM VE GELECEK YÖNELİMLERİ	372
EĞİTİM BİLİMLERİ PERSPEKTİFİNDEN ÇOKDİLLİLİK: 21. YÜZYIL LİTERATÜRÜNÜN	

KAPSAMLI BİR BİBLİYOMETRİK HARITALAMASI.....	381
1768-1774- OSMANLI-RUS SAVAŞI'NDA RUS ORDUSUNDA VEBA SALGINI VE SAVAŞA ETKİSİ	390
POLİKİSTİK OVER SENDROMUNDA GÜNCEL BİYOBELİRTEÇLER VE MOLEKÜLER MEKANİZMALAR TANI VE TEDAVİYE YÖNELİK YENİ YAKLAŞIMLAR	392
PLASENTAL SENESENS VE BİYOKİMYASAL BELİRTEÇLER: GEBELİK KOMPLİKASYONLARINDA HÜCRESEL YAŞLANMANIN GÜNCEL ROLÜ.....	407
BİSFENOL BAZLI SCHIFF BAZININ FARMAKOKİNETİK VE BİYOLOJİK DEĞERLENDİRMESİ	417
HEPATEKTOMİ YAPILAN CANLI KARACİĞER NAKİL DONÖRLERİNDE BİLATERAL EREKTÖR SPİNA PLAN BLOĞU İLE TORAKAL EPİDURAL ANALJEZİNİN KARŞILAŞTIRILMASI.....	425
PROTETİK DIŞ TEDAVİSİNDE DİJİTAL GÜLÜŞ TASARIMI VE LAMİNATE VENEER RESTORASYONLAR.....	440
POSTERİOR TEK ÜYE RESTORASYONLARDA ENDİKASYONLAR VE KLİNİK KARAR VERME SÜRECİ.....	442
TÜRKİYE'DE FRENK ÜZÜMÜ (<i>Ribes spp.</i>) YETİŞTİRİCİLİĞİNİN EKOLOJİK POTANSİYELİ VE SINIRLILIKLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ.....	444
TUZ STRESİ ALTINDAKİ BİTKİLERDE ASKORBİK ASİDİN FİZYOLOJİK VE BİYOKİMYASAL ROLÜ	454
MANİSA İLİ KÖPRÜBAŞI İLÇESİNİN AGROEKOTURİZM POTANSİYELİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ.....	464
HAVUÇ (<i>DAUCUS CAROTA L.</i>) TOHUMU UÇUCU YAĞI İÇEREN TOPİKAL NANOEMÜLSİYON FORMÜLASYONLARININ GELİŞTİRİLMESİ	466
TEATRİN İLKİN FORMALARI VƏ ONUN QƏDİM YUNANISTANDA TƏŞƏKKÜLÜ.....	468
MƏTN DİLÇİLİYİNİN YARANMA TARİXİ	472
ÇİNGİZ AYTMATOVUN “AĞ GƏMİ” VƏ “GÜN VAR ƏSRƏ BƏRABƏR” ƏSƏRLƏRİNDƏ MİLLİLİYİN TƏZAHÜR FORMALARI	475
DİL QAYDALARININ ÖYRƏDİLMƏSİNDƏ OYUN TEXNOLOGİYALARININ ROLU	480
AZƏRBAYCAN DİALEKTLƏRİNİN MÜQAYİSƏLİ TƏHLİLİ	486
TƏLİM VƏ TƏRBIYƏNİN VƏHDƏTİ PROSESİNDƏ MÜƏLLİM VƏ VALİDEYNLƏRİN ROLU ..	493
THE IMPACT OF LANGUAGE ANXIETY ON SECOND LANGUAGE LEARNING	496
MODERN DÖNEMDE YAZILMIŞ ÇOCUK HİKAYELER HARİTASI.....	498
SÖZÜN SINIRLARINDA BİR GEZİNTİ: EDEBİ METİNLERDE MEKÂN, KAHRAMAN VE ANLAM ARAYIŞI	503
WOMEN ENTREPRENEURS IN THE HALAL CREATIVE ECONOMY: OPPORTUNITIES, CHALLENGES, AND EMPOWERMENT.....	505

THE IMPACT OF E-COMMERCE ADOPTION ON THE INTERNATIONALIZATION OF HALAL CREATIVE ENTERPRISES	506
ISLAMIC ETHICAL VALUES AND SUSTAINABLE INNOVATION IN THE CREATIVE ECONOMY	507
GREEN ENTREPRENEURSHIP IN THE HALAL CREATIVE ECONOMY: A FRAMEWORK FOR SUSTAINABLE BUSINESS DEVELOPMENT	508
SUSTAINABLE FASHION AND THE CONVERGENCE OF THE HALAL AND CREATIVE ECONOMIES	509
THE ROLE OF HALAL CERTIFICATION IN PROMOTING SUSTAINABLE CREATIVE BUSINESS PRACTICES.....	510
STRUCTURED PHYSICAL ACTIVITY AND MOTOR DEVELOPMENT IN PRESCHOOL CHILDREN: EVIDENCE SYNTHESIS AND CONCEPTUAL FRAMEWORK FOR PHYSICAL LITERACY	511
THE NEGATIVE INFLUENCES OF ETHNICITY IN NATIONAL INTEGRATION AND DEMOCRATIC STABILITY IN NIGERIA	522
ICT AS A MEANS TO MOTIVATE BENINESE SECONDARY SCHOOL EFL LEARNERS REGARDING THEIR DISAFFECTION WITH THE ENGLISH LANGUAGE	532
MÖVLANA MƏHƏMMƏD FÜZULİ QƏMİ VƏ QƏMİN TUR DAĞI ZƏRRƏSİNDƏ İLAHİ EŞQ VÜSALİ.....	542
NƏCİB FAZİL KISAKÜRƏK: SƏSİN SƏSİ-SÖZÜN SÖZÜ, YAXUD-İÇİNDEKİ DAR AĞACINDAN ASILAN SESİN ŞAİRİ	557
OXU DƏRSLƏRİNDƏ BƏDİİ TƏSVİR VASİTƏLƏRİ ÜZƏRİNDƏ İŞİN SƏMƏRƏLİ TƏŞKİLİ	572
DİL, KİMLİK, VƏTƏN” KİTABINDA MİLLİ VARLIQ KONSEPSİYASI: PEDAQOJİ-PSIXOLOJİ ASPEKTLƏR.....	576
THE CONCEPT OF NATIONAL EXISTENCE IN THE BOOK “LANGUAGE, IDENTITY, HOMELAND”: PEDAGOGICAL AND PSYCHOLOGICAL ASPECTS	583
PEŞƏKAR ÜNSİYYƏTİN MAHIYYƏTİ VƏ ROLU	584
GALSWORTHY’NİN “İLKLER VE SONUNCULAR” ÖYKÜSÜNDE BİREY-TOPLUM ÇATIŞMASI, STATÜ KAYGISI VE VİCDANİ KATARSİS.....	586
ÖĞRETMEN - ÖĞRENCİ İLİŞKİLERİNDE ETKİLİ İLETİŞİMİN ÖNEMİ	592
İLKOKUL ÖĞRENCİLERİNDE BEYİN KABUĞUNUN GELİŞİM DİNAMİKLERİ VE YÜKSEK SİNİR FAALİYETİNİN EĞİTİM SÜRECİNDE DİKKATE ALINMASI	598
ÇEVRE İLE TANIŞMA DERSİNİN ÇOCUKLARIN BAĞLANTILI KONUŞMA GELİŞİMİNDEKİ TEMEL ETMENLERDEN BİRİ OLARAK İNCELENMESİ.....	603
THE ECONOMICS OF AI GOVERNANCE: IMPACTS ON INNOVATION, PRODUCTIVITY, AND IT INVESTMENT	608
HIKMET KEREM ÖZCAN'S FILM, “HAKKI”, PORTRAYS THE TRAGIC PROTAGONIST HERO OF CLASSICAL DRAMAS	627

ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND THE TRANSFORMATION OF LEARNING PRACTICES AMONG SECONDARY SCHOOL STUDENTS: A SOCIOLOGICAL PERSPECTIVE.....	629
SOCIAL CAPITAL AND COMMUNITY RESILIENCE IN SMALL-TOWN ROMANIA: A SOCIOLOGICAL ANALYSIS OF CONTEMPORARY SOCIAL CHANGE	646
DETERMINANTS OF HUMAN CAPITAL DEVELOPMENT IN THE DIGITAL ECONOMY	664
METHODOLOGICAL FOUNDATIONS OF TEACHING PHYSICS THROUGH DIGITAL EDUCATIONAL TOOLS	665
FORMATION OF PHYSICS STUDENTS' EXPERIMENTAL-RESEARCH COMPETENCE THROUGH VIRTUAL AND REMOTE LABORATORY TECHNOLOGIES.....	671
METHODOLOGICAL FOUNDATIONS OF INTERDISCIPLINARY (STEM-ORIENTED) INTEGRATION IN PHYSICS TEACHING.....	677
CHALLENGES AND STRATEGIES FOR IMPROVING THE HOUSING SUPPLY IN THE COMMUNE OF ADJARRA IN BENIN	682
GENERATIVE AI AND HALAL CONTENT CREATION: OPPORTUNITIES, ETHICAL CHALLENGES, AND CONSUMER TRUST	689
ISLAMIC ART, CULTURAL HERITAGE, AND THE DEVELOPMENT OF HALAL CREATIVE INDUSTRIES.....	690
YOUTH ENTREPRENEURSHIP AND THE FUTURE OF THE HALAL CREATIVE ECONOMY IN THE DIGITAL AGE.....	691
ENTREPRENEURIAL ORIENTATION AND INNOVATION PERFORMANCE IN HALAL CREATIVE ECONOMY MSMES.....	692
THE ROLE OF ENTREPRENEURIAL ECOSYSTEMS IN ACCELERATING HALAL CREATIVE INDUSTRY DEVELOPMENT.....	693
THE GLOBALIZATION OF MODEST FASHION: INNOVATION AND COMPETITIVENESS IN THE HALAL CREATIVE ECONOMY	694
INTEGRATED ASSESSMENT OF CUMULATIVE ENVIRONMENTAL RISKS AND SUSTAINABLE MANAGEMENT STRATEGIES IN INDUSTRIAL TERRITORIES.....	695
EMERGING CHALLENGES IN MARINE AND COASTAL ECOSYSTEM CONSERVATION	708
WORDS FOR 'FERRY' IN ARTIFICIAL AUXILIARY LANGUAGES.....	717
SYNTHESIS, STRUCTURAL CHARACTERIZATION, AND LUMINESCENCE PERFORMANCE OF SR ₃ GD(BO ₃) ₃ : DY ³⁺ PHOSPHORS FOR LED LIGHTING APPLICATIONS	722
A REVIEW OF THE EFFECTS OF PROJECT MANAGEMENT PRACTICES ON COST OVERRUN IN CONSTRUCTION PROJECTS	723
MULTI-OBJECTIVE OPTIMAL PLACEMENT AND SIZING OF DISTRIBUTED GENERATION IN CONNECTED POWER NETWORKS FOR LOSS REDUCTION AND VOLTAGE STABILITY ENHANCEMENT	724
ENGINEERING SYNTHETIC MICROBIAL CONSORTIA (SYNCOMS) TO COMBAT RECALCITRANT SOILBORNE FUNGAL PATHOGENS.....	726

DESIGN, ANALYSIS AND SIMULATION OF L-, π -, AND T-MATCHING NETWORKS FOR RF IMPEDANCE TRANSFORMATION	727
DEVELOPMENT OF CRISIS PERIOD PREDICTION SYSTEM FOR AN EPILEPTIC PATIENT ..	737
EXPIORING VALLEY-RESOLVED QUANTUM SPIN HALL EFFECT IN SILICENE	738
SPIN-AND VALLEY-RESOLVED MAGNETO-OPTICAL FARADAY AND KERR EFFECTS IN 8-Pmmn MONOLAYER BOROPHENE	739
ANTIBACTERIAL EVALUATION OF A NOVEL SCHIFF BASE (IMINE) DERIVATIVE AGAINST ANTIBIOTIC-RESISTANT <i>STAPHYLOCOCCUS AUREUS</i> STRAINS.....	740
PLANT-BASED CHOLINESTERASE INHIBITORS: AN INVESTIGATION OF <i>PLECTRANTHUS AMBOINICUS</i> AND <i>ARAUCARIA COLUMNARIS</i>	741
COLONISATION OF URBAN SURFACES BY MICROALGAE: EXPLORING THE DEVELOPMENT OF GREEN FAÇADES	751
COMPARATIVE ASSESSMENT OF BAKING QUALITY PARAMETERS IN FOUR LOCAL SOFT WHEAT VARIETIES GROWN AT THE TARTAR REGIONAL EXPERIMENTAL STATION (2021–2022).....	752
DYNAMIC RESPONSE OF A PIEZOELECTRIC TRAPEZOIDAL BEAM	753

SPORCU MENTAL SAĞLIĞINA BÜTÜNCÜL BİR YAKLAŞIM: RİSK FAKTÖRLERİ, PSİKOLOJİK İYİ OLUŞ, TARAMA VE MÜDAHALE YAKLAŞIMLARI

Dr. Yusuf KURT¹ Dr. Cihad Onur KURHAN² Doç. Dr. Davut ATILGAN³

¹Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Kahramanmaraş, Türkiye, yusufkurt0046@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6066-6109>

²İnönü Üniversitesi, Beden Eğitimi ve Spor, Malatya, Türkiye, cihadonurkurhan@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1892-6245>

³Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Kahramanmaraş, Türkiye, davutatilgan@ksu.edu.tr, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8475-4488>

Özet

Bu çalışmanın amacı, sporcularda mental sağlıkla ilişkili risk faktörlerini, psikolojik iyi oluşun sporcu sağlığındaki yerini ve mental sağlığın korunmasına yönelik tarama ve müdahale yaklaşımlarını güncel literatür doğrultusunda bütüncül olarak değerlendirmektir. Çalışma, geleneksel literatür taraması olarak hazırlanmıştır. Google Scholar, PubMed, Web of Science, Scopus ve SPORTDiscus'ta yer alan, 2022–2026 yılları arasında yayımlanmış ulusal ve uluslararası çalışmalar ilgili Türkçe ve İngilizce anahtar kelimelerle incelenmiştir. Sistematik derlemeler, meta-analizler ve ilgili özgün araştırmalar; sporcu mental sağlığı ve psikolojik iyi oluş, mental sağlık sorunlarının epidemiyolojisi, risk faktörleri, spor yaralanmaları, koruyucu yaklaşımlar, tarama ve müdahale başlıkları altında sınıflandırılarak anlatsal olarak sentezlenmiştir. İncelenen çalışmalar, depresyon ve anksiyete belirtileri, uyku sorunları, bozulmuş yeme davranışları ile alkol ve madde kullanımının sporcularda dikkate alınması gereken mental sağlık sorunları olduğunu göstermektedir. Performans baskısı, spor yaralanmaları, yoğun antrenman ve yetersiz toparlanma, beden algısı, sosyal ve çevresel etmenlerin psikolojik zorlanmayla ilişkili olabildiği; bu ilişkilerin yaş, cinsiyet, spor dalı, performans düzeyi ve bireysel özelliklere göre farklılaşabildiği görülmektedir. Spor yaralanmalarında psikolojik hazır oluş, yeniden yaralanma korkusu ve sportif güvenin fiziksel iyileşmeyle birlikte değerlendirilmesi önem taşımaktadır. Sporcuya özgü tarama araçlarının erken belirlemeye katkı sağlayabileceği, ancak klinik tanının yerine geçmemesi gerektiği; damgalanma, gizlilik kaygıları ve mental sağlık okuryazarlığındaki yetersizliklerin profesyonel yardım arayışıyla ilişkili engeller arasında yer aldığı görülmektedir. Psikolojik beceri antrenmanı ve pozitif psikoloji temelli müdahaleler mental iyi oluş açısından olumlu sonuçlarla ilişkili olmakla birlikte, kanıtların niteliği ve genellenebilirliği müdahale türlerine ve sporcu özelliklerine göre değişmektedir. Mevcut kanıtlar, sporcu mental sağlığının tek bir risk faktörü veya belirti üzerinden değerlendirilmesi yerine bireysel, sportif ve çevresel etmenlerin birlikte ele alınmasını desteklemektedir. Psikolojik iyi oluşun desteklenmesi, risklerin erken belirlenmesi, profesyonel desteğe erişimin kolaylaştırılması ve gerektiğinde multidisipliner müdahale uygulanması, sporcu sağlığının daha kapsamlı biçimde değerlendirilmesine katkı sağlayabilir.

Anahtar Kelimeler: Sporcu Sağlığı, Mental Sağlık, Psikolojik İyi Oluş, Risk Faktörleri, Mental Sağlık Taraması, Psikolojik Müdahale.

HOLISTIC APPROACH TO ATHLETE MENTAL HEALTH: RISK FACTORS, PSYCHOLOGICAL WELL-BEING, SCREENING, AND INTERVENTION APPROACHES**Dr. Yusuf KURT¹, Dr. Cihad Onur KURHAN², Assoc. Prof. Dr. Davut ATILGAN³**¹Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Faculty of Sports Sciences, Kahramanmaraş, Türkiye, yusufkurt0046@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6066-6109>²İnönü University, Physical Education and Sports, Malatya, Türkiye, cihadonurkurhan@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1892-6245>³Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Faculty of Sports Sciences, Kahramanmaraş, Türkiye, davutatilgan@ksu.edu.tr, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8475-4488>**Abstract**

The aim of this study was to comprehensively evaluate risk factors associated with mental health in athletes, the role of psychological well-being in athlete health, and screening and intervention approaches for protecting mental health in light of the current literature. The study was conducted as a traditional literature review. National and international studies published between 2022 and 2026 and indexed in Google Scholar, PubMed, Web of Science, Scopus, and SPORTDiscus were examined using relevant Turkish and English keywords. Systematic reviews, meta-analyses, and relevant original studies were classified and narratively synthesized under the themes of athlete mental health and psychological well-being, epidemiology of mental health problems, risk factors, sports injuries, preventive approaches, screening, and interventions. The reviewed studies indicate that symptoms of depression and anxiety, sleep problems, disordered eating behaviors, and alcohol and substance use are mental health concerns that warrant attention in athletes. Performance pressure, sports injuries, intensive training and inadequate recovery, body image concerns, and social and environmental factors may be associated with psychological distress, and these relationships may vary according to age, gender, sport type, performance level, and individual characteristics. In the context of sports injuries, psychological readiness, fear of reinjury, and sport-related confidence should be considered alongside physical recovery. Athlete-specific screening tools may contribute to early identification but should not replace clinical diagnosis; stigma, confidentiality concerns, and limited mental health literacy are among the barriers associated with professional help-seeking. Psychological skills training and positive psychology-based interventions are associated with favorable outcomes in mental well-being; however, the quality and generalizability of the evidence vary according to intervention type and athlete characteristics. Current evidence supports considering individual, sport-related, and environmental factors together rather than evaluating athlete mental health on the basis of a single risk factor or symptom. Supporting psychological well-being, identifying risks early, facilitating access to professional support, and providing multidisciplinary interventions when necessary may contribute to a more comprehensive approach to athlete health.

Keywords: Athlete Health, Mental Health, Psychological Well-Being, Risk Factors, Mental Health Screening, Psychological Intervention.

GİRİŞ

Sporcu sağlığı, fiziksel uygunluk ve yaralanmalardan korunmanın yanı sıra mental ve sosyal iyilik hâlini de kapsayan bütüncül bir kavramdır. Mental sağlık; sporcunun duygularını düzenleme, stresle başa çıkma, sosyal ilişkilerini sürdürme ve sportif yaşamın getirdiği taleplere uyum sağlama kapasitesiyle yakından ilişkilidir. Özellikle elit spor ortamında performans beklentisi, yoğun antrenman ve müsabaka programı, yaralanmalar, kariyer belirsizliği ve sosyal çevre gibi spora özgü stresörler mental sağlık üzerinde etkili olabilmektedir (Nuetzel, 2023). Türkiye'de 565 elit sporcuyla gerçekleştirilen bir çalışmada da mental sağlığın sporcu iyi oluşunun temel bileşenlerinden biri olduğu vurgulanmış ve spora özgü psikolojik zorlanmanın erken belirlenmesinin önemi ortaya konmuştur (Lima ve ark., 2022). Sporcular mental sağlık sorunlarına karşı bağışık değildir ve anksiyete, depresif belirtiler, psikolojik stres, uyku sorunları, bozulmuş yeme davranışları ve alkol kötüye kullanımı gibi sorunlar sporcu popülasyonunda da görülebilmektedir. Güncel bir sistematik derlemede elit sporcularda psikolojik sıkıntının yaklaşık %17 düzeyinde olduğu; orta-şiddetli yaygın anksiyete belirtilerinin erkek sporcularda %5–9, kadın sporcularda ise %12–25 arasında değiştiği bildirilmiştir (Guszkowska, 2025). Türkiye'den elde edilen bulgular da bu sorunların sporcular açısından önemini desteklemektedir. Lima ve arkadaşlarının (2024b) 579 profesyonel Türk sporcuyla gerçekleştirdiği çalışmada kadın sporcuların anksiyete puanlarının erkeklerden daha yüksek olduğu; bireysel sporla uğraşma, kronik ağrı, ciddi spor yaralanması öyküsü ve performans kaygılarının daha yüksek sporcuya özgü stres, depresyon ve anksiyete düzeyleriyle ilişkili olduğu belirlenmiştir.

Mental sağlık üzerindeki riskler genç sporcularda ayrıca önem taşımaktadır. Elit genç sporcular, sportif başarı beklentilerini ergenlik döneminin biyolojik, psikolojik ve sosyal değişimleriyle eş zamanlı olarak yönetmek durumundadır. Gwyther ve arkadaşlarının (2024) 33 çalışma ve 5.826 elit genç sporcuyu kapsayan derlemesinde bozulmuş yeme davranışları, anksiyete ve depresyonun sık araştırılan mental sağlık sorunları arasında olduğu; cinsiyet ile antrenör, ebeveyn ve akran ilişkilerinin risk veya koruyucu faktör olarak rol oynayabildiği gösterilmiştir. Türkiye'deki 301 elit genç sporcuyla gerçekleştirilen bir araştırmada ise sportif utanca yatkınlığın sporcuya özgü stres, anksiyete ve depresyon belirtileriyle ilişkili olduğu; kadın sporcular ile bireysel spor yapanların sportif utanca yatkınlık düzeylerinin daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Lima ve ark., 2024a). Bu bulgular, genç sporcuların mental sağlığının yalnızca bireysel özelliklerle değil, performans ve sosyal çevreyle ilişkili faktörlerle birlikte değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir. Sporcu mental sağlığının korunmasında risk faktörlerinin yanında koruyucu psikolojik özelliklerin ve mental iyi oluşun geliştirilmesi de önemlidir. Psikolojik dayanıklılık, stresli veya zorlayıcı koşullar karşısında uyum sağlama kapasitesine katkıda bulunan önemli özelliklerden biri olarak değerlendirilmektedir. Türkiye'de farklı spor dallarından 972 sporcunun katıldığı çalışmada psikolojik dayanıklılığın; duygusal tepkisellik, depresyon, anksiyete, stres ve sürekli öfkeyle ilişkili psikolojik uyumsuzluk karşısında koruyucu bir işleve sahip olabileceği bildirilmiştir (Ozan ve Seçer, 2022). Uluslararası literatürde de psikolojik beceri antrenmanları ve pozitif psikoloji temelli müdahalelerin elit sporcuların mental iyi oluşunu geliştirme potansiyeli taşıdığı, ancak daha güçlü deneysel araştırmalara ihtiyaç bulunduğu belirtilmektedir (Wang ve ark., 2025). Mental sağlık sorunlarının erken fark edilmesi ve sporcunun gerektiğinde profesyonel desteğe erişebilmesi, koruyucu sporcu sağlığı yaklaşımının önemli bir parçasıdır. Bununla birlikte damgalanma, mental sağlık hizmetlerine ilişkin bilgi eksikliği, geçmiş olumsuz deneyimler ve yardım aramanın takım seçimi veya sportif kariyer üzerinde olumsuz etkisi olabileceğine ilişkin kaygılar sporcuların profesyonel desteğe başvurmasını engelleyebilmektedir (Brown ve ark., 2025). Türkiye'de Sporcu Psikolojik Zorlanma Ölçeği'nin (Athlete Psychological Strain Questionnaire [APSQ]) Türkçe formunun 565 elit sporcu üzerinde geçerli ve güvenilir bulunması, sporcuya özgü psikolojik zorlanmanın erken belirlenmesine yönelik kullanılabilecek değerlendirme araçlarının Türkiye'de de uygulanabileceğini göstermektedir (Lima ve ark., 2022). Bu çerçevede sporcu mental sağlığının korunması; risk faktörlerinin belirlenmesi, psikolojik iyi oluş ve dayanıklılığın desteklenmesi, mental sağlık belirtilerinin erken tanınması, yardım arama davranışının kolaylaştırılması ve gerektiğinde uygun profesyonel müdahalelerin sağlanmasını gerektiren multidisipliner bir

süreçtir (Brown ve ark., 2025; Wang ve ark., 2025). Türkiye'deki sporculardan elde edilen bulguların da performans kaygıları, yaralanma öyküsü, kronik ağrı, spor türü ve bazı psikolojik özelliklerin mental sağlıkla ilişkili olabileceğini göstermesi, konunun ulusal sporcu sağlığı uygulamaları açısından da önem taşıdığını ortaya koymaktadır (Lima ve ark., 2024a; Ozan ve Seçer, 2022).

Bu doğrultuda bu çalışmanın amacı; sporcularda mental sağlığı etkileyen risk faktörlerini güncel ulusal ve uluslararası literatür ışığında incelemek, psikolojik iyi oluşun sporcu sağlığındaki yerini değerlendirmek ve mental sağlığın korunmasına yönelik güncel önleme, erken belirleme ve müdahale yaklaşımlarını bütüncül olarak ele almaktır.

1. KURAMSAL ÇERÇEVE

Sporcu mental sağlığı, yalnızca psikolojik bir bozukluğun bulunmamasıyla açıklanamayacak kadar geniş bir kavramdır. Güncel yaklaşımlar mental sağlık sorunları ile mental iyi oluşun ilişkili ancak birbirinden farklı boyutlar olarak değerlendirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Bu doğrultuda bir sporcunun belirgin bir psikiyatrik bozukluk göstermemesi, mental iyi oluşunun mutlaka yüksek olduğu anlamına gelmemektedir. Benzer şekilde mental iyi oluşun desteklenmesi de yalnızca psikolojik sorunların azaltılmasına değil, sporcunun olumlu işlevselliğinin geliştirilmesine yönelik bir sağlık hedefi olarak ele alınmaktadır (Wang ve ark., 2025).

1.1. Mental Sağlık Kavramı ve Sporcu Sağlığındaki Yeri

Mental sağlık; bireyin duygusal, psikolojik ve sosyal işlevselliğiyle ilişkili olup stresle başa çıkma, günlük yaşamın taleplerine uyum sağlama ve kişilerarası ilişkileri sürdürebilme gibi süreçleri kapsamaktadır. Sporcular açısından bu süreçlere performans beklentisi, müsabaka baskısı, yoğun antrenman, yaralanmalar, kariyer geçişleri ve takım içi ilişkiler gibi spora özgü faktörler de eklenmektedir. Elit spor ortamındaki bu stresörlerin etkili biçimde yönetilebilmesi açısından başa çıkma becerileri ve sosyal desteğin önemli olduğu bildirilmektedir (Nuetzel, 2023).

Sportif başarı veya yüksek fiziksel uygunluk, sporcuyu mental sağlık sorunlarına karşı otomatik olarak korumamaktadır. Guszowska'nın (2025) güncel sistematik derlemesinde elit sporcularda psikolojik sıkıntının yaklaşık %17 düzeyinde olduğu ve anksiyete, depresif belirtiler, uyku sorunları, yeme bozukluğu riski ve alkol kötüye kullanımının sporcu popülasyonunda görülebildiği bildirilmiştir. Bu bulgular mental sağlığın fiziksel sağlık, yaralanma takibi ve performans değerlendirmeleri gibi sporcu sağlığının rutin bileşenlerinden biri olarak ele alınması gerektiğini desteklemektedir (Guszowska, 2025). Türkiye'deki sporculardan elde edilen bulgular da spora özgü psikolojik faktörlerin önemini göstermektedir. Lima ve arkadaşlarının (2024a) 301 elit genç Türk sporcuya gerçekleştirdiği çalışmada sportif utanca yatkınlık ve performansla ilişkili bazı algıların sporcuya özgü stres, anksiyete ve depresyon belirtileriyle ilişkili olduğu belirlenmiştir. Özellikle performansın sporcunun kendisini değerlendirme biçiminde merkezi bir konuma gelmesi, sportif başarısızlık veya beklentilerin karşılanamaması durumunda psikolojik zorlanmaya katkıda bulunabilir. Bu nedenle sporcu mental sağlığının değerlendirilmesinde genel yaşam stresörlerinin yanı sıra spora ve performansa özgü psikolojik süreçlerin de dikkate alınması gerekmektedir (Lima ve ark., 2024a).

1.2. Psikolojik İyi Oluş ve Sportif Performans İlişkisi

Psikolojik iyi oluş; olumlu duygulanımın yanı sıra yaşamdan doyum alma, amaçlılık, etkili başa çıkma, olumlu sosyal ilişkiler ve bireyin potansiyelini gerçekleştirebilmesi gibi özellikleri kapsayan çok boyutlu bir yapıdır. Sporcularda iyi oluşun korunması, yalnızca mental sağlık sorunlarının önlenmesi açısından değil, spor yaşamının talepleriyle sağlıklı biçimde başa çıkılabilmesi açısından da önemlidir. Güncel sistematik kanıtlar, özellikle psikolojik beceri antrenmanı ve pozitif psikoloji temelli müdahalelerin elit sporcularda mental iyi oluş üzerinde olumlu etkiler oluşturabileceğini göstermektedir (Wang ve ark., 2025). Mental iyi oluş ile sportif performans arasındaki ilişki karşılıklı ve çok faktörlüdür. Mental açıdan iyi durumda olmak; dikkat, motivasyon, öz güven,

duygusal düzenleme ve stresle başa çıkma gibi performansla ilişkili psikolojik süreçleri destekleyebilir. Bununla birlikte sportif performansın yalnızca mental iyi oluş tarafından belirlendiğini söylemek mümkün değildir; fiziksel kapasite, teknik ve taktik özellikler, antrenman durumu, yaralanmalar ve çevresel koşullar da performansı belirleyen temel unsurlardır. Dolayısıyla mental iyi oluş, performansın tek nedeni olarak değil, sporcunun genel performans kapasitesini destekleyebilecek bileşenlerden biri olarak değerlendirilmelidir (Nuetzel, 2023; Wang ve ark., 2025). Türkiye'de farklı spor branşlarından 473 sporcunun katıldığı güncel bir araştırmada, spora katılım düzeyinin sportif yaşam doyumu, mental iyi oluş ve psikolojik iyi oluş ile pozitif ilişkili olduğu bildirilmiştir (Özsarı ve ark., 2026). Bununla birlikte bu tür ilişkisel çalışmalar neden-sonuç ilişkisini tek başına kanıtlamamaktadır. Bu nedenle sportif katılımın iyi oluşu destekleyebileceği kabul edilirken, yoğun performans baskısı ve diğer spora özgü stresörlerin bazı sporcularda psikolojik zorlanma oluşturabileceği de göz önünde bulundurulmalıdır (Guszkowska, 2025; Özsarı ve ark., 2026).

Sonuç olarak mental sağlık ve psikolojik iyi oluş, sporcu sağlığının birbirini tamamlayan temel bileşenleri olarak değerlendirilmelidir. Mental sağlık sorunlarının erken belirlenmesinin yanında olumlu psikolojik işlevselliğin, başa çıkma becerilerinin ve sosyal desteğin güçlendirilmesi sporcunun bütüncül sağlığının korunmasına katkı sağlayabilir. Bu yaklaşımın sportif performansı yalnızca sonuç ve başarı üzerinden değerlendirmek yerine, sporcunun uzun dönem sağlığı, iyi oluşu ve sürdürülebilir sportif katılımıyla birlikte ele alması önem taşımaktadır (Nuetzel, 2023; Wang ve ark., 2025).

2. YÖNTEM

Bu çalışma, sporcularda mental sağlığı etkileyebilecek risk faktörlerini, psikolojik iyi oluşun sporcu sağlığındaki yerini, mental sağlık sorunlarının erken belirlenmesine yönelik tarama yaklaşımlarını ve güncel müdahale seçeneklerini mevcut bilimsel literatür doğrultusunda bütüncül olarak değerlendirmek amacıyla geleneksel literatür taraması yöntemi kullanılarak hazırlanmıştır. Bu kapsamda sporcu mental sağlığı ve psikolojik iyi oluş, sporcularda görülen mental sağlık sorunları, mental sağlığı etkileyebilecek risk faktörleri, spor yaralanmalarının psikolojik etkileri, psikolojik iyi oluşun korunmasına yönelik yaklaşımlar, mental sağlık sorunlarının erken belirlenmesi ve taranması ile psikolojik ve psikososyal müdahale ve destek yaklaşımları ele alınmıştır. Çalışma sistematik derleme niteliğinde olmayıp, literatürün konu başlıkları doğrultusunda bütüncül ve anlatsal olarak değerlendirilmesine dayanan geleneksel bir derleme olarak yapılandırılmıştır.

Literatür taraması Google Scholar akademik arama motoru ile PubMed, Web of Science, Scopus ve SPORTDiscus elektronik veri tabanlarında gerçekleştirilmiştir. Literatür taraması kapsamında 2022–2026 yılları arasında yayımlanan ulusal ve uluslararası bilimsel çalışmalar değerlendirilmiştir. Çalışmanın amacı ve ele alınan konu başlıkları doğrultusunda uluslararası yayınların taranmasında “athlete mental health”, “mental health”, “psychological well-being”, “athletes”, “depression”, “anxiety”, “sleep problems”, “disordered eating”, “alcohol use”, “substance use”, “sports injury”, “psychological readiness”, “return to sport”, “mental health screening”, “athlete screening”, “psychological strain”, “social support”, “help-seeking”, “stigma”, “psychological intervention” ve “psychosocial intervention” anahtar kelimelerinden yararlanılmıştır. Ulusal yayınların taranmasında ise “sporcu mental sağlığı”, “mental sağlık”, “psikolojik iyi oluş”, “sporcular”, “depresyon”, “anksiyete”, “uyku sorunları”, “bozulmuş yeme davranışları”, “alkol kullanımı”, “madde kullanımı”, “spor yaralanması”, “psikolojik hazır oluş”, “spora dönüş”, “mental sağlık taraması”, “sporcu taraması”, “psikolojik zorlanma”, “sosyal destek”, “yardım arama”, “damgalanma”, “psikolojik müdahale” ve “psikososyal müdahale” terimleri kullanılmıştır. Anahtar kelimeler çalışmanın alt konu başlıklarına göre tek başına veya birbiriyle ilişkilendirilerek taranmıştır. Ayrıca ulaşılan çalışmaların kaynakça listeleri incelenerek konuyla ilişkili ek bilimsel yayınlara ulaşılmıştır.

Kaynakların belirlenmesinde sporcularda mental sağlık ve psikolojik iyi oluş ile ilişkili bireysel, sportif ve çevresel faktörleri inceleyen çalışmalar dikkate alınmıştır. Bunun yanı sıra depresyon ve anksiyete belirtileri, uyku sorunları, bozulmuş yeme davranışları, alkol ve madde kullanımı, performans ve başarı baskısı, spor

yaralanmaları, aşırı antrenman, yorgunluk ve tükenmişlik, sosyal medya ve beden algısı gibi sporcu mental sağlığıyla ilişkili konuları ele alan çalışmalar değerlendirilmiştir. Psikolojik iyi oluşun korunmasına yönelik koruyucu yaklaşımlar, sosyal destek ve takım ortamı, uyku ve toparlanma süreçleri, mental sağlık taraması, sporcuya özgü değerlendirme araçları, yardım arama davranışı ve damgalanma ile psikolojik ve psikososyal müdahaleleri inceleyen çalışmalar da değerlendirmeye alınmıştır. Konuya ilişkin mevcut kanıtların kapsamlı biçimde incelenmesi amacıyla sistematik derlemeler, meta-analizler ve ilgili özgün araştırmalardan yararlanılmıştır. Ayrıca Türkiye'deki sporculara ilişkin bulguların değerlendirilmesi amacıyla ilgili ulusal çalışmalar da incelemeye dahil edilmiştir. Sporcu örneklemiyle ilişkili olmayan, çalışmanın amacıyla doğrudan bağlantı göstermeyen veya ele alınan konu başlıklarının kapsamı dışında kalan yayınlardan yararlanılmamıştır.

İncelenen çalışmalar; sporcu mental sağlığı ve psikolojik iyi oluş, mental sağlık sorunlarının epidemiyolojisi, mental sağlığı etkileyen risk faktörleri, spor yaralanmaları ve mental sağlık ilişkisi, psikolojik iyi oluşun korunması, mental sağlık sorunlarının erken belirlenmesi ve tarama yaklaşımları ile müdahale ve destek yaklaşımları çerçevesinde sınıflandırılmış ve bulgular anlatsal olarak sentezlenmiştir. Çalışmalar değerlendirilirken araştırmalar arasındaki benzerlik ve farklılıkların yanı sıra örneklem özellikleri, spor dalı, yaş ve cinsiyet gibi bireysel özellikler, kullanılan değerlendirme ve tarama araçları, araştırma yöntemleri, yöntemsel sınırlılıklar ve bulguların genellenebilirliği dikkate alınmıştır. Özellikle gözlemsel, kesitsel ve ilişkisel araştırmalardan elde edilen bulguların yorumlanmasında nedensellik çıkarımından kaçınılmış ve sonuçlar mevcut kanıtların kapsamı ve sınırlılıkları doğrultusunda değerlendirilmiştir.

3. BULGULAR

3.1. Sporcularda Mental Sağlık Sorunlarının Epidemiyolojisi

Sporcularda mental sağlık sorunlarının görülme sıklığı; yaş, cinsiyet, spor dalı, performans düzeyi, kullanılan değerlendirme yöntemi ve kültürel özelliklere göre farklılık gösterebilmektedir. Güncel sistematik derlemeler, elit sporcularda mental sağlık sorunlarının genel toplumla benzer düzeylerde veya bazı gruplarda daha yüksek olabileceğini göstermektedir. Guszkowska'nın (2025) 2020–2024 döneminde yayımlanan 28 araştırmayı kapsayan sistematik derlemesinde psikolojik sıkıntının elit sporculardaki prevalansı yaklaşık %17 olarak bildirilmiştir. Anksiyete, depresyon, uyku sorunları, bozulmuş yeme davranışları ve alkol kötüye kullanımı ise sporcu mental sağlığı açısından öne çıkan sorunlar arasındadır (Guszkowska, 2025).

3.1.1. Depresyon ve Anksiyete Belirtileri

Depresyon ve anksiyete, sporcularda en fazla araştırılan mental sağlık sorunları arasındadır. Güncel sistematik derlemede orta-şiddetli yaygın anksiyete belirtilerinin erkek elit sporcularda yaklaşık %5–9, kadın sporcularda ise %12–25 arasında değiştiği bildirilmiştir. Depresif belirtilerin prevalansı kullanılan ölçüm aracı ve araştırma grubuna göre daha fazla değişkenlik göstermekle birlikte, bazı çalışmalarda kadın sporcularda daha yüksek oranlar saptanmıştır (Guszkowska, 2025). Bununla birlikte cinsiyet farklılıklarının tüm spor dalları ve koşullar için aynı olmadığı, spor türü ve çevresel faktörlerin de dikkate alınması gerektiği unutulmamalıdır. Türkiye'deki bulgular da depresyon ve anksiyetenin sporcu sağlığı açısından dikkate alınması gerektiğini göstermektedir. Lima ve arkadaşlarının (2024b) 579 profesyonel Türk sporcuya gerçekleştirdiği çalışmada kadın sporcuların anksiyete puanları erkeklerden daha yüksek bulunmuş; bireysel sporla uğraşma, kronik ağrı, ciddi spor yaralanması öyküsü ve performans kaygıları daha yüksek sporcuya özgü stres, depresyon ve anksiyete puanlarıyla ilişkilendirilmiştir. Ancak bu araştırmanın COVID-19 döneminde gerçekleştirilmiş olması nedeniyle bulguların pandemi dışındaki dönemlere doğrudan genellenmesinde dikkatli olunması gerekmektedir (Lima ve ark., 2024b).

3.1.2. Uyku Sorunları

Uyku, fiziksel ve psikolojik toparlanmanın önemli bileşenlerinden biridir ve uyku sorunları sporcularda mental sağlıkla birlikte değerlendirilmelidir. Güncel sistematik derleme bulgularına göre elit sporcuların en az yaklaşık

onda birinde uyku sorunları bildirilmekte ve bu sorunların kadın sporcularda daha sık görülebildiği belirtilmektedir (Guszkowska, 2025). Yoğun antrenman ve müsabaka programları, seyahat, müsabaka öncesi kaygı ve düzensiz programlar sporcuların uyku düzenini etkileyebilecek faktörler arasında değerlendirilmektedir. Uyku sorunları diğer mental sağlık belirtileriyle de birlikte görülebilmektedir. Türkiye'de 1.263 amatör futbolcuyla gerçekleştirilen bir çalışmada uyku sorunu bildiren sporcuların depresyon, anksiyete ve sporcuya özgü psikolojik zorlanma göstergelerinin daha olumsuz olduğu belirlenmiştir (Lima ve Rice, 2023). Bu bulgu uyku sorunları ile mental sağlık arasında önemli bir ilişki bulunduğunu göstermekle birlikte, araştırmanın kesitsel yapısı nedeniyle ilişkinin yönü hakkında nedensel bir çıkarım yapılması mümkün değildir.

3.1.3. Yeme Bozuklukları ve Bozulmuş Yeme Davranışları

Bozulmuş yeme davranışları ve yeme bozuklukları, özellikle vücut ağırlığı veya kompozisyonunun performans açısından önemli görüldüğü spor dallarında dikkat edilmesi gereken mental ve fiziksel sağlık sorunlarıdır. Fatt ve arkadaşlarının (2024) 24 sistematik derlemeyi, bunların içerisinde 10 meta-analizi kapsayan şemsiye derlemesinde elit sporcuların bozulmuş yeme davranışları ve yeme bozuklukları açısından risk altında olduğu bildirilmiştir. Riskin kadın sporcularda, zayıflığın veya düşük vücut ağırlığının performans ya da estetik açıdan önem taşıdığı spor dallarında ve kariyer geçiş dönemlerinde artabileceği belirtilmiştir (Fatt ve ark., 2024). Bununla birlikte yeme bozukluğu riski yalnızca kadın sporcular veya estetik sporlarla sınırlandırılmamalıdır. Güncel kanıtlar bozulmuş yeme davranışlarının hem kadın hem erkek elit sporcularda ve farklı spor türlerinde görülebildiğini göstermektedir. Ayrıca kullanılan tarama araçlarının ve araştırma yöntemlerinin farklı olması nedeniyle prevalans değerleri çalışmalar arasında önemli ölçüde değişebilmektedir. Bu nedenle sporcularda beslenme davranışlarının değerlendirilmesinde yalnızca vücut ağırlığına değil, yeme davranışı, performans baskısı ve spora özgü risk faktörlerine birlikte odaklanılması gerekmektedir (Fatt ve ark., 2024; Guszkowska, 2025).

3.1.4. Alkol ve Madde Kullanımı

Alkol ve diğer maddelerin kullanımı da sporcu mental sağlığının değerlendirilmesinde dikkate alınması gereken bir konudur. Guszkowska'nın (2025) sistematik derlemesinde elit sporcularda alkol kötüye kullanımına ilişkin oranların araştırma gruplarına göre oldukça geniş bir aralıkta (%15–77) değiştiği ve genel olarak erkek sporcularda daha yüksek oranların bildirildiği belirtilmiştir. Bu geniş aralık, spor dalı, kültürel çevre, değerlendirme yöntemi ve “kötüye kullanım” için kullanılan ölçütlerin araştırmalar arasında farklı olmasından kaynaklanabileceğinden tek bir prevalans değerinin bütün sporculara genellenmesi uygun değildir (Guszkowska, 2025).

Alkol dışındaki maddelere ilişkin epidemiyolojik kanıtlar ise depresyon ve anksiyeteye kıyasla daha sınırlıdır. COVID-19 dönemindeki elit sporcuları inceleyen 18 çalışmalık sistematik derleme ve meta-analizde kadın ve erkek sporcular arasında alkol kullanımı/kötüye kullanımı açısından anlamlı bir fark bulunmazken (RR=1.01; %95 GA: 0.75–1.37), diğer madde kullanımları konusunda yeterli kanıt bulunmadığı belirtilmiştir (Kuo ve ark., 2025). Bu nedenle sporcularda madde kullanımına ilişkin sonuçların spor dalı, cinsiyet ve kültürel çevre dikkate alınarak yorumlanması ve bu alanda daha güçlü epidemiyolojik araştırmalar yapılması gerekmektedir.

Sonuç olarak depresyon, anksiyete, uyku sorunları, bozulmuş yeme davranışları ve alkol/madde kullanımı sporcu popülasyonunda göz ardı edilmemesi gereken mental sağlık sorunlarıdır. Ancak prevalans değerlerinin spor dalı, cinsiyet, yaş, performans düzeyi ve kullanılan değerlendirme yöntemlerine göre değişmesi, sporcuların homojen bir grup olarak değerlendirilmemesi gerektiğini göstermektedir (Fatt ve ark., 2024; Guszkowska, 2025). Türkiye'deki sporculardan elde edilen bulgular da depresyon, anksiyete ve uyku sorunlarının değerlendirilmesinin önemini desteklemekte; düzenli ve sporcuya özgü mental sağlık taramalarının potansiyel risklerin erken belirlenmesine katkı sağlayabileceğini düşündürmektedir (Lima ve ark., 2024b; Lima ve Rice, 2023).

3.2. Sporcularda Mental Sağlığı Etkileyen Risk Faktörleri

Sporcularda mental sağlık sorunları genellikle tek bir nedene bağlı olarak gelişmemekte; bireysel, sportif ve çevresel faktörlerin karşılıklı etkileşimi sonucunda ortaya çıkabilmektedir. Performans baskısı, yaralanmalar, yoğun antrenman yükleri, yetersiz toparlanma, sosyal ilişkiler ve sporcunun gelişim dönemi bu süreçte rol oynayabilir. Ayrıca aynı stresörün her sporcuda aynı psikolojik sonucu oluşturmaması, bireysel başa çıkma becerileri ve sosyal desteğin de dikkate alınmasını gerektirmektedir (Nuetzel, 2023; Gwyther ve ark., 2024).

3.2.1. Sportif Performans ve Başarı Baskısı

Elit sporun doğası gereği sporcular sürekli olarak performanslarını geliştirme, müsabakalarda başarılı olma ve takım veya bireysel hedefleri karşılama beklentisiyle karşılaşabilmektedir. Seçilme veya kadroda kalma kaygısı, başarısızlık korkusu, müsabaka baskısı, kariyer belirsizliği ve antrenör ya da çevrenin beklentileri sporcunun yaşadığı psikolojik yükü artırabilir. Güncel sistematik kanıtlar, spora özgü stresörlerin özellikle yeterli başa çıkma becerileri bulunmadığında anksiyete ve depresif belirtiler gibi mental sağlık sorunlarıyla ilişkili olabileceğini göstermektedir (Nuetzel, 2023). Türkiye'deki sporculardan elde edilen bulgular da performans baskısının önemini desteklemektedir. Lima ve arkadaşlarının (2024b) 579 profesyonel Türk sporcuyla gerçekleştirdiği çalışmada performans kaygılarının daha yüksek sporcuya özgü stres, depresyon ve anksiyete puanlarıyla ilişkili olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte bu ilişkinin kesitsel bir çalışmadan elde edildiği ve performans baskısının tek başına mental sağlık sorunlarının nedeni olarak yorumlanamayacağı göz önünde bulundurulmalıdır (Lima ve ark., 2024b).

3.2.2. Yaralanma ve Rehabilitasyon Süreci

Spor yaralanmaları yalnızca fiziksel işlev kaybına yol açan olaylar değildir; sporcunun antrenman ve müsabakalardan uzaklaşmasına, sportif rolünün değişmesine ve gelecekteki performansına ilişkin belirsizlik yaşamasına neden olabilir. Özellikle uzun rehabilitasyon gerektiren yaralanmalarda ağrı, yeniden yaralanma korkusu, spora dönüş konusunda kaygı ve sosyal çevreden uzaklaşma psikolojik zorlanmayı artırabilir. Türkiye'deki profesyonel sporcularda kronik ağrı ve ciddi spor yaralanması öyküsünün daha yüksek stres, depresyon ve anksiyete puanlarıyla ilişkili bulunması, fiziksel ve mental sağlığın yaralanma sürecinde birlikte değerlendirilmesi gerektiğini desteklemektedir (Lima ve ark., 2024b).

Rehabilitasyon döneminde sporcunun bedenine ilişkin algısı da değişebilmektedir. Sadler ve arkadaşlarının (2025) son beş yıl içerisinde yaralanma yaşamış 158 mevcut veya eski sporcuya gerçekleştirdiği çalışmada beden baskısı, beden algısı sorunları, yeme patolojisi ve işlevsiz egzersiz davranışlarına ilişkin sorunların yaralanma sonrası iyileşme döneminde yaralanma öncesine göre daha sık ve yoğun algılandığı bildirilmiştir. Bu bulgular rehabilitasyonun yalnızca fiziksel iyileşmeye odaklanmaması; sporcunun psikolojik durumu, beden algısı ve sosyal destek gereksiniminin de izlenmesi gerektiğini göstermektedir (Sadler ve ark., 2025).

3.2.3. Aşırı Antrenman, Yorgunluk ve Tükenmişlik

Yüksek performans sporunda yoğun antrenman, performans gelişiminin temel koşullarından biridir; ancak antrenman yükü ile toparlanma arasındaki dengenin uzun süre bozulması fiziksel ve psikolojik sorunlara katkıda bulunabilir. Fonksiyonel olmayan aşırı yüklenme (*non-functional overreaching*) ve aşırı antrenman sendromu (*overtraining syndrome*), performans düşüşünün yanı sıra duygu durum değişiklikleri, stres, yorgunluk ve tükenmişlik gibi psikolojik belirtilerle ilişkili olabilmektedir. Valdesalici ve arkadaşlarının (2026) 11 çalışma ve 461 elit sporcuyu kapsayan sistematik derlemesi, özellikle fonksiyonel olmayan aşırı yüklenme ve aşırı antrenman sendromu yaşayan elit sporcularda duygu durumu, stres, tükenmişlik ve yorgunluk göstergelerinde değişiklikler bulunduğunu ortaya koymuştur (Valdesalici ve ark., 2026). Tükenmişlik ise genellikle uzun süreli fiziksel ve psikolojik taleplerin birikimiyle ilişkili olarak değerlendirilmektedir. Sürekli performans beklentisi, yetersiz toparlanma ve sportif yaşamın diğer stresörleri sporcunun psikolojik kaynaklarını zorlayabilir. Bununla birlikte

antrenman yükü ile mental sağlık arasındaki ilişki doğrusal değildir ve yoğun antrenmanın tek başına psikolojik sorun oluşturduğu söylenemez. Sporunun yüklenmeye verdiği bireysel yanıt, başa çıkma becerileri ve sosyal destek gibi faktörlerin birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir (Nuetzel, 2023; Valdesalici ve ark., 2026).

3.2.4. Sosyal Medya, Beden Algısı ve Çevresel Baskılar

Sosyal medya sporculara taraftarlarla iletişim kurma, sportif başarılarını paylaşma ve profesyonel görünürlük kazanma fırsatları sunarken aynı zamanda eleştiri, sosyal karşılaştırma ve sürekli görünür olma baskısını da artırmaktadır. Merrill ve Faustin'in (2023) sporcuların sosyal medya kullanımını inceleyen derlemesinde sosyal medyanın beden algısı, stres, uyku kalitesi, performans ve sosyal bağlantılarla ilişkili olabileceği belirtilmiştir. Bununla birlikte sporcuların sosyal medya kullanımı ile mental sağlık arasındaki doğrudan nedensel ilişkiyi ortaya koyan kanıtların henüz sınırlı olduğu vurgulanmaktadır (Merrill ve Faustin, 2023). Beden algısına yönelik baskılar özellikle vücut ağırlığı, estetik görünüm veya vücut kompozisyonunun performans açısından önemli görüldüğü spor dallarında daha belirgin olabilir. Elit sporcular üzerine gerçekleştirilen güncel bir şemsiye derleme, bozulmuş yeme davranışları ve yeme bozuklukları açısından kadın cinsiyetinin ve zayıflığın ön plana çıktığı spor dallarında yarışmanın önemli risk faktörleri arasında olduğunu göstermektedir (Fatt ve ark., 2024). Bu nedenle antrenörlerin, sağlık profesyonellerinin, takım arkadaşlarının ve sosyal çevrenin beden ağırlığı ve görünümüne ilişkin kullandığı dil de sporcu sağlığı açısından önem taşımaktadır.

3.2.5. Cinsiyet, Yaş ve Spor Düzeyine Özgü Faktörler

Mental sağlık riskleri bütün sporcularda aynı düzeyde değildir. Cinsiyet, yaş, gelişim dönemi, spor türü ve yarışma düzeyi risk profilini değiştirebilir. Güncel sistematik derlemede orta-şiddetli yaygın anksiyete belirtilerinin kadın elit sporcularda erkeklerden daha yüksek oranlarda bildirildiği ve depresif belirtilerin de bazı çalışmalarda kadınlarda daha yaygın olduğu gösterilmiştir (Guszkowska, 2025). Türkiye'deki profesyonel sporcular üzerinde gerçekleştirilen çalışmada da kadın sporcuların anksiyete puanlarının erkeklerden daha yüksek olduğu ve bireysel spor yapan sporcuların bazı mental sağlık göstergelerinde daha fazla zorlanma bildirdiği saptanmıştır (Lima ve ark., 2024b). Genç elit sporcular ise sportif taleplerle ergenlik döneminin biyolojik, psikolojik ve sosyal değişimlerini aynı anda yönetmek durumundadır. Gwyther ve arkadaşlarının (2024) 33 çalışma ve 5.826 genç elit sporcuyu kapsayan derlemesinde cinsiyet ile antrenör, ebeveyn ve akran ilişkilerinin mental sağlık açısından önemli risk veya koruyucu faktörler olabileceği gösterilmiştir. Bununla birlikte yarışma veya elitlik düzeyinin mental sağlık üzerindeki etkisine ilişkin bulguların tutarlı olmaması, “spor düzeyi yükseldikçe mental sağlık mutlaka kötüleşir” şeklinde doğrusal bir yaklaşımın bilimsel olarak uygun olmadığını göstermektedir (Gwyther ve ark., 2024).

Sonuç olarak sporcularda mental sağlığı etkileyen risk faktörleri performans baskısından yaralanmalara, antrenman yükünden sosyal çevreye kadar geniş bir alana yayılmaktadır. Bu faktörlerin çoğu birbiriyle etkileşim hâlinindedir ve tek bir risk faktörü üzerinden mental sağlık sorunlarının öngörülmesi mümkün değildir. Bu nedenle mental sağlık değerlendirmelerinde sporcunun cinsiyeti, yaşı, spor dalı, yaralanma öyküsü, antrenman ve toparlanma durumu, performans baskısı ve sosyal çevresi birlikte ele alınmalıdır (Gwyther ve ark., 2024; Nuetzel, 2023).

3.3. Spor Yaralanmaları ve Mental Sağlık İlişkisi

Spor yaralanmaları fiziksel işlev kaybının yanı sıra sporcunun mental sağlığını, sportif kimliğini ve gelecekteki performansına ilişkin algısını etkileyebilen çok boyutlu olaylardır. Yaralanma sonrasında antrenman ve müsabakalardan uzak kalma, ağrı, performans kaybı ve spora dönüş zamanına ilişkin belirsizlik psikolojik zorlanmaya katkıda bulunabilir. Özellikle ciddi yaralanmalardan sonra spora dönüşün yalnızca fiziksel iyileşmeye bağlı olmadığı; korku, öz yeterlik, güven ve psikolojik hazır oluş gibi faktörlerin de sürecin önemli bileşenleri olduğu gösterilmektedir (Longo ve ark., 2023; Xiao ve ark., 2023).

3.3.1. Yaralanmanın Psikolojik Etkileri

Yaralanma sonrasında sporcular kaygı, üzüntü, öfke, motivasyon kaybı ve sportif geleceklerine ilişkin belirsizlik gibi farklı psikolojik tepkiler yaşayabilir. Bu tepkilerin şiddeti yaralanmanın türü ve ciddiyeti, spordan uzak kalma süresi, sporcunun kişisel özellikleri ve sahip olduğu sosyal destek gibi faktörlere göre değişebilir. ÖÇB rekonstrüksiyonu sonrasındaki literatürü inceleyen sistematik derlemeler, anksiyete, yeniden yaralanma korkusu, öz yeterlik ve psikolojik hazır oluşun rehabilitasyon ve spora dönüş süreciyle ilişkili önemli psikososyal faktörler olduğunu göstermektedir (Longo ve ark., 2023; Xiao ve ark., 2023).

Türkiye'deki sporculardan elde edilen bulgular da yaralanmanın psikolojik boyutunu desteklemektedir. Turgut ve arkadaşlarının (2025) ÖÇB yaralanması bulunan 185 takım sporcusuyla gerçekleştirdiği karma yöntem araştırmasında spora dönüş ve kaygı düzeylerinin yaş, spor dalı ve spora dönüş süresi gibi değişkenlere göre farklılaşabildiği bildirilmiştir. Nitel görüşmelerde ise sporcuların yeniden yaralanma ve yaralanma öncesindeki performans düzeyine ulaşamama konusunda kaygı yaşadıkları; sosyal destek, fizyoterapi ve gerektiğinde psikolojik desteğin önemli olduğunu ifade ettikleri görülmüştür (Turgut ve ark., 2025).

3.3.2. Spora Dönüşte Korku ve Kaygı

Yeniden yaralanma korkusu, spora dönüş sürecinde en fazla incelenen psikolojik faktörlerden biridir. Sporcu fiziksel olarak gerekli fonksiyonel kriterleri karşılamasına rağmen aynı hareketleri tekrar gerçekleştirmenin yeni bir yaralanmaya yol açabileceğini düşünebilir. Bu durum hareketten kaçınma, sportif güvenin azalması ve spora dönüşün gecikmesiyle ilişkili olabilir. Longo ve arkadaşlarının (2023) sistematik derlemesinde yeniden yaralanma korkusu ve ağrı spora dönüşü sınırlandırabilen temel psikolojik faktörler arasında gösterilirken, öz yeterlik ve psikolojik hazır oluş daha olumlu sonuçlarla ilişkilendirilmiştir. Bu ilişki geniş örneklemli meta-analizlerde de gösterilmiştir. Xiao ve arkadaşlarının (2023) 16 çalışma ve toplam 3.744 hastayı kapsayan sistematik derleme ve meta-analizinde, ÖÇB rekonstrüksiyonu sonrasında spora dönen bireylerin dönmeyenlere göre psikolojik hazır oluşlarının ve öz yeterliklerinin daha yüksek, kinezyofobi düzeylerinin ise daha düşük olduğu belirlenmiştir. Dikkat çekici olarak grupların diz fonksiyonları klinik açıdan benzer olabilmıştır. Bu bulgu, fiziksel iyileşmenin spora dönüş kararında tek başına yeterli olmayabileceğini ve psikolojik faktörlerin de değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir (Xiao ve ark., 2023).

Türkiye'deki sporcular üzerinde yapılan araştırmalar da benzer bir tablo ortaya koymaktadır. Turgut ve arkadaşlarının (2025) çalışmasındaki sporcular özellikle yeniden yaralanmaktan ve önceki performans düzeylerine ulaşamamaktan endişe duyduklarını belirtmiştir. Bu nedenle rehabilitasyon sürecinde yalnızca kuvvet, hareket açıklığı ve fonksiyonel performansın değil, sporcunun korku, kaygı ve sportif güven düzeyinin de değerlendirilmesi bütüncül bir spora dönüş yaklaşımının parçası olmalıdır (Turgut ve ark., 2025).

3.3.3. Psikolojik Hazır Oluş ve Yeniden Yaralanma

Psikolojik hazır oluş, sporcunun yaralanma sonrasında yeniden spor yapmaya duygusal ve bilişsel açıdan ne ölçüde hazır olduğunu ifade etmektedir. ÖÇB yaralanmalarında bu özellik sıklıkla *Anterior Cruciate Ligament–Return to Sport after Injury* (ACL-RSI) ölçeğiyle değerlendirilmektedir. Sell ve arkadaşlarının (2024) 83 çalışmayı kapsayan sistematik derleme ve meta-analizinde psikolojik hazır oluşun ÖÇB rekonstrüksiyonu sonrasında erken dönemde arttığı, ancak sonraki süreçteki gelişimin daha sınırlı olabildiği bildirilmiştir. Bununla birlikte dahil edilen çalışmaların önemli bölümünde yüksek yanlılık riski bulunması nedeniyle sonuçların kanıt kesinliği zayıf veya sınırlı olarak değerlendirilmiştir (Sell ve ark., 2024). Psikolojik hazır oluşun yüksek olması spora dönüş olasılığıyla ilişkili görünmekle birlikte, bunun yeniden yaralanmaya karşı doğrudan koruma sağladığı varsayılmamalıdır. Caumeil ve arkadaşlarının (2024) ÖÇB rekonstrüksiyonu geçirmiş 162 sporcuyu değerlendirdiği prospektif çalışmada farklı psikolojik profillerin spora dönüş davranışı ve yeniden yaralanmayla farklı biçimlerde ilişkili olduğu gösterilmiştir. Yüksek anksiyete, depresif belirtiler ve düşük güvenle karakterize edilen sporcuların spora dönmeme oranı daha yüksekken, yeniden yaralanma kaygısı bulunmayan ve güveni

yüksek grubun daha fazla sportif katılım göstermesi nedeniyle yeniden yaralanmaya daha fazla maruz kalabildiği görülmüştür. Dolayısıyla psikolojik hazır oluş, fiziksel kapasite ve sporunun maruz kalacağı sportif yüklerle birlikte değerlendirilmelidir (Caumeil ve ark., 2024).

Türkiye açısından önemli bir güncel gelişme de psikolojik hazır oluşun sporcuya özgü araçlarla değerlendirilebilmesidir. Türkeri Bozkurt ve arkadaşları (2025), ciddi yaralanma sonrası spora dönüşte psikolojik hazır oluşu değerlendiren *Return to Sport After Serious Injury Questionnaire* (RSSIQ) ölçeğini 244 Türk sporcu üzerinde kültürel olarak uyarlamış ve Türkçe formunun güçlü psikometrik özellikler gösterdiğini bildirmiştir. Böylece ciddi yaralanma sonrasında Türk sporcuların spora dönüş kaygıları ve psikolojik hazır oluşlarının sistematik biçimde değerlendirilmesine yönelik kullanılabilecek bir araç sağlanmıştır (Türkeri Bozkurt ve ark., 2025).

Sonuç olarak spor yaralanmalarından sonra güvenli spora dönüş yalnızca doku iyileşmesi, kas kuvveti veya fonksiyonel test sonuçlarıyla açıklanabilecek bir süreç değildir. Yeniden yaralanma korkusu, kaygı, öz yeterlik, sportif güven ve psikolojik hazır oluş fiziksel ölçütlerle birlikte değerlendirilmelidir. Bununla birlikte psikolojik olarak yüksek düzeyde hazır olmak yeniden yaralanma riskinin ortadan kalktığı anlamına gelmediğinden, spora dönüş kararının fiziksel, psikolojik ve spora özgü yüklenme kriterlerini birlikte içeren multidisipliner bir yaklaşımla verilmesi daha uygun görünmektedir (Caumeil ve ark., 2024; Sell ve ark., 2024; Xiao ve ark., 2023).

3.4. Sporcularda Psikolojik İyi Hâlinin Korunması

Sporcularda psikolojik iyi oluşun korunması, yalnızca mental sağlık sorunları ortaya çıktıktan sonra tedavi uygulanmasına değil, sorunların gelişmesini önleyebilecek koruyucu yaklaşımların oluşturulmasına da dayanmalıdır. Bu kapsamda psikolojik becerilerin geliştirilmesi, destekleyici bir spor ortamının oluşturulması, yeterli uyku ve toparlanmanın sağlanması ve antrenman taleplerinin sporcunun kapasitesiyle dengelenmesi önem taşımaktadır. Güncel kanıtlar, mental iyi oluşu desteklemeye yönelik müdahalelerin yararlı olabileceğini göstermekle birlikte, uygulamaların sporcu ve spor ortamının özelliklerine göre uyarlanması gerektiğini ortaya koymaktadır (Wang ve ark., 2025).

3.4.1. Koruyucu Mental Sağlık Yaklaşımları

Koruyucu mental sağlık yaklaşımının temel amacı, sporcuda klinik düzeyde bir sorun ortaya çıkmasını beklemek yerine mental sağlık okuryazarlığını, psikolojik becerileri ve sağlıklı başa çıkma stratejilerini geliştirmektir. Psikolojik beceri antrenmanı, farkındalık (*mindfulness*), bilişsel-davranışçı yaklaşımlar ve pozitif psikoloji uygulamaları bu kapsamda incelenen başlıca yöntemlerdir. Üniversiteli sporcuları inceleyen güncel bir kapsam derlemesinde 20 koruyucu müdahalenin 12'sinde mental sağlık açısından olumlu sonuçlar bildirilmiş ve en sık kullanılan yaklaşımın farkındalık temelli uygulamalar olduğu belirlenmiştir (Ollie ve ark., 2026). Elit sporcular açısından da benzer sonuçlar bulunmaktadır. Wang ve arkadaşlarının (2025) 27 çalışmayı kapsayan sistematik derleme ve meta-analizinde psikolojik beceri antrenmanının mental iyi oluş üzerinde olumlu etkisi olduğu (SMD=0.78; %95 GA: 0.24–1.32), pozitif psikoloji müdahalelerinde de olumlu etki saptandığı (SMD=0.58; %95 GA: 0.31–0.85) bildirilmiştir. Üçüncü dalga psikolojik yaklaşımlarda daha küçük bir etki bulunmakla birlikte, bazı düşük kaliteli çalışmalar analizden çıkarıldığında bu etkinin anlamlılığını kaybetmesi kanıtların dikkatli yorumlanması gerektiğini göstermektedir (Wang ve ark., 2025). Genç sporcularda tükenmişliğin önlenmesi açısından da psikolojik müdahaleler önem taşımaktadır. Wilczyńska ve arkadaşlarının (2022) sistematik derleme ve meta-analizinde bilişsel-davranışçı ve farkındalık temelli müdahalelerin genç sporcularda tükenmişliğin çeşitli boyutlarını azaltabileceği bildirilmiştir. Bununla birlikte bu analiz yalnızca beş çalışmaya dayandığından, koruyucu programların uzun dönem etkilerinin daha geniş ve kontrollü çalışmalarla araştırılmasına ihtiyaç bulunmaktadır (Wilczyńska ve ark., 2022).

3.4.2. Sosyal Destek ve Takım Ortamı

Sporcunun içinde bulunduğu sosyal çevre psikolojik iyi oluşun korunmasında önemli bir role sahiptir. Aile, arkadaşlar, takım arkadaşları ve antrenörlerden alınan duygusal ve sosyal destek, sporcunun stresli dönemlerle başa çıkmasını kolaylaştırabilir. Luo ve arkadaşlarının (2025) 40 çalışma ve toplam 14.462 sporcuyu kapsayan sistematik derleme ve meta-analizinde sosyal desteğin mental iyi oluşla pozitif yönde ilişkili olduğu ($r=0.31$); anksiyete ($r=-0.22$), depresyon ($r=-0.27$) ve stres ($r=-0.25$) ile ise negatif yönde ilişkili olduğu belirlenmiştir. Özellikle aile ve arkadaşlardan alınan desteğin depresif belirtilerle ilişkisinin takım temelli desteğe göre daha güçlü olabildiği bildirilmiştir (Luo ve ark., 2025). Takım ortamında antrenör ve takım arkadaşlarının rolü yalnızca sportif performansla sınırlı değildir. Sporcunun kendisini ifade edebildiği, hata ve başarısızlıkların aşırı biçimde cezalandırılmadığı ve gerektiğinde profesyonel yardım aramanın desteklendiği bir ortam psikolojik güvenliği güçlendirebilir. Wang ve arkadaşlarının (2025) sistematik derlemesinde antrenör ve takım arkadaşı desteği, mental iyi oluş müdahalelerinin başarılı biçimde uygulanmasını kolaylaştıran temel faktörler arasında gösterilmiştir. Buna karşılık yoğun spor programları ve karmaşık müdahale içerikleri uygulamaya katılımı sınırlandıran faktörler olarak belirlenmiştir. Bu nedenle sporcu mental sağlığının korunmasında sorumluluğun yalnızca sporcuya yüklenmesi uygun değildir. Koruyucu yaklaşım; sporcu, antrenör, aile, takım arkadaşları ve sağlık profesyonellerinin birlikte yer aldığı destekleyici bir çevrenin oluşturulmasını gerektirir. Sosyal destek ile daha olumlu mental sağlık göstergeleri arasında tutarlı ilişkiler bulunmasına rağmen mevcut çalışmaların önemli bölümü gözlemsel olduğundan, sosyal desteğin tek başına mental sağlık sorunlarını önlediği şeklinde doğrudan bir nedensellik kurulması doğru değildir (Luo ve ark., 2025).

3.4.3. Uyku, Toparlanma ve Yük Yönetimi

Uyku ve toparlanma, sporcunun hem fiziksel hem de psikolojik sağlığının sürdürülmesinde temel bileşenlerdir. Yoğun antrenman ve müsabaka programları, seyahat, erken saatlerde yapılan antrenmanlar ve müsabaka öncesi kaygı uyku düzenini olumsuz etkileyebilir. Yetersiz uyku ve toparlanmanın süreklilik göstermesi ise yorgunluk, olumsuz duygulanım ve psikolojik zorlanmayla birlikte görülebilir. Bu nedenle uyku düzeninin izlenmesi, mental sağlık açısından da koruyucu sporcu sağlığı uygulamalarının bir parçası olarak değerlendirilmelidir (Gwyther ve ark., 2022). Gwyther ve arkadaşlarının (2022) 27 araştırma ve toplam 617 sporcuyu kapsayan sistematik derleme ve meta-analizinde uyku hijyeni, uyku süresinin artırılması ve diğer uyku müdahalelerinin etkileri incelenmiştir. Kontrollü çalışmaların meta-analizinde uyku müdahalelerinin subjektif uyku kalitesini artırdığı ($g=0.62$), uykululuğu azalttığı ($g=0.81$) ve olumsuz duygulanımı düşürdüğü ($g=0.63$) bildirilmiştir. Buna karşılık objektif uyku ölçümleri ile aerobik ve anaerobik performansta anlamlı bir etki gösterilememiştir. Bu nedenle uyku müdahalelerinin özellikle uyku kalitesi ve duygu durumu açısından yararlı olabileceği, ancak doğrudan performans artışı sağlayacağına varsayılması gerektiği belirtilmektedir (Gwyther ve ark., 2022).

Toparlanma sürecinin diğer önemli bileşeni antrenman yükünün bireysel olarak yönetilmesidir. Yoğun yüklenme performans gelişimi için gerekli olmakla birlikte, yetersiz toparlanmayla birleşen sürekli yüksek fiziksel ve psikolojik talepler yorgunluk ve tükenmişlik açısından sorun oluşturabilir. Bu nedenle yük yönetiminde yalnızca antrenman hacmi ve şiddeti değil; sporcunun algılanan yorgunluğu, uyku durumu, duygu durumu ve psikolojik stresinin de izlenmesi yararlı olabilir. Genç sporcularda psikolojik müdahalelerin tükenmişliğin azaltılmasına katkı sağlayabileceğine ilişkin bulgular da fiziksel yük ile psikolojik toparlanmanın birlikte değerlendirilmesini desteklemektedir (Wilczyńska ve ark., 2022).

Sonuç olarak sporcularda psikolojik iyi oluşun korunması bireysel psikolojik beceriler, sosyal çevre, uyku ve toparlanma süreçlerinin birlikte ele alındığı bütüncül bir yaklaşımı gerektirmektedir. Koruyucu programların yalnızca mental sağlık sorunu bulunan sporculara değil, tüm sporculara yönelik olarak planlanması; gerektiğinde ise klinik değerlendirme ve profesyonel destek mekanizmalarıyla tamamlanması önemlidir. Güncel kanıtlar özellikle psikolojik beceri müdahaleleri, sosyal destek ve uyku düzenlemelerinin umut verici olduğunu

göstermekle birlikte, bu uygulamaların spor dalına ve sporcunun bireysel gereksinimlerine göre uyarlanması gerekmektedir (Gwyther ve ark., 2022; Luo ve ark., 2025; Wang ve ark., 2025).

3.5. Mental Sağlık Sorunlarının Erken Belirlenmesi ve Tarama Yaklaşımları

Sporcularda mental sağlık sorunlarının erken belirlenmesi, belirtilerin şiddetlenmeden fark edilmesi ve gerektiğinde uygun profesyonel desteğe yönlendirme yapılması açısından önemlidir. Sporcuların yaşadığı psikolojik belirtileri kendiliğinden bildirmemesi veya yardım aramaktan kaçınabilmesi, yalnızca sporcunun başvurusuna dayanan bir yaklaşımın yetersiz kalabileceğini düşündürmektedir. Bu nedenle sporcu sağlığı uygulamalarında uygun tarama araçlarının kullanılması ve risk saptanan sporcuların klinik değerlendirmeye yönlendirilmesi önerilmektedir (Cosh ve ark., 2024; Cohen-Young, 2024).

3.5.1. Mental Sağlık Taraması

Mental sağlık taramasının temel amacı psikiyatrik tanı koymak değil, daha ayrıntılı değerlendirmeye gereksinim duyabilecek sporcuları erken dönemde belirlemektir. Tarama sonuçları sporcunun klinik öyküsü, mevcut stresörleri ve sağlık durumu ile birlikte değerlendirilmelidir. Üniversiteli sporcularda kullanılan mental sağlık tarama araçlarını inceleyen sistematik derlemede, sporcularda kullanılabilecek çeşitli değerlendirme araçlarının bulunduğu ancak bu popülasyona özgü psikometrik kanıtların hâlen geliştirilmesi gerektiği bildirilmiştir (Cohen-Young, 2024). Sporcu taramalarında tek bir genel psikolojik belirtiyeye odaklanmak yerine depresyon, anksiyete, uyku, yeme davranışı, alkol/madde kullanımı ve spora özgü psikolojik zorlanma gibi farklı alanların değerlendirilmesi önem taşımaktadır. Anderson ve arkadaşlarının (2023) 1.066 Olimpik ve Paralimpik sporcuyla gerçekleştirdiği çalışmada *Sport Mental Health Assessment Tool-1* (SMHAT-1) kapsamında farklı mental sağlık alanlarının birlikte değerlendirilmesi incelenmiştir. Bulgular, yalnızca ilk basamakta kullanılan Athlete Psychological Strain Questionnaire (APSQ) sonucuna dayanmanın bazı mental sağlık sorunlarının gözden kaçmasına yol açabileceğini göstermiştir. Araştırmacılar bu nedenle APSQ ile birlikte sonraki tarama araçlarının da uygulanmasını önermiştir (Anderson ve ark., 2023).

3.5.2. Sporcuya Özgü Değerlendirme Araçları

Sporcular genel toplumdan farklı olarak performans baskısı, yoğun antrenman, seçilme kaygısı, yaralanma ve kariyer belirsizliği gibi spora özgü stresörlerle karşılaşabilmektedir. Bu nedenle genel popülasyon için geliştirilen araçların yanında spora özgü psikolojik zorlanmayı değerlendiren araçlardan yararlanılması önem taşımaktadır. Bu amaçla geliştirilen APSQ; öz düzenleme güçlüğü, performans kaygıları ve dışsallaştırılmış başa çıkma gibi alanlar üzerinden sporcuya özgü psikolojik zorlanmayı değerlendiren 10 maddelik bir tarama aracıdır (Lima ve ark., 2022). Türkiye açısından önemli bir avantaj, APSQ'nun Türkçe formunun bulunmasıdır. Lima ve arkadaşlarının (2022) 565 elit Türk sporcuyla gerçekleştirdiği geçerlik ve güvenirlik çalışmasında Türkçe APSQ'nun özgün üç faktörlü yapısının doğrulandığı ve ölçeğin toplam iç tutarlılık katsayısının Cronbach $\alpha=0.83$ olduğu bildirilmiştir. Ayrıca 61 sporcuyla gerçekleştirilen tekrar testinde yüksek zamansal kararlılık ($r=0.88$) belirlenmiştir. Bu bulgular Türkçe APSQ'nun elit Türk sporcularda psikolojik zorlanmanın taranmasında kullanılabilecek bir araç olduğunu desteklemektedir (Lima ve ark., 2022). Bununla birlikte APSQ'nun tek başına kapsamlı bir mental sağlık değerlendirmesi olarak kullanılması uygun değildir. Anderson ve arkadaşlarının (2023) çalışmasında APSQ'nun SMHAT-1 içerisindeki diğer değerlendirmelerde pozitif sonuç veren sporcuları belirlemede yüksek yanlış-negatif oranları gösterebildiği bildirilmiştir. Paris 2024 Olimpiyat ve Paralimpik Oyunlarından 847 sporcunun verilerini inceleyen daha yeni bir çalışma da bazı mental sağlık alanlarının APSQ'nun ilk tarama basamağı tarafından yeterince yakalanamayabileceğini doğrulamıştır (Anderson ve ark., 2025). Bu nedenle sporcuya özgü araçlar klinik görüşmenin veya kapsamlı değerlendirmenin yerine geçen tanı araçları olarak değil, erken belirleme ve yönlendirme sürecinin bir bileşeni olarak kullanılmalıdır.

3.5.3. Yardım Arama Davranışı ve Damgalanma

Mental sağlık sorununun belirlenmesi, sporcunun profesyonel desteğe ulaşacağı anlamına gelmemektedir. Cosh ve arkadaşlarının (2024) 22 çalışmayı kapsayan sistematik derleme ve meta-analizinde, 11 çalışmadan toplam 3.415 sporcu için hesaplanan profesyonel yardım arama oranı yalnızca %22.4 (%95 GA: %16.2–30.2) olarak bulunmuştur. Çalışmalar arasındaki heterojenliğin yüksek olması nedeniyle bu oran bütün sporcu grupları için tek bir kesin prevalans olarak yorumlanmamalıdır; ancak sonuçlar yardım arama davranışının birçok sporcu açısından sınırlı kalabildiğini göstermektedir (Cosh ve ark., 2024). Sporcuların yardım aramasının önündeki engeller hem bireysel hem de sportif çevreyle ilişkili olabilir. Sistematik kanıtlar mental sağlıkla ilişkili damgalanma, mental sağlık okuryazarlığının yetersizliği, hizmetlere yönelik olumsuz tutumlar, gizlilik konusundaki endişeler ve yardım aramanın takım seçimini veya sportif kariyeri olumsuz etkileyebileceği korkusunu önemli engeller arasında göstermektedir. Özellikle “güçlü sporcu” kimliğiyle psikolojik yardım istemenin çeliştiğine ilişkin algılar, bazı sporcuların belirtilerini gizlemesine veya desteği ertelemesine katkıda bulunabilir (Cosh ve ark., 2024). Yardım arama davranışının artırılması için yalnızca sporculara “yardım istemeleri” gerektiğini söylemek yeterli değildir. Mental sağlık deneyimlerinin spor ortamında normalleştirilmesi, gizlilik ilkelerinin açık biçimde anlatılması, antrenör ve sağlık personelinin uygun yönlendirme konusunda eğitilmesi ve olumlu rol modellerin kullanılması yardım aramayı kolaylaştırabilecek yaklaşımlar arasında gösterilmektedir. Cosh ve arkadaşlarının (2024) derlemesinde özellikle rol modeller aracılığıyla mental sağlık deneyimlerinin normalleştirilmesi önemli bir kolaylaştırıcı olarak belirlenmiştir. Bu nedenle etkili bir erken tanı sistemi, taramanın yanında erişilebilir ve güvenilir yönlendirme mekanizmalarını da içermelidir.

Sonuç olarak sporcularda mental sağlık sorunlarının erken belirlenmesi; düzenli tarama, sporcuya özgü değerlendirme araçları ve gerektiğinde kapsamlı klinik değerlendirmeye yönlendirmeyi içeren aşamalı bir yaklaşım gerektirmektedir. Türkçe APSQ gibi geçerli ve güvenilir araçların bulunması Türkiye'deki uygulamalar açısından önemli olmakla birlikte, hiçbir tarama aracı tek başına psikiyatrik tanı koymak veya bütün mental sağlık sorunlarını dışlamak amacıyla kullanılmamalıdır. Tarama programlarının etkili olabilmesi için damgalanmanın azaltılması, gizliliğin korunması ve sporcuların profesyonel desteğe ulaşabilecekleri açık yönlendirme yollarının oluşturulması da gerekmektedir (Anderson ve ark., 2023; Cosh ve ark., 2024; Lima ve ark., 2022).

3.6. Müdahale ve Destek Yaklaşımları

Sporcularda mental sağlık desteği, yalnızca klinik bir bozukluk ortaya çıktığında uygulanan tedaviyle sınırlandırılmamalıdır. Müdahalenin niteliği; belirtilerin şiddeti, sporcunun yaşı, spor düzeyi, yaşadığı stresörler ve profesyonel desteğe duyduğu gereksinime göre belirlenmelidir. Bu nedenle mental iyi oluşun desteklenmesinden klinik değerlendirme ve tedaviye kadar uzanan aşamalı bir bakım yaklaşımı önem taşımaktadır. Güncel literatür, psikolojik müdahalelerin sporcuların mental iyi oluşunu destekleyebileceğini; ancak uygulamaların spor ortamına ve sporcunun bireysel gereksinimlerine uyarlanması gerektiğini göstermektedir (Wang ve ark., 2025).

3.6.1. Psikolojik ve Psikososyal Müdahaleler

Sporcularda kullanılan psikolojik müdahaleler arasında psikolojik beceri antrenmanı, bilişsel-davranışçı yaklaşımlar, farkındalık ve kabul temelli uygulamalar, pozitif psikoloji müdahaleleri ve stresle başa çıkma becerilerinin geliştirilmesi yer almaktadır. Wang ve arkadaşlarının (2025) 27 çalışmayı kapsayan sistematik derleme ve meta-analizinde psikolojik beceri antrenmanının mental iyi oluş üzerinde olumlu etkisi olduğu (SMD=0.78; %95 GA: 0.24–1.32), pozitif psikoloji müdahalelerinin de olumlu sonuçlarla ilişkili olduğu (SMD=0.58; %95 GA: 0.31–0.85) bildirilmiştir. Bununla birlikte bazı müdahale türlerinde kanıtların sınırlı olması, tüm yaklaşımların her sporcu için aynı düzeyde etkili olduğu şeklinde bir yorum yapılmasını engellemektedir (Wang ve ark., 2025). Psikososyal müdahalelerde sporcunun yalnızca bireysel özelliklerine değil, içinde bulunduğu sosyal ve sportif çevreye de odaklanması gerekmektedir. Stresle etkili başa çıkma

becerilerinin öğretilmesi, sosyal desteğin güçlendirilmesi ve sporcunun yaşadığı güçlükleri ifade edebileceği güvenli bir ortam oluşturulması bu yaklaşımın önemli bileşenleridir. Nuetzel'in (2023) 30 çalışmayı kapsayan sistematik derlemesinde, elit sporcuların çok çeşitli başa çıkma stratejileri kullandığı ve özellikle genç sporculara stresle başa çıkabilecek mental becerilerin öğretilmesinin önemli olduğu vurgulanmıştır. Bununla birlikte hangi başa çıkma stratejisinin hangi koşullarda en etkili olduğu konusunda müdahale temelli kanıtların hâlen sınırlı olduğu belirtilmiştir (Nuetzel, 2023). Türkiye'deki sporcular üzerinde elde edilen güncel veriler de psikolojik iyi oluşun desteklenmesinin önemini göstermektedir. Özsarı ve arkadaşlarının (2026) farklı spor dallarından 473 Türk sporcuyla gerçekleştirdiği araştırmada spora katılım düzeyi ile sportif yaşam doyumu, mental iyi oluş ve psikolojik iyi oluş arasında pozitif ilişkiler belirlenmiştir. Araştırmanın ilişkisel tasarımı nedeniyle bu bulgu doğrudan bir müdahale etkisi veya neden-sonuç ilişkisi olarak değerlendirilemez; ancak Türk sporcularında mental ve psikolojik iyi oluşun sportif yaşamla yakından ilişkili olduğunu göstermesi bakımından önem taşımaktadır (Özsarı ve ark., 2026).

3.6.2. Spor Psikoloğu ve Mental Sağlık Profesyonellerinin Rolü

Spor psikologları, sporcuların performans baskısı, motivasyon, dikkat, öz güven, stresle başa çıkma ve psikolojik beceriler gibi alanlarda desteklenmesinde önemli görevler üstlenmektedir. Bununla birlikte spor psikolojisi desteği ile klinik mental sağlık hizmetlerinin birbirinden ayrılması gerekir. Psikiyatrik bozukluk şüphesi, ciddi depresif belirtiler, kendine zarar verme veya intihar riski, yeme bozukluğu ya da madde kullanım bozukluğu gibi klinik durumlarda uygun yetkinliğe sahip mental sağlık profesyonellerine yönlendirme yapılması gerekmektedir. Spor psikolojisi ile spor psikiyatrisinin birbirini tamamlayan ancak farklı uzmanlık alanlarına sahip olduğu ve etkili sporcu bakımında bu disiplinler arasında iş birliğinin gerekli olduğu vurgulanmaktadır (Röthlin ve ark., 2023). Spor psikolojisinin rolü yalnızca sportif performansın artırılması olarak değerlendirilmemelidir. Spor psikoloğu veya uygun yetkinliğe sahip psikolojik destek uzmanı; mental iyi oluşun geliştirilmesi, stresle başa çıkma becerilerinin güçlendirilmesi ve psikolojik sorunların erken belirtilerinin fark edilmesi süreçlerine katkıda bulunabilir. Klinik değerlendirme ve tedavi gerektiren durumlarda ise psikiyatri ve klinik psikoloji gibi uzmanlık alanlarının devreye girmesi gerekir. Böylece performans geliştirme, koruyucu mental sağlık ve klinik tedavi arasındaki sınırlar korunurken sporcu için devamlı bir destek sistemi oluşturulabilir (Röthlin ve ark., 2023). Türkiye açısından sporcuya özgü mental sağlık değerlendirmelerinin yapılabilmesi de profesyonel desteğin önemli bir parçasıdır. Lima ve arkadaşları (2022), *Athlete Psychological Strain Questionnaire* (APSQ) ölçeğinin Türkçe formunu 565 elit sporcu üzerinde değerlendirmiş ve ölçeğin Türk sporcularda psikolojik zorlanmanın taranmasında kullanılabilecek yeterli psikometrik özelliklere sahip olduğunu bildirmiştir. Böyle bir sporcuya özgü tarama aracının bulunması, riskli sporcuların belirlenerek gerektiğinde psikolog veya psikiyatri uzmanına yönlendirilmesine katkı sağlayabilir. Bununla birlikte APSQ bir tanı aracı olmadığından, klinik değerlendirme gerektiren durumlarda profesyonel görüşmenin yerini almamalıdır (Lima ve ark., 2022).

3.6.3. Multidisipliner Yaklaşım

Sporcularda mental sağlık sorunlarının fiziksel sağlık, yaralanma, antrenman yükü, uyku, beslenme ve sportif performansla yakın ilişkisi nedeniyle tek bir meslek grubunun bütün gereksinimleri karşılaması mümkün değildir. Bu nedenle spor hekimi, psikiyatrist, psikolog veya spor psikoloğu, fizyoterapist, diyetisyen, antrenör ve gerektiğinde diğer sağlık profesyonellerinin koordineli çalışması önem taşımaktadır. Spor psikolojisi ve spor psikiyatrisinin birlikte ele alınmasına yönelik güncel yaklaşım, koruyucu uygulamalardan mental iyi oluşun geliştirilmesine, erken tanıdan klinik tedaviye kadar uzanan bir hizmet sürekliliğini desteklemektedir (Röthlin ve ark., 2023). Multidisipliner yaklaşım özellikle yaralanma, yeme bozuklukları, uyku sorunları ve yoğun performans baskısı gibi fiziksel ve psikolojik faktörlerin iç içe geçtiği durumlarda önem kazanmaktadır. Örneğin yaralanmış bir sporcuda fizyoterapist ve spor hekimi fiziksel iyileşmeyi izlerken, psikolojik destek sağlayan profesyoneller yeniden yaralanma korkusu, kaygı ve motivasyon gibi faktörleri değerlendirebilir. Benzer biçimde bozulmuş yeme davranışında psikolojik değerlendirme, spor hekimliği ve sporcu beslenmesi alanlarının birlikte

çalışması gerekebilir. Bu yaklaşım sporcunun yalnızca belirli bir belirtisine değil, biyolojik, psikolojik ve sosyal gereksinimlerinin bütününe odaklanılmasını sağlamaktadır (Röthlin ve ark., 2023). Etkili multidisipliner bakımın önemli koşullarından biri de görev ve sorumlulukların açık biçimde tanımlanmasıdır. Mental sağlıkla ilgili her sorunun antrenör veya performans uzmanı tarafından çözülmeye çalışılması uygun olmadığı gibi, sportif bağlamdan bağımsız bir klinik yaklaşım da sporcunun özgün gereksinimlerinin gözden kaçmasına neden olabilir. Bu nedenle profesyoneller arasında açık yönlendirme yollarının oluşturulması, gizlilik ve etik ilkelerin korunması ve sporcunun karar sürecine aktif biçimde katılması gerekmektedir. Spor psikolojisi ile psikiyatrinin birlikte çalışmasının koruma, iyi oluşun geliştirilmesi ve klinik tedavi arasındaki sürekliliği güçlendirebileceği belirtilmektedir (Röthlin ve ark., 2023).

Sonuç olarak sporcularda mental sağlık desteği, performans geliştirmeye yönelik psikolojik becerilerden klinik mental sağlık hizmetlerine kadar geniş bir alanı kapsamaktadır. Güncel kanıtlar psikolojik beceri antrenmanı ve pozitif psikoloji gibi müdahalelerin mental iyi oluş açısından yararlı olabileceğini göstermekle birlikte, uygulamaların sporcunun gereksinimlerine göre bireyselleştirilmesi önemlidir (Wang ve ark., 2025). Türkiye'deki sporcu verileri ve Türkçeye uyarlanmış değerlendirme araçlarının bulunması da bu alandaki uygulamaların geliştirilmesi için önemli bir temel oluşturmaktadır (Lima ve ark., 2022; Özsarı ve ark., 2026). Sporcu sağlığının bütüncül biçimde korunabilmesi için psikolojik desteğin spor hekimliği ve diğer sağlık hizmetlerinden ayrı değil, multidisipliner bakımın bir bileşeni olarak ele alınması gerekmektedir.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışma kapsamında incelenen güncel literatür, mental sağlığın sporcu sağlığının fiziksel, psikolojik ve sosyal boyutlarıyla ilişkili önemli bir bileşeni olarak ele alınabileceğini düşündürmektedir. Sportif katılım psikolojik ve sosyal açıdan olumlu kazanımlarla ilişkili olabilmekle birlikte, özellikle rekabetçi ve elit spor ortamının kendine özgü talepleri bazı sporcularda psikolojik zorlanmayla ilişkili olabilir. Performans ve başarı baskısı, yoğun antrenman ve müsabaka programları, yaralanmalar, kariyer belirsizliği, beden algısına ilişkin kaygılar ve çevresel beklentiler bu süreçte rol oynayabilecek faktörler arasında değerlendirilebilir. Güncel sistematik derleme bulguları da elit sporcularda psikolojik sıkıntı, anksiyete ve depresyon belirtilerinin yanı sıra uyku, yeme davranışı ve madde kullanımıyla ilişkili sorunların dikkate alınmasının yararlı olabileceğine işaret etmektedir (Guszkowska, 2025).

Mental sağlık sorunlarının dağılımı sporcular arasında farklılık gösterebilir. Cinsiyet, yaş, spor dalı, yarışma düzeyi ve kültürel çevre gibi değişkenlerin belirtilerin görülme sıklığı ve biçimiyle ilişkili olabileceği bildirilmektedir. Guszkowska'nın (2025) sistematik derlemesinde orta-şiddetli yaygın anksiyete belirtilerinin erkek elit sporcularda yaklaşık %5–9, kadın sporcularda ise %12–25 arasında değiştiği bildirilmiştir. Bununla birlikte değerlendirme araçları, örneklem özellikleri ve araştırma yöntemlerindeki farklılıklar nedeniyle bu oranların tüm sporcu gruplarına doğrudan genellenmesi uygun olmayabilir. Bu durum, sporcu mental sağlığının değerlendirilmesinde bireysel ve spora özgü özelliklerin dikkate alınması gerektiğini göstermektedir.

Fiziksel sağlık ile mental sağlık arasındaki ilişki özellikle spor yaralanmaları bağlamında önem taşımaktadır. Spordan uzak kalma, performans kaybına ilişkin endişeler, sportif kimliğin etkilenmesi ve yeniden yaralanma korkusu bazı sporcularda psikolojik zorlanmayla ilişkili olabilir. Ancak bu ilişkinin yaralanmanın türü ve şiddeti, rehabilitasyon süresi, sporcunun başa çıkma özellikleri ve sosyal destek düzeyi gibi faktörlere göre değişebileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Bu nedenle rehabilitasyon sürecinde fiziksel iyileşmenin yanı sıra kaygı, öz güven, yeniden yaralanma korkusu ve spora dönüşe yönelik psikolojik hazır oluş gibi faktörlerin değerlendirilmesi daha bütüncül bir yaklaşım sağlayabilir.

Sporcuların stresle başa çıkma biçimleri de mental sağlık açısından dikkate alınması gereken bir diğer boyuttur. Nuetzel'in (2023) 30 çalışmayı kapsayan sistematik derlemesi, elit sporcuların sportif stresörlerle başa çıkmada farklı stratejiler kullandığını ve özellikle genç sporcularda psikolojik becerilerin geliştirilmesinin yararlı

olabileceğini düşündürmektedir. Bununla birlikte stresörün niteliği, sporcunun değerlendirme biçimi, kullanılan başa çıkma stratejileri ve mental sağlık sonuçları arasındaki ilişkilerin karmaşık olması ve müdahale temelli çalışmaların sınırlılığı, belirli bir başa çıkma stratejisinin mental sağlık sorunlarını doğrudan önlediği yönünde kesin çıkarımlar yapılmasını güçleştirmektedir (Nuetzel, 2023).

Mental iyi oluşun desteklenmesine yönelik psikolojik müdahalelere ilişkin bulgular genel olarak olumlu bir eğilime işaret etmektedir. Wang ve arkadaşlarının (2025) sistematik derleme ve meta-analizinde psikolojik beceri antrenmanı ve pozitif psikoloji temelli uygulamaların elit sporcuların mental iyi oluşundaki olumlu değişimlerle ilişkili olabileceği bildirilmiştir. Bununla birlikte bazı müdahale kategorilerinde çalışma sayısının sınırlı olması, araştırma tasarımlarındaki farklılıklar ve duyarlılık analizlerinde bazı etkilerin anlamlılığını kaybetmesi, mevcut sonuçların temkinli yorumlanmasını gerektirmektedir. Bu nedenle müdahalelerin sporcunun yaşı, spor dalı, performans düzeyi ve bireysel gereksinimleri dikkate alınarak uyarlanması daha uygun görünmektedir (Wang ve ark., 2025).

Profesyonel yardım arama davranışı, sporcu mental sağlığının korunmasında dikkat edilmesi gereken bir diğer konudur. Cosh ve arkadaşlarının (2024) sistematik derleme ve meta-analizinde profesyonel yardım arama oranının birleştirilmiş tahmini %22,4 olarak bildirilmiştir. Bununla birlikte çalışmalar arasındaki yüksek heterojenlik nedeniyle bu oranın tüm sporcuları temsil eden sabit bir değer olarak değerlendirilmesi uygun değildir. Damgalanma, sınırlı mental sağlık okuryazarlığı, gizlilik endişeleri ve profesyonel yardım almanın sportif kariyer üzerinde olumsuz etkileri olabileceğine ilişkin algılar yardım arama davranışıyla ilişkili faktörler arasında gösterilmektedir. Bu bulgular, yalnızca hizmetlerin varlığının değil, bu hizmetlere erişimin ve spor ortamındaki yardım arama kültürünün de dikkate alınması gerektiğini düşündürmektedir (Cosh ve ark., 2024).

Mental sağlık sorunlarının erken belirlenmesinde sporcuya özgü tarama araçlarından yararlanılabilir; ancak bu araçların klinik tanının yerine geçmediği göz önünde bulundurulmalıdır. Tarama araçları daha ayrıntılı değerlendirmeye gereksinim duyabilecek sporcuların belirlenmesine katkı sağlayabilmekle birlikte yanlış pozitif ve yanlış negatif sonuçlar ortaya çıkabilir. Bu nedenle tarama sonuçlarının klinik öykü, sporcunun mevcut koşulları ve gerektiğinde profesyonel mental sağlık değerlendirmesiyle birlikte yorumlanması daha uygun olabilir. Türkiye'de sporcuya özgü değerlendirme araçlarının Türkçe geçerlik ve güvenilirlik çalışmalarının bulunması önemli olmakla birlikte, farklı sporcu gruplarında yapılacak çalışmalar bu araçlara ilişkin mevcut kanıtların geliştirilmesine katkı sağlayabilir.

Sporcu mental sağlığının yönetiminde multidisipliner bir yaklaşım benimsenmesi de yararlı olabilir. Mental sağlığın yaralanma, antrenman yükü, uyku, beslenme, sosyal çevre ve sportif performans gibi farklı alanlarla ilişkili olması, gerektiğinde farklı meslek gruplarının iş birliğini gerekli kılabilir. Spor psikolojisi psikolojik becerilerin ve iyi oluşun desteklenmesine katkı sağlayabilirken, psikiyatri ve diğer klinik mental sağlık hizmetleri tanı ve tedavi gerektiren durumlarda rol üstlenebilir. Spor hekimliği, psikoloji veya spor psikolojisi, psikiyatri, fizyoterapi, beslenme ve antrenman bilimi gibi alanların uygun koşullarda birbirini tamamlayacak biçimde çalışması, sporcunun fiziksel ve psikososyal gereksinimlerinin birlikte ele alınmasına katkı sağlayabilir (Röthlin ve ark., 2023).

Türkiye'deki bulguların uluslararası literatürle birlikte değerlendirilmesi, sporcu mental sağlığında kültürel ve sportif bağlamın önemine işaret etmektedir. Bununla birlikte Türkiye'deki çalışmaların önemli bir bölümünün kesitsel tasarıma sahip olması, belirli sporcu gruplarına odaklanması ve bazı araştırmaların COVID-19 pandemisi gibi olağan dışı koşullarda gerçekleştirilmesi bulguların genellenebilirliğini sınırlandırabilir. Benzer şekilde uluslararası literatürdeki yöntemsel farklılıklar, kesitsel çalışmaların yaygınlığı ve bazı alanlardaki sınırlı müdahale kanıtları kesin nedensel çıkarımlarda bulunmayı güçleştirmektedir. Bu nedenle farklı spor dallarını, yaş gruplarını ve performans düzeylerini kapsayan geniş örneklemli, uzunlamasına ve müdahale temelli çalışmaların artırılması; sporcuya özgü Türkçe değerlendirme araçlarının farklı gruplardaki psikometrik özelliklerinin incelenmesi önerilmektedir.

Sonuç olarak mevcut kanıtlar, sporcu mental sağlığının tek bir risk faktörü veya psikolojik belirti üzerinden değerlendirilmesinin yeterli olmayabileceğini göstermektedir. Psikolojik iyi oluşun desteklenmesi, olası risklerin erken belirlenmesi, mental sağlık okuryazarlığının geliştirilmesi, damgalanma ve gizlilik kaygılarının azaltılması ve gerektiğinde profesyonel desteğe erişimin kolaylaştırılması bütüncül sporcu sağlığı yaklaşımının önemli bileşenleri olarak değerlendirilebilir. Spor yaralanmalarının rehabilitasyonunda fiziksel iyileşmeyle birlikte psikolojik hazır oluşun dikkate alınması ve mental sağlık hizmetlerinin gerektiğinde multidisipliner bir yapı içerisinde sunulması daha kapsamlı sporcu bakımına katkı sağlayabilir. Bununla birlikte mevcut kanıtların yöntemsel sınırlılıkları dikkate alınmalı ve gelecekte gerçekleştirilecek nitelikli araştırmalarla sporcu mental sağlığına yönelik kanıt temelli uygulamalar güçlendirilmelidir.

KAYNAKLAR

- Anderson, T., Bartley, J., Brutus, A., Cogan, K. D., Triplett, A. N., Donaldson, A., ... ve Adams, W. M. (2025). Update on sport mental health assessment tool-1 false negative rates from the 2024 Paris Olympic and Paralympic Games. *BMJ Open Sport ve Exercise Medicine*, 11(4), e002608. <https://doi.org/10.1136/bmjsem-2025-002608>
- Brown, K. R., Quinton, M. L., Tidmarsh, G., ve Cumming, J. (2025). Athletes' access to, attitudes towards and experiences of help-seeking for mental health: a scoping review. *BMJ open*, 15(8), e097492. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2024-097492>
- Caumeil, B., Laboute, E., Verhaeghe, E., Pérez, S., ve Décamps, G. (2024). Reinjury anxiety and return to sport after anterior cruciate ligament reconstruction: a cluster analysis and prospective study among 162 athletes. *The American Journal of Sports Medicine*, 52(5), 1189-1198. <https://doi.org/10.1177/03635465241234887>
- Cohen-Young, J. (2024). Systematic Review: Mental Health Screening Tools for Collegiate Athletes. *Sport Social Work Journal*, 6(1), 77-100. <https://doi.org/10.33043/87x4a34d>
- Cosh, S. M., McNeil, D. G., Jeffreys, A., Clark, L., ve Tully, P. J. (2024). Athlete mental health help-seeking: A systematic review and meta-analysis of rates, barriers and facilitators. *Psychology of sport and exercise*, 71, 102586. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2023.102586>
- Fatt, S. J., George, E., Hay, P., Jeacocke, N., Gotkiewicz, E., ve Mitchison, D. (2024). An umbrella review of body image concerns, disordered eating, and eating disorders in elite athletes. *Journal of clinical medicine*, 13(14), 4171. <https://doi.org/10.3390/jcm13144171>
- Guszkowska, M. (2025). Mental health symptoms and disorders in elite athletes: A systematic review. *Acta Kinesiológica*, 19(S1), 4-30. <https://doi.org/10.51371/issn.1840-2976.2025.19.s1.1>
- Gwyther, K., Pilkington, V., Bailey, A. P., Mountjoy, M., Bergeron, M. F., Rice, S. M., ve Purcell, R. (2024). Mental health and well-being of elite youth athletes: a scoping review. *British Journal of Sports Medicine*, 58(17), 1011-1019. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2024-108244>
- Gwyther, K., Rice, S., Purcell, R., Pilkington, V., Santesteban-Echarri, O., Bailey, A., ve Walton, C. C. (2022). Sleep interventions for performance, mood and sleep outcomes in athletes: A systematic review and meta-analysis. *Psychology of Sport and Exercise*, 58, 102094. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2021.102094>
- Kuo, L. T., Tsai, S. H. L., Dave, U., Marmor, W. A., Olsen, R., Jivanelli, B., ... ve Ling, D. I. (2025). Exploring mental health symptoms in elite athletes during the COVID-19 pandemic: a systematic review and meta-analysis on sex differences. *PloS one*, 20(1), e0314996. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0314996>

- Lima, Y., ve Rice, S. (2023). Mental health symptoms and correlates among amateur football players: a cross-sectional study. *International Journal of Environmental Health Research*, 33(12), 1617-1628. <https://doi.org/10.1080/09603123.2022.2112659>
- Lima, Y., Denerel, N., Devran, S., Rice, S., ve Bayraktar, B. (2024b). Which athletes are more vulnerable to mental health symptoms during the COVID-19 crisis? A cross-sectional study. *Research in Sports Medicine*, 32(2), 248-259. <https://doi.org/10.1080/15438627.2022.2102917>
- Lima, Y., Öz, N. D., Denerel, N., Özkaya, Ö., Senişik, S., ve Rice, S. (2022). Validity and reliability of the Turkish version of Athlete Psychological Strain Questionnaire (APSQ). *Spor Hekimliği Dergisi*, 57(3), 147-154. <https://doi.org/10.47447/tjism.0637>
- Lima, Y., Öz, N. D., Denerel, N., Treeby, M. S., ve Rice, S. (2024a). Mental health correlates of athletic shame and guilt among elite-level youth athletes in Turkey. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 27(2), 72-77. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2023.10.013>
- Longo, U. G., De Salvatore, S., D'Orrico, F., Bella, M., Corradini, A., Rizzello, G., ... ve Denaro, V. (2023). The impact of psychological factors on return to sports after anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review. *Osteology*, 3(3), 78-93. <https://doi.org/10.3390/osteology3030009>
- Luo, J., Du, R., Wang, X., ve Luo, L. (2025). The relationship between social support and mental health in athletes: a systematic review and meta-analysis. *Frontiers in psychology*, 16, 1642886. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2025.1642886>
- Merrill, S., ve Faustin, M. (2023). Likes and hashtags: Influence of athlete social media use. *Sports Psychiatry*, 2(4), 153–156. <https://doi.org/10.1024/2674-0052/a000060>
- Nuetzel, B. (2023). Coping strategies for handling stress and providing mental health in elite athletes: a systematic review. *Frontiers in Sports and Active Living*, 5, 1265783. <https://doi.org/10.3389/fspor.2023.1265783>
- Ollie, A., Bianchi, S., Manos, N., Carter, J., Houle, J., ve Sullivan, L. (2026). Mental health promotion and prevention interventions for college student athletes: A scoping review. *Journal of american college Health*, 74(1), 186-200. <https://doi.org/10.1080/07448481.2025.2512964>
- Ozan, M., ve Secer, I. (2022). Investigation of the relationship between athletes' psychological resilience, emotional reactivity, psychological maladjustment and trait anger control. *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*, (46), 143-151. <https://doi.org/10.47197/retos.v46.92745>
- Özsarı, A., Uysal, H., Lekesiz, G., Çetin, M. Ç., Tilki, M., Gülgösteren, E., ... ve Altın, M. (2026). The impact of sport engagement on life satisfaction, mental and psychological well-being among athletes. *Plos one*, 21(1), e0340069. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0340069>
- Röthlin, P., Taylor, S., Håkansson, A., ve Claussen, M. C. (2023). Sports psychology and sports psychiatry together for athletes' mental health. *Sports Psychiatry*, 2(4), 119–120. <https://doi.org/10.1024/2674-0052/a000062>
- Sadler, S. M., Voelker, D. K., ve Follmer, D. J. (2025). A Retrospective Mixed-Methods Study of Athletes' Perceptions of Body Pressures, Body Image Concerns, Eating Pathology, Dysfunctional Exercise, and Social Support During Injury Recovery. *Journal of Clinical Sport Psychology*, 20(2), 189-211. <https://doi.org/10.1123/jcsp.2025-0001>
- Sell, T. C., Zerega, R., King, V., Reiter, C. R., Wrona, H., Bullock, G. S., ... ve Losciale, J. M. (2024). Anterior cruciate ligament return to sport after injury scale (ACL-RSI) scores over time after anterior cruciate

- ligament reconstruction: a systematic review with meta-analysis. *Sports Medicine-Open*, 10(1), 49. <https://doi.org/10.1186/s40798-024-00712-w>
- Turgut, C., Cavkaytar, S., ve Kocaekşi, S. (2025). Evaluation of return to sport and anxiety in injured team athletes: a mixed methods study. *Pamukkale Journal of Sport Sciences*, 16(1), 229-252. <https://doi.org/10.54141/psbd.1574316>
- Bozkurt, H. T., Yıldırım, S., Brewer, B. W., ve Koruç, Z. (2025). Translation and Cultural Adaptation of the Return to Sport After Serious Injury Questionnaire (RSSIQ) Into Turkish. *Pamukkale Journal of Sport Sciences*, 16(Online First), 1-14. <https://doi.org/10.54141/psbd.1668998>
- Valdesalici, A., Sella, E., Domenicucci, R., Ghisi, M., ve Borella, E. (2026). Effects of Non-Functional Overreaching and Overtraining Syndrome on Psychological and Cognitive Functioning in Elite Athletes: A Systematic Review. *Psychology of Sport and Exercise*, 103079. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2026.103079>
- Wang, W., Schweickle, M. J., Arnold, E. R., ve Vella, S. A. (2025). Psychological Interventions to Improve Elite Athlete Mental Wellbeing: A Systematic Review and Meta-analysis: W. Wang ve ark., *Sports Medicine*, 55(4), 877-897. <https://doi.org/10.1007/s40279-024-02173-3>
- Wilczyńska, D., Qi, W., Jaenes, J. C., Alarcón, D., Arenilla, M. J., ve Lipowski, M. (2022). Burnout and mental interventions among youth athletes: A systematic review and meta-analysis of the studies. *International journal of environmental research and public health*, 19(17), 10662. <https://doi.org/10.3390/ijerph191710662>
- Xiao, M., van Niekerk, M., Trivedi, N. N., Hwang, C. E., Sherman, S. L., Safran, M. R., ve Abrams, G. D. (2023). Patients who return to sport after primary anterior cruciate ligament reconstruction have significantly higher psychological readiness: a systematic review and meta-analysis of 3744 patients. *The American Journal of Sports Medicine*, 51(10), 2774-2783. <https://doi.org/10.1177/03635465221102420>

**SPORTİF PERFORMANSTA KRONOTİP VE GÜNÜN SAATİ ETKİLEŞİMİ: GÜNCEL BİR
DERLEME****Dr. Cihad Onur KURHAN¹ Dr. Yusuf KURT² Doç. Dr. Davut ATILGAN³**¹ İnönü Üniversitesi, Beden Eğitimi ve Spor, Malatya, Türkiye, cihadonurkurhan@gmail.com,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1892-6245>² Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Kahramanmaraş, Türkiye,
yusufkurt0046@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6066-6109>³ Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Kahramanmaraş, Türkiye,
davutatilgan@ksu.edu.tr, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8475-4488>**Özet**

Bu çalışmanın amacı, kronotip ile günün saati arasındaki etkileşimin sportif performans üzerindeki etkilerini güncel literatür doğrultusunda bütüncül olarak değerlendirmektir. Çalışma, geleneksel literatür taraması yöntemiyle hazırlanmıştır. Google Scholar, PubMed, Web of Science, Scopus ve SPORTDiscus veri tabanlarında yer alan ulusal ve uluslararası çalışmalar; kronotip, sabahçılık-akşamcılık, sirkadiyen ritim, günün saati, sportif performans, fiziksel performans, bilişsel performans, reaksiyon zamanı, antrenman zamanı ve uyku-uyanıklık döngüsü ile ilişkili Türkçe ve İngilizce anahtar kelimeler kullanılarak incelenmiştir. İlgili özgün araştırmalar ile sistematik derleme ve meta-analizler; fiziksel sportif performans, bilişsel ve algısal-motor performans ile kronotip-performans ilişkisini etkileyen faktörler çerçevesinde anlatısal olarak sentezlenmiştir. İncelenen çalışmalar, bazı sporcularda kronotip ile performans zamanlaması arasındaki uyumun fiziksel, bilişsel ve algısal-motor performans açısından avantaj sağlayabildiğini göstermektedir. Sabahçı sporcularda sabah saatlerinde, akşamcı sporcularda ise günün ilerleyen saatlerinde performans artışı bildiren çalışmalar bulunmakla birlikte, bu örüntünün tüm spor dallarında ve performans bileşenlerinde tutarlı olmadığı görülmektedir. Bazı araştırmalarda kronotipten bağımsız bir günün saati etkisi saptanırken, bazı çalışmalarda kronotip $\times$ günün saati etkileşimi anlamlı bulunmamıştır. Reaksiyon zamanı, öngörülse zamanlama ve psikomotor uyanıklık gibi zaman baskısı yüksek görevlerde senkronizasyon etkisinin daha belirgin olabildiği, buna karşılık bazı koordinasyon ve inhibisyon temelli görevlerde benzer bir örüntünün ortaya çıkmadığı bildirilmektedir. Ayrıca uyanıktan itibaren geçen süre, alışılmış antrenman zamanı, uyku-uyanıklık düzeni, psikofizyolojik hazır oluş ve performans görevinin niteliği kronotip-performans ilişkisinin yorumlanmasında dikkate alınması gereken değişkenlerdir. Mevcut kanıtlar, sportif performansın zamanlamasının yalnızca kronotip veya kronolojik saat üzerinden değerlendirilmemesi; bireysel sirkadiyen özellikler, performans görevi ve antrenman alışkanlıklarının birlikte ele alınması gerektiğini desteklemektedir. Bu yaklaşım, antrenman ve performans değerlendirmelerinin daha bireyselleştirilmiş biçimde planlanmasına katkı sağlayabilir.

Anahtar Kelimeler: Kronotip, Günün Saati, Sirkadiyen Ritim, Sportif Performans, Bilişsel Performans.

**CHRONOTYPE AND TIME-OF-DAY INTERACTION IN ATHLETIC PERFORMANCE: A
CURRENT REVIEW****Dr. Cihad Onur KURHAN¹ Dr. Yusuf KURT² Assoc. Prof. Dr. Davut ATILGAN³**¹ İnönü University, Physical Education and Sports, Malatya, Türkiye, cihadonurkurhan@gmail.com,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1892-6245>² Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Faculty of Sports Sciences, Kahramanmaraş, Türkiye,
yusufkurt0046@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6066-6109>³ Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Faculty of Sports Sciences, Kahramanmaraş, Türkiye,
davutatilgan@ksu.edu.tr, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8475-4488>**Abstract**

The aim of this study was to comprehensively evaluate the effects of the interaction between chronotype and time of day on athletic performance in light of the current literature. The study was prepared using a traditional literature review approach. National and international studies indexed in Google Scholar, PubMed, Web of Science, Scopus and SPORTDiscus were examined using Turkish and English keywords related to chronotype, morningness-eveningness, circadian rhythm, time of day, athletic performance, physical performance, cognitive performance, reaction time, training time, and the sleep-wake cycle. Relevant original studies, systematic reviews, and meta-analyses were narratively synthesized within the framework of physical athletic performance, cognitive and perceptual-motor performance, and factors affecting the chronotype-performance relationship. The reviewed studies indicate that, in some athletes, alignment between chronotype and performance timing may provide advantages in physical, cognitive, and perceptual-motor performance. Although some studies have reported improved performance in morning-type athletes during morning hours and in evening-type athletes later in the day, this pattern does not appear to be consistent across all sports and performance components. Some studies have identified a time-of-day effect independent of chronotype, whereas others have found no significant chronotype $\times$ time-of-day interaction. Synchrony effects appear to be more pronounced in time-sensitive tasks such as reaction time, anticipation timing, and psychomotor vigilance, while similar patterns have not been consistently observed in some coordination- and inhibition-based tasks. In addition, time since awakening, habitual training time, sleep-wake patterns, psychophysiological readiness, and the characteristics of the performance task should be considered when interpreting the chronotype-performance relationship. Current evidence supports the view that performance timing should not be evaluated solely on the basis of chronotype or clock time, but rather through the combined consideration of individual circadian characteristics, task demands, and training habits. This approach may contribute to more individualized planning of training and performance assessments.

Keywords: Chronotype, Time of Day, Circadian Rhythm, Athletic Performance, Cognitive Performance.

GİRİŞ

İnsan organizmasındaki uyku-uyanıklık döngüsü, vücut sıcaklığı, hormonal işlevler ve bilişsel süreçler gibi birçok fizyolojik ve davranışsal özellik yaklaşık 24 saatlik sirkadiyen ritimler doğrultusunda değişim göstermektedir (Adan ve ark., 2012). Kronotip, bu sirkadiyen organizasyondaki bireysel farklılıkların davranışsal bir göstergesi olarak değerlendirilmekte ve bireyler genel olarak sabahçı, ara ve akşamcı tipler şeklinde sınıflandırılmaktadır (Adan ve ark., 2012; Vitale ve Weydahl, 2017). Sabahçı bireyler günlük aktivitelerini daha erken saatlerde gerçekleştirme eğilimi gösterirken, akşamcı bireylerde uyku-uyanıklık ve aktivite zamanlaması daha geç saatlere kaymaktadır (Adan ve ark., 2012).

Sportif performansın gün içerisinde sabit olmadığı ve bazı fiziksel performans bileşenlerinin günün farklı zamanlarında değişebildiği bilinmektedir (Vitale ve Weydahl, 2017). Bununla birlikte günün saati etkisi tüm performans özelliklerinde aynı biçimde ortaya çıkmamaktadır. Takım sporcularına ilişkin güncel meta-analiz bulguları, karşı hareketli sıçrama ve çeviklik gibi bazı nöromüsküler ölçümlerde öğleden sonra veya akşam lehine farklılıklar gösterirken, izometrik kuvvet ve squat sıçrama performansında anlamlı bir zaman etkisinin bulunmadığını göstermektedir (Martin-López ve ark., 2025). Bu durum, sportif performanstaki günlük değişimin yalnızca kronolojik saat üzerinden değerlendirilmesinin yetersiz olabileceğini düşündürmektedir (Vitale ve Weydahl, 2017; Martin-López ve ark., 2025).

Kronotip, günün saati ile sportif performans arasındaki ilişkinin açıklanmasında önemli bireysel değişkenlerden biridir (Vitale ve Weydahl, 2017). Facer-Childs ve Brandstaetter (2015b), sporcularda tepe performans zamanının kronotipe göre değişebildiğini ve gün içi performans değişiminin bazı bireylerde %26'ya ulaşabildiğini bildirmiştir. Aynı araştırmada alışılmış uyanıştan itibaren geçen sürenin performans zamanlamasının önemli bir belirleyicisi olması, aynı kronolojik saatin farklı kronotiplerde aynı biyolojik koşulları temsil etmeyebileceğini göstermektedir (Facer-Childs ve Brandstaetter, 2015b).

Sporcu örneklemelerinden elde edilen bulgular da kronotip ile performans zamanlaması arasındaki etkileşimin önemini desteklemektedir (Roveda ve ark., 2020; Eken ve ark., 2024). Adölesan futbolcularda sabahçı sporcuların sabah, akşamcı sporcuların ise akşam uygulanan sıçrama, çeviklik ve dayanıklılık testlerinde daha yüksek performans göstermesi, kronotip ile test zamanı arasındaki uyumu destekleyen bulgular sunmuştur (Roveda ve ark., 2020). Benzer şekilde aktif judoculara spora özgü performansın günün saatine göre kronotipler arasında farklılaştığı bildirilmiştir (Eken ve ark., 2024). Bununla birlikte bu örüntünün bütün spor branşları ve performans özelliklerinde tutarlı biçimde görülmemesi, günün saati ana etkisi ile kronotip $\times$ günün saati etkileşiminin birbirinden ayrılarak değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır (Vitale ve Weydahl, 2017; Martin-López ve ark., 2025).

Kronotip ile günün saati arasındaki ilişki fiziksel performansın yanı sıra dikkat, inhibisyon, bellek ve diğer bilişsel süreçler açısından da önem taşımaktadır (Chauhan ve ark., 2025). Altmış beş çalışmayı kapsayan güncel sistematik derlemede, kronotipin tek başına bilişsel performans üzerinde çoğunlukla anlamlı bir ana etki oluşturmadığı; buna karşılık çalışmaların bir bölümünde bireylerin kronotipleriyle uyumlu zamanlarda daha yüksek bilişsel performans gösterdiği bildirilmiştir (Chauhan ve ark., 2025). Bu bulgular, kronotipin performans üzerinde tek başına belirleyici bir özellikten çok, performansın gerçekleştirildiği zamanla birlikte değerlendirilmesi gereken bireysel bir faktör olduğunu desteklemektedir (Chauhan ve ark., 2025; Vitale ve Weydahl, 2017). Bu doğrultuda derlemenin amacı, kronotip ile günün saati arasındaki etkileşimin sportif performans üzerindeki etkilerini güncel çalışmalar temelinde değerlendirmek; mevcut kanıtları fiziksel, bilişsel ve algısal-motor performans açısından bütüncül biçimde incelemek ve kronotip ana etkisi, günün saati ana etkisi ile kronotip $\times$ günün saati etkileşimini birbirinden ayrılarak değerlendirmektir.

1. KURAMSAL ÇERÇEVE

Sportif performansın gün içerisindeki değişimini açıklayabilmek için kronotip, sirkadiyen ritim ve bireysel zamanlama özelliklerinin birlikte ele alınması gerekmektedir. Kronotip, bireylerin uyku-uyanıklık düzeni, aktivite tercihleri ve gün içerisindeki fizyolojik ve davranışsal işlevlerin zamanlamasıyla ilişkili bir özellik olarak sportif performansın değerlendirilmesinde önemli bir çerçeve sunmaktadır. Bununla birlikte performansın yalnızca günün belirli saatlerinde ölçülmesi, bireyler arasındaki biyolojik zamanlama farklılıklarını tek başına açıklamak için yeterli olmayabilir. Bu nedenle kronotip ile günün saati arasındaki ilişkinin değerlendirilmesinde kronolojik saat, bireysel biyolojik zaman, alışılmış uyanış zamanı ve kullanılan kronotip sınıflandırma yöntemleri birlikte dikkate alınmalıdır (Roenneberg ve ark., 2007; Adan ve ark., 2012; Vitale ve Weydahl, 2017). Bu bölümde kronotip ve sirkadiyen zamanlamaya ilişkin temel kavramlar ele alınarak, sportif performans çalışmalarında kronotip $\times$ günün saati etkileşiminin değerlendirilmesine yönelik kuramsal çerçeve oluşturulmaktadır.

1.1. Kronotip ve Sirkadiyen Zamanlama

Sirkadiyen sistem, fizyolojik ve davranışsal süreçlerin yaklaşık 24 saatlik bir zaman düzeni içerisinde organize edilmesini sağlayan biyolojik zamanlama mekanizmasını ifade etmektedir. Uyku-uyanıklık döngüsü, günlük aktivite örüntüsü ve çeşitli psikofizyolojik işlevler bu sistemin davranışsal ve fizyolojik çıktıları arasında yer almaktadır (Roenneberg ve ark., 2007; Adan ve ark., 2012). Bireyler arasında sirkadiyen zamanlamaya ilişkin farklılıkların bulunması kronotip kavramının temelini oluşturmaktadır; bireyler günlük aktivite ve uyku-uyanıklık tercihleri doğrultusunda genel olarak sabahçı, ara ve akşamcı kronotipler şeklinde sınıflandırılmaktadır (Adan ve ark., 2012; Vitale ve Weydahl, 2017). Sabahçı bireylerde uyku, uyanma ve günlük aktivite zamanlaması daha erken saatlere yönelirken, akşamcı bireylerde bu süreçler daha geç saatlere kayma eğilimi göstermektedir (Adan ve ark., 2012; Vitale ve Weydahl, 2017).

Kronotip yalnızca bireyin sabah veya akşam saatlerine yönelik tercihini ifade eden bir özellik olarak değerlendirilmemelidir. Kavram, uyku-uyanıklık zamanlaması ve günlük davranışların sirkadiyen organizasyonundaki bireysel farklılıkları yansıtan daha geniş bir zamanlama özelliğini ifade etmektedir (Roenneberg ve ark., 2007; Adan ve ark., 2012). Kronotipin belirlenmesinde kullanılan değerlendirme araçlarının farklı özelliklere odaklanması da bu açıdan önem taşımaktadır. Morningness–Eveningness Questionnaire (MEQ) gibi ölçekler bireyin sabahçılık-akşamcılık eğilimini ve tercih edilen aktivite zamanlarını değerlendirirken, Munich ChronoType Questionnaire (MCTQ) kronotipi günlük yaşam koşullarındaki uyku-uyanıklık zamanlaması üzerinden ele almaktadır (Roenneberg ve ark., 2007; Adan ve ark., 2012). Bu yöntemsel farklılıklar, farklı araştırmalarda kullanılan kronotip sınıflandırmalarının tamamen eşdeğer kabul edilmemesi gerektiğini göstermektedir (Vitale ve Weydahl, 2017).

Sportif performans açısından temel kavramsal noktalardan biri, kronolojik saat ile bireysel biyolojik zamanın birbirinden ayrılmasıdır. Aynı kronolojik saatte değerlendirilen sabahçı ve akşamcı sporcular, alışılmış uyku ve uyanış zamanlarındaki farklılıklar nedeniyle biyolojik günlerinin farklı evrelerinde bulunabilmektedir (Facer-Childs ve Brandstaetter, 2015b; Vitale ve Weydahl, 2017). Facer-Childs ve Brandstaetter (2015b), sporcularda tepe performans zamanının kronotipe göre farklılaşabildiğini ve alışılmış uyanıştan itibaren geçen sürenin gün içi performans değişiminin açıklanmasında önemli bir değişken olduğunu göstermiştir. Bu bulgu, performansın yalnızca testin gerçekleştirildiği kronolojik saat üzerinden değerlendirilmesinin bireysel sirkadiyen farklılıkları yeterince yansıtmayabileceğini düşündürmektedir.

Dolayısıyla kronotip ve sportif performans ilişkisini inceleyen araştırmalarda yalnızca sabah ve akşam ölçümleri arasındaki farkın değerlendirilmesi yeterli değildir. Kronotip ana etkisi, günün saati ana etkisi ve kronotip $\times$ günün saati etkileşiminin birbirinden ayrılarak ele alınması, gözlenen performans farklılıklarının kaynağının daha doğru yorumlanmasına olanak sağlamaktadır (Vitale ve Weydahl, 2017). Kronotip ile test zamanının uyumlu olduğu

koşullarda ortaya çıkabilecek performans avantajı, bireysel biyolojik zamanlamanın sportif performans üzerindeki olası rolünün değerlendirilmesinde temel bir çerçeve sunmaktadır.

2. YÖNTEM

Bu çalışma, kronotip ile günün saati arasındaki etkileşimin sportif performans üzerindeki etkilerini güncel bilimsel literatür doğrultusunda bütüncül olarak değerlendirmek amacıyla geleneksel derleme yöntemiyle hazırlanmıştır. Kronotip, sirkadiyen zamanlama, günün saati ve sportif performans arasındaki ilişki; fiziksel performans, bilişsel performans ve algısal-motor performans boyutları çerçevesinde ele alınmıştır. Bunun yanı sıra kronotip ile performans arasındaki ilişkinin yorumlanmasında alışılmış antrenman zamanı, uyku-uyanıklık düzeni, uyanıktan itibaren geçen süre ve performans görevinin özellikleri gibi değişkenler de dikkate alınmıştır. Çalışma sistematik derleme niteliğinde olmayıp, ilgili literatürün konu başlıkları doğrultusunda anlatsal olarak değerlendirilmesine dayanan geleneksel bir derleme olarak yapılandırılmıştır.

Literatür taraması Google Scholar ile PubMed, Web of Science, Scopus ve SPORTDiscus veri tabanlarında gerçekleştirilmiştir. Kronotip ve sportif performans alanındaki temel çalışmalar değerlendirilmiş, daha güncel araştırmaların incelenmesiyle literatür kapsamı genişletilmiştir. Uluslararası yayınların taranmasında “chronotype”, “morningness-eveningness”, “circadian rhythm”, “time of day”, “athletic performance”, “sport performance”, “physical performance”, “cognitive performance”, “perceptual-motor performance”, “reaction time”, “training time”, “exercise performance” ve “sleep-wake cycle” anahtar kelimeleri kullanılmıştır. Türkçe yayınların taranmasında ise “kronotip”, “sabahçılık-akşamcılık”, “sirkadiyen ritim”, “günün saati”, “sportif performans”, “fiziksel performans”, “bilişsel performans”, “algısal-motor performans”, “reaksiyon zamanı”, “antrenman zamanı” ve “uyku-uyanıklık döngüsü” terimlerinden yararlanılmıştır. Anahtar kelimeler çalışmanın kapsamına uygun biçimde tek başına veya birbiriyle ilişkilendirilerek kullanılmış; ayrıca ulaşılan çalışmaların kaynakça listeleri incelenerek konu ile doğrudan ilişkili ek yayınlar değerlendirmeye alınmıştır.

Kaynakların belirlenmesinde kronotip veya sabahçılık-akşamcılık eğilimini değerlendiren, günün farklı zamanlarında fiziksel, bilişsel veya algısal-motor performans değişimlerini inceleyen ve sportif performansla ilişkili sonuçlar sunan özgün araştırmalara öncelik verilmiştir. Sporcu, fiziksel olarak aktif veya düzenli antrenman yapan bireylerle gerçekleştirilen çalışmalar ana değerlendirme kapsamında ele alınmıştır. Sporcu olmayan sağlıklı bireylerle yürütülen araştırmalardan ise yalnızca kronotip ile günün saati etkileşiminin bilişsel performans üzerindeki etkisini açıklamaya doğrudan katkı sağlayan çalışmalar destekleyici nitelikte yararlanılmıştır. Bulguların daha geniş bir çerçevede değerlendirilmesi ve özgün araştırmaların sonuçlarının karşılaştırılması amacıyla konuya ilişkin sistematik derleme ve meta-analizler de incelenmiştir. Kuramsal ve kavramsal kaynaklardan kronotip, sirkadiyen ritim ve biyolojik zamanlama ile ilgili temel çerçevenin oluşturulmasında yararlanılmış; ancak bu çalışmalar özgün performans araştırmalarıyla aynı düzeyde bulgu kaynağı olarak değerlendirilmemiştir. Kronotip veya günün saati ile doğrudan ilişkisi bulunmayan ve çalışmanın temel amacıyla bağlantılı performans çıktıları sunmayan yayınlar ana bulgu sentezine dahil edilmemiştir.

İncelenen çalışmalar; örneklem özellikleri, spor dalı, araştırma tasarımı, kullanılan kronotip değerlendirme yöntemi, test zamanı, performans ölçümleri ve temel bulgular açısından karşılaştırılmıştır. Aynı araştırmada birden fazla performans göstergesinin değerlendirilmesi durumunda çalışma aynı performans kategorisi içerisinde tekrar edilmemiş; hem fiziksel hem de bilişsel veya algısal-motor sonuçlar sunan araştırmalar ise ilgili sonuçları doğrultusunda her iki tabloda değerlendirilmiştir. Fiziksel performansa ilişkin çalışmalar bir tabloda, bilişsel ve algısal-motor performansa ilişkin çalışmalar ise ayrı bir tabloda sınıflandırılmıştır. Bulgular yorumlanırken kronotip ana etkisi, günün saatine bağlı genel performans değişimi ve kronotip $\times$ günün saati etkileşimi birbirinden ayrılarak değerlendirilmiştir. Çalışmalar arasındaki örneklem yapısı, spor branşı, test protokolü, test zamanları ve kronotip değerlendirme yöntemlerinden kaynaklanan farklılıklar dikkate alınmış; özellikle gözlemsel ve ilişkisel araştırmalardan elde edilen bulgularda nedensel çıkarımlardan kaçınılmıştır. Elde edilen bulgular, çalışmanın amacı ve oluşturulan tematik başlıklar doğrultusunda anlatsal olarak sentezlenmiştir.

3. BULGULAR

3.1. Kronotip ve Günün Saati Etkileşiminin Fiziksel Sportif Performansa Etkisi

Sportif performanstaki gün içi değişim, tek başına sabah-akşam karşılaştırmasıyla açıklanamayacak kadar çok boyutlu bir yapı göstermektedir; özellikle bireysel kronotip, alışılmış uyanış zamanı ve antrenman saati bu değişimin yönünü ve büyüklüğünü etkileyebilmektedir (Facer-Childs ve Brandstaetter, 2015b; Rae ve ark., 2015). Facer-Childs ve Brandstaetter (2015b), sporcularda günlük performans değişiminin bireyler arasında belirgin farklılık gösterebildiğini ve bazı katılımcılarda bu değişimin %26'ya kadar ulaşabildiğini bildirmiş; performans zirvesinin öngörülmesinde kronolojik saatten çok alışılmış uyanıştan itibaren geçen sürenin önemli olduğunu göstermiştir (Facer-Childs ve Brandstaetter, 2015b).

Kronotip ile performans zamanının uyumunu destekleyen bulgular farklı spor dallarında rapor edilmiştir (Roveda ve ark., 2020; Eken ve ark., 2024). Roveda ve arkadaşlarının (2020) adölesan futbolcular üzerinde gerçekleştirdiği çalışmada sabahçı, ara ve akşamcı kronotipler sabah ve akşam saatlerinde sıçrama, çeviklik ve altı dakika koşu testleriyle değerlendirilmiş; sabahçı sporcuların sabah, akşamcı sporcuların ise akşam oturumlarında daha yüksek performans gösterdiği, ara tiplerde ise anlamlı bir zaman farklılığı bulunmadığı bildirilmiştir (Roveda ve ark., 2020). Benzer biçimde Eken ve arkadaşları (2024), aktif judoculararda Special Judo Fitness Test sonuçlarının kronotip ve test zamanının etkileşiminden anlamlı biçimde etkilendiğini ve sabahçı ile akşamcı sporcuların gün içerisindeki performans örüntülerinin farklılaştığını göstermiştir (Eken ve ark., 2024).

Dayanıklılık ve yüzme çalışmalarından elde edilen sonuçlar da kronotipin özellikle biyolojik olarak uygun olmayan zamanlarda performans kaybıyla ilişkili olabileceğine işaret etmektedir (Rae ve ark., 2015; Anderson ve ark., 2018; Forster ve ark., 2026). Anderson ve arkadaşlarının (2018) üniversite düzeyindeki yüzücülerle gerçekleştirdiği çalışmada akşamcı sporcular sabah yapılan 200 m zaman denemelerinde akşam performanslarına göre yaklaşık %6 daha yavaş yüzmüş ve daha yüksek fizyolojik efor göstermiştir (Anderson ve ark., 2018). Rae ve arkadaşları (2015) ise yüzücüler tek bir grup olarak değerlendirildiğinde sabah ve akşam performansları arasında anlamlı fark saptamamış; ancak kronotip ve alışılmış antrenman zamanı dikkate alındığında sabahçı ve düzenli olarak sabah antrenmanı yapan yüzücülerin sabah denemelerinde daha hızlı olduğunu bildirmiştir (Rae ve ark., 2015). Bu bulgular, grup ortalamalarının kronotip ve antrenman alışkanlığına bağlı bireysel farklılıkları maskeleyebileceğini göstermektedir (Rae ve ark., 2015; Anderson ve ark., 2018).

Güncel dayanıklılık verileri de özellikle belirgin akşamcı kronotiplerde zamanlama etkisinin sürdüğünü göstermektedir (Forster ve ark., 2026). Forster ve arkadaşlarının (2026) rekabetçi erkek bisikletçi ve triatletlerle gerçekleştirdiği çalışmada, kesin sabahçı ve kesin akşamcı sporcular 06.00, 12.00, 18.00 ve 22.00 saatlerinde 20 km zaman denemelerine katılmış; tüm örnekleme akşam performansı sabaha göre yaklaşık %2,1 daha yüksek bulunurken, akşamcı sporcuların 18.00'de 06.00'ya kıyasla yaklaşık 40 saniye daha hızlı olduğu bildirilmiştir (Forster ve ark., 2026). Aynı çalışmada akşamcı sporcuların 06.00'daki mental hazır oluş düzeylerinin diğer test zamanlarına göre daha düşük olması, fiziksel performanstaki zaman etkisinin psikofizyolojik hazır oluşla birlikte değerlendirilmesi gerektiğini düşündürmektedir (Forster ve ark., 2026).

Bununla birlikte, mevcut kanıtlar kronotip ile günün saati arasındaki uyumun tüm fiziksel performans göstergelerinde zorunlu olarak ortaya çıkmadığını göstermektedir (Martin-López ve ark., 2025; Martín-López ve ark., 2026). Takım sporcularında nöromüsküler performansı değerlendiren güncel bir sistematik derleme ve meta-analizde, karşı hareketli sıçrama ve çeviklik performansının öğleden sonra veya akşam saatlerinde daha yüksek olduğu, buna karşılık squat sıçrama ve izometrik kuvvette anlamlı bir sabah-akşam farkı bulunmadığı bildirilmiştir (Martin-López ve ark., 2025). Bu sonuçlar, günün saati etkisinin performansın türüne bağlı olarak değiştiğini ve her nöromüsküler özelliğin aynı günlük örüntüyü göstermediğini ortaya koymaktadır (Martin-López ve ark., 2025).

Bu ayırım 2026 yılında yayımlanan erkek voleybolcular üzerindeki çalışmada daha açık biçimde görülmektedir (Martín-López ve ark., 2026). Kırk altı voleybolcunun sabah ve akşam uygulanan sıçrama, smaç, çeviklik, kavrama kuvveti ve denge testlerinde kronotip $\times$ günün saati etkileşimi anlamlı bulunmamış; buna karşılık bazı sıçrama, smaç ve kavrama ölçümlerinde akşam saatlerinde yaklaşık %1,8-3,0 arasında performans artışı saptanmıştır (Martín-López ve ark., 2026). Bu bulgu, bazı durumlarda gözlenen performans farklılığının bireysel kronotipten çok genel bir günün saati etkisini yansıtabileceğini göstermektedir (Martín-López ve ark., 2026).

Bu nedenle fiziksel sportif performansa ilişkin mevcut literatür üç ayrı örüntü altında değerlendirilmelidir: kronotipe uygun zamanda avantaj gösteren çalışmalar, kronotipten bağımsız bir günün saati etkisi bildiren çalışmalar ve anlamlı bir kronotip $\times$ günün saati etkileşimi göstermeyen çalışmalar (Facer-Childs ve Brandstaetter, 2015b; Martín-López ve ark., 2025; Martín-López ve ark., 2026). Bulguların birlikte değerlendirilmesi, kronotipin sportif performans açısından anlamlı bir bireysel özellik olduğunu, ancak etkinin spor branşı, performans görevinin niteliği, alışılmış antrenman zamanı ve uyanıştan itibaren geçen süre gibi değişkenlerden bağımsız yorumlanmaması gerektiğini göstermektedir (Rae ve ark., 2015; Facer-Childs ve Brandstaetter, 2015b; Forster ve ark., 2026).

Tablo 1. Kronotip ve günün saatinin fiziksel sportif performansla ilişkisini inceleyen çalışmaların özellikleri ve temel bulguları

Çalışma	Örneklem	Araştırma Tasarımı	Kronotip Değerlendirmesi	Test Zamanı	Performans Ölçümleri	Temel Bulgular
Brown ve ark., 2008	16 üniversite kürekçisi; 8 kadın, 8 erkek; 19,6 $\pm$ 1,5 yıl	Sabah-akşam tekrarlı ölçüm	MEQ	05.00-07.00 ve 16.30-18.00	2000 m kürek ergometresi, standing broad jump	Sabahçı sporcuların 2000 m kürek performansında erken saatlerde avantaj gösterdiği; sıçrama performansında ise kronotip ve günün saatine ilişkin tutarlı bir farklılık bulunmadığı bildirilmiştir.
Fernandes ve ark., 2014	9 erkek rekreasyone l bisikletçi	Sabah-akşam tekrarlı ölçüm	MEQ	08.00 ve 18.00	1000 m bisiklet zaman denemesi ve fizyolojik yanıtlar	Bisiklet performansı 18.00'de 08.00'e göre daha yüksek bulunmuştur. Örneklemde akşamcı kronotip bulunmaması nedeniyle sonuç esas olarak günün saati etkisini desteklemektedir.
Facer-Childs ve Brandstaetter, 2015b	20 antrenmanlı sporcu	Gün boyunca tekrarlı performans ölçümü	Sirkadiyen fenotip / kronotip değerlendirilmesi	07.00-22.00 arasında altı ölçüm zamanı	Fiziksel performans testleri	Performansın tepe zamanının kronotipe göre farklılaştığı ve birey içi günlük performans değişiminin bazı sporcularda %26'ya ulaşabildiği gösterilmiştir. Alışılmış uyanıştan itibaren geçen süre önemli

Henst ve ark., 2015	95 Güney Afrikalı ve 90 Hollandalı erkek koşucu; ayrıca kontrol grupları	Gözlemsel karşılaştırm a	Horne-Östberg MEQ	Gerçek yarış ve alışılmış antrenman zamanları	Maraton ve yarı maraton performansı	bir performans belirleyicisi olarak öne çıkmıştır. Güney Afrikalı koşucularda daha yüksek sabahçılık eğiliminin daha iyi yarı maraton ve güncel maraton performansı ile ilişkili olduğu bildirilmiştir.
Rae ve ark., 2015	26 yüzücü	Randomize sabah-akşam karşılaştırm ası	Kronotip değ erlen dirmesi; alışılmış antrenman n zamanı ayrıca incelenm iştir	06.30 ve 18.30	200 m yüzme zaman denemesi, RPE ve duygu durumu	Tüm örneklemde sabah-akşam farkı görülmemiş; ancak sabahçı sporcular ve düzenli olarak sabah antrenmanı yapan yüzücüler sabah testinde daha iyi performans göstermiştir.
Facer-Childs ve Brandstetter, 2015a	12 takım; toplam 216 sporcu	Takım kompozisyonuna dayalı modelleme	Sirkadiyen fenotip	Sabah, öğleden sonra akşam	Takım düzeyinde tahmini performans	Takım içindeki kronotip dağılımının takım performansının gün içindeki değişimini etkileyebileceği modellenmiştir. Çalışma bağımsız bir performans deneyi değil, bireysel verilerin takım düzeyinde modellenmesine dayanmaktadır.
López-Samanes ve ark., 2017	13 yüksek düzey erkek tenisçi	Randomize, karşı dengelenmiş sabah-öğleden sonra testi	Horne-Östberg, MEQ	09.00 ve 16.30	Servis performansı , CMJ, 10 m sprint, çeviklik ve el kavrama kuvveti	Servis hızı, sıçrama, sprint ve çeviklik performansı öğleden sonra daha yüksek bulunurken el kavrama kuvveti değişmemiştir. Bulgular güçlü bir günün saati etkisi göstermekte, ancak kronotip × zaman etkileşimini açık biçimde ortaya koymamaktadır.
Mulè ve ark., 2018	80 erkek futbolcu taranmış; deneysel örneklem 39 sporcu,	Sabah-akşam karşılaştırm alı	MEQ	09.00 ve 18.00	Sargent jump, Illinois çeviklik, 6 dk koşu	Sabahçı sporcuların sabah, akşamcı sporcuların ise akşam oturumlarında daha yüksek performans gösterdiği bildirilmiştir. Yayının supplement/özet

	kronotip grupları n=13'er						formatında olması nedeniyle sonuçlar ihtiyatlı değerlendirilmelidir.
Anderso n ve ark., 2018	27 NCAA Division I yüzücüsü; 19 kadın, 8 erkek; 18-22 yıl	Randomize tekrarlı ölçüm	Horne-Östberg MEQ, MCTQ	07.00 ve 19.00	200 m serbest yüzme ve fizyolojik efor göstergeleri		Akşamcı yüzücüler sabah oturumunda kendi akşam performanslarına göre yaklaşık %6 daha yavaş yüzmüş ve daha yüksek fizyolojik efor göstermiştir. Sabahçı sporcularda ise geç saatlerde benzer performansı sürdürmenin daha fazla fizyolojik yük gerektirebildiği bildirilmiştir.
Roveda ve ark., 2020	141 adölesan futbolcu taranmış; deneysel örneklem 75 erkek, sabahçı/ara/akşamcı n=25'er	Sabah-akşam tekrarlı ölçüm	MEQ	09.00 ve 18.00	Sargent jump, Illinois çeviklik ve 6 dk koşu		Sabahçı sporcular üç testte de sabah, akşamcı sporcular ise akşam daha yüksek performans göstermiştir. Ara tiplerde anlamlı sabah-akşam farklılığı saptanmamıştır.
Martín-López ve ark., 2022	15 yarı profesyonel kadın voleybolcu	Randomize, karşı dengelenmiş tekrarlı ölçüm	MEQ	Sabah akşam	ve Sıçrama, smaç, çeviklik, esneklik, kavrama kuvveti ve dinamik denge		Bazı nöromusküler ve spora özgü performans göstergeleri akşam daha yüksek bulunmuş, ancak bu değişimlerin kronotiple anlamlı ilişkisi gösterilmemiştir.
Eken ve ark., 2024	24 aktif erkek judocu; sabahçı n=12, akşamcı n=12	Üç zamanlı tekrarlı ölçüm	MEQ	09.00, 13.00 ve 17.00	Special Judo Fitness Test ve vücut sıcaklığı		Toplam atış sayısı ve SJFT indeksinde kronotip × test zamanı etkileşimleri bildirilmiştir; sabahçı ve akşamcı judocuların performans eğrileri gün içerisinde farklılaşmıştır.
Köse, Ulaş ve ark., 2025	20 antrenmanlı erkek; ara tip ve akşamcı tipe	Üç zamanlı tekrarlı ölçüm	MEQ	Sabah, öğleden sonra akşam	ve Dikey sıçrama, 6 × 20 m tekrarlı sprint ve kan laktatı		Güç, sıçrama ve sprint performansının öğleden sonra ve akşam sabaha göre daha yüksek olduğu; bazı toparlanma ve laktat yanıtlarının ise kronotipe

Forster ve ark., 2026	yakın gruplar 76 rekabetçi erkek bisikletçi/tri atlet taranmış; kesin sabahçı n=10 ve kesin akşamcı n=7 deneysel analize alınmıştır	Randomize, MEQ dört zamanlı çapraz tasarım	06.00, 12.00, 18.00 ve 22.00	20 km bisiklet zaman denemesi ve mental hazır oluş	göre farklılaşabildiği bildirilmiştir. Genel performans akşam sabaha göre yaklaşık %2,1 daha yüksek bulunmuştur. Akşamcı sporcular 18.00'de 06.00'ya göre yaklaşık 40 saniye daha hızlı performans göstermiş ve 06.00'da daha düşük mental hazır oluş bildirmiştir.
Martín-López ve ark., 2026	46 erkek voleybolcu; sabahçı n=12, ara tip n=15, akşamcı n=19; 26,8 ± 7,9 yıl	Randomize MEQ çapraz tasarım	08.00-10.00 ve 18.00-20.00	Squat jump, CMJ, spike jump, smaç, çeviklik, kavrama ve denge	Kronotip × günün saati etkileşimi anlamlı bulunmamıştır. Buna karşılık bazı sıçrama, smaç ve kavrama ölçümlerinde akşam performansı yaklaşık %1,8-3,0 daha yüksek bulunmuştur.
Op, Arora ve Khan, 2026	54 üniversite sporcusu; sabahçı n=27, akşamcı n=27	Sabah-geç öğleden sonra karşılaştırmalı	MEQ 07.00-10.00 ve 15.00-18.00	Denge, alt ekstremite gücü, el-göz koordinasyonu ve öz-yeterlik	Sabahçı sporcular sabah, akşamcı sporcular geç saatlerde denge ve alt ekstremite gücünde daha iyi performans göstermiştir. El-göz koordinasyonu ve öz-yeterlikte anlamlı kronotip veya zaman farklılığı saptanmamıştır.

MEQ: Morningness-Eveningness Questionnaire; **MCTQ:** Munich ChronoType Questionnaire; **CMJ:** Countermovement Jump; **SJFT:** Special Judo Fitness Test; **RPE:** Rating of Perceived Exertion.

3.2. Kronotip ve Günün Saati Etkileşiminin Bilişsel ve Algısal-Motor Performansa Etkisi

Sportif performans; fiziksel kapasitenin yanı sıra dikkat, uyanıklık, reaksiyon zamanı, anticipasyon ve yürütücü işlev gibi bilişsel ve algısal-motor süreçlerin birlikte kullanılmasını gerektirmektedir. Kronotip ve günün saatinin bu süreçler üzerindeki etkisinin ise bilişsel görevin niteliğine bağlı olarak değişebildiği ve tüm bilişsel alanlarda ortak bir günlük performans örüntüsünün bulunmadığı bildirilmektedir (Matchock ve Mordkoff, 2009; Facer-Childs ve ark., 2018).

Kronotip ile test zamanının bilişsel performans üzerindeki etkileşimine ilişkin temel kanıtlardan biri Facer-Childs ve arkadaşlarının (2018) çalışmasından elde edilmiştir. Erken ve geç kronotipe sahip 56 sağlıklı bireyin 08.00, 14.00 ve 20.00 saatlerinde değerlendirildiği çalışmada psikomotor uyanıklık ve yürütücü işlev açısından farklı

günlük performans profilleri gözlenmiş; özellikle geç kronotiplerin sabah saatlerindeki performansının erken kronotiplere kıyasla daha düşük olduğu bildirilmiştir. Bu sonuçlar, bilişsel performansın yalnızca günün saatinden değil, test zamanının bireyin sirkadiyen özellikleriyle olan uyumundan da etkilenebileceğini göstermektedir (Facer-Childs ve ark., 2018).

Sporcu örneklemelerinde elde edilen bulgular, özellikle zamansal hassasiyeti yüksek algısal-motor görevlerde daha belirgin bir senkronizasyon etkisine işaret etmektedir. Ceylan ve Günay'ın (2020) 46 erkek takım sporcusu üzerinde gerçekleştirdiği çalışmada, anticipasyon zamanlamasındaki mutlak hata sabahçı sporcularda sabah oturumunda, akşamcı veya akşamcı tipe yakın sporcularda ise akşam oturumunda daha düşük bulunmuştur. Sabah oturumunda sabahçı grup, akşam oturumunda ise akşamcı grup lehine gözlenen performans farklılıkları, kronotip ile test zamanı arasındaki uyumun spora özgü algısal performans açısından önem taşıyabileceğini göstermektedir (Ceylan ve Günay, 2020).

Bu örüntü, Kurak ve arkadaşlarının (2025) aktif boksörlerde görsel reaksiyon zamanını incelediği güncel çalışmada da gözlenmiştir. Sabahçı ve akşamcı 24 boksörün 09.00, 13.00 ve 17.00 saatlerinde değerlendirildiği araştırmada kronotip $\times$ günün saati etkileşimi anlamlı bulunmuş; sabahçı sporcular sabah saatlerinde, akşamcı sporcular ise akşam saatlerinde daha iyi reaksiyon zamanı performansı göstermiştir. Gruplar arasındaki farklılığın öğle saatlerinde azalması, kronotipe bağlı bilişsel dezavantajın günün belirli dönemlerinde daha sınırlı olabileceğini de düşündürmektedir (Kurak ve ark., 2025).

Bununla birlikte kronotip ve günün saati etkileşiminin bütün bilişsel veya algısal-motor görevlerde ortaya çıktığını söylemek mümkün değildir. Köse, Karayigit ve Sertkaya'nın (2025) antrenmanlı erkeklerde kafeinli ve kafeinsiz kahvenin sabah ve akşam uygulamalarını karşılaştırdığı çalışmada, kafein bazı kuvvet ve Wingate performans göstergelerini artırmasına rağmen Flanker göreviyle değerlendirilen bilişsel performansta anlamlı farklılık saptanmamıştır. Benzer şekilde Op, Arora ve Khan'ın (2026) 54 üniversite sporcusuyla gerçekleştirdiği çalışmada kronotipe uygun zamanlarda denge ve alt ekstremite gücünde avantaj görülmesine karşın el-göz koordinasyonu kronotip veya günün saatine göre anlamlı biçimde değişmemiştir (Köse ve ark., 2025; Op ve ark., 2026).

Mevcut bulgular birlikte değerlendirildiğinde, kronotip ile günün saati arasındaki senkronizasyonun özellikle reaksiyon zamanı, anticipasyon ve psikomotor uyanıklık gibi zaman baskısının yüksek olduğu görevlerde belirginleşebildiği; buna karşılık el-göz koordinasyonu veya bazı inhibisyon temelli görevlerde aynı etkinin tutarlı biçimde ortaya çıkmadığı görülmektedir (Ceylan ve Günay, 2020; Kurak ve ark., 2025; Köse ve ark., 2025; Op ve ark., 2026). Bu nedenle bilişsel ve algısal-motor performans üzerindeki sirkadiyen etkiler değerlendirilirken “bilişsel performans”ın tek bir değişken olarak ele alınması yerine, görevin özgül bilişsel taleplerinin ve spora özgü yapısının dikkate alınması daha uygun görünmektedir (Matchock ve Mordkoff, 2009; Facer-Childs ve ark., 2018).

Tablo 2. Kronotip ve günün saatinin bilişsel ve algısal-motor performansla ilişkisini inceleyen çalışmaların özellikleri ve temel bulguları

Çalışma	Örneklem	Araştırma Tasarımı	Kronotip Değerlendirmesi	Test Zamanı	Performans Ölçümleri	Temel Bulgular
Matchock ve Mordkoff, 2009	80 sağlıklı ve katılımcı	Aynı gün içinde dört zamanlı değerlendirme	Sabahçılık-akşamcılık anketi	08.00, 12.00, 16.00, 20.00	Attention Network Test ve öznel uyanıklık	Dikkatin farklı bileşenleri aynı günlük örüntüyü göstermemiştir. Uyarılma sistemi ve öznel uyanıklıkta kronotip $\times$ zaman etkileşimleri

Facer-Childs ve ark., 2018	56 sağlıklı birey; erken kronotip n=25, geç kronotip n=31	Gün içerisinde tekrarlı ölçüm	MCTQ, aktigrafi ve sirkadiyen faz göstergeleri	08.00, 14.00, 20.00	Psikomotor uyanıklık ve yürütücü işlev	bildirilirken yönelim sisteminde benzer bir etki görülmemiştir. Kronotip grupları arasında günlük performans profilleri farklılaşmış; geç kronotiplerin özellikle 08.00'de psikomotor uyanıklık ve yürütücü işlev açısından daha düşük performans gösterdiği bildirilmiştir.
Ceylan ve Günay, 2020	46 erkek takım sporcusu; MT n=23, ET/akşamcı tipe yakın n=23	Karşı dengelenmiş tekrarlı ölçüm	Kronotip sınıflaması	08.00-10.00 ve 20.00-22.00	12 mph uyarıcı hızında anticipasyon zamanlaması	Sabahçı sporcuların mutlak hata değerleri sabah, akşamcı grubun ise akşam oturumunda daha düşük bulunmuştur. Gruplar arası karşılaştırmalarda da sabah MT, akşam ET lehine performans farklılığı saptanmıştır.
Köse, Karayiğit ve ark., 2025	17 antrenmanlı erkek sporcu	Kafeinli kahve ve plasebo içeren deneysel tasarım	Sabahçı ve akşamcı kronotip grupları	08.00-10.00 ve 16.00-18.00	Flanker görevi	Kafein fiziksel performansın bazı bileşenlerini geliştirmiş; ancak Flanker göreviyle değerlendirilen bilişsel performansta anlamlı farklılık bildirilmemiştir.
Kurak ve ark., 2025	24 aktif boksör; MT n=12, ET n=12	Üç zamanlı karşılaştırma	MEQ	09.00, 13.00, 17.00	Görsel reaksiyon zamanı	Kronotip × test zamanı etkileşimi anlamlı bulunmuştur. Sabahçı boksörler sabah, akşamcı boksörler akşam daha iyi reaksiyon zamanı performansı göstermiş; öğle saatlerinde iki grup arasındaki fark azalmıştır.
Op, Arora ve Khan, 2026	54 üniversite sporcusu; MT n=27, ET n=27	Gözlemsel sabah-geç öğleden sonra karşılaştırması	Kronotip sınıflaması	07.00-10.00 ve 15.00-18.00	El-göz koordinasyonu ve öz-yeterlik	El-göz koordinasyonu ve öz-yeterlik kronotip veya günün saatine göre anlamlı biçimde değişmemiştir; aynı çalışmada denge ve alt ekstremitelerde ise kronotipe uygun saatlerde avantaj bildirilmiştir.

MT: sabahçı kronotip; **ET:** akşamcı kronotip; **MEQ:** Morningness-Eveningness Questionnaire; **MCTQ:** Munich ChronoType Questionnaire;

3.3. Kronotip ve Sportif Performans İlişisini Etkileyen Faktörler

Kronotip ile sportif performans arasındaki ilişkinin yalnızca kronolojik saate göre değerlendirilmesi, bireysel sirkadiyen farklılıkların gözden kaçmasına neden olabilmektedir (Facer-Childs ve Brandstaetter, 2015b; Vitale ve Weydahl, 2017). Özellikle alışılmış uyanıştan itibaren geçen süre, performansın gün içindeki değişimini açıklayan önemli değişkenlerden biri olarak öne çıkmaktadır (Facer-Childs ve Brandstaetter, 2015b). Facer-Childs ve Brandstaetter (2015b), sporcularda performansın tepe zamanının kronotipe göre farklılaştığını ve bireysel performans değişiminin gün içerisinde %26'ya kadar ulaşabildiğini bildirirken, tepe performans zamanının öngörülmesinde günün saatinden çok alışılmış uyanıştan itibaren geçen sürenin belirleyici olduğunu göstermiştir (Facer-Childs ve Brandstaetter, 2015b). Bu bulgu, aynı kronolojik saatin farklı kronotiplere sahip sporcular açısından aynı biyolojik zamanlamayı temsil etmeyebileceğine işaret etmektedir (Facer-Childs ve Brandstaetter, 2015b; Vitale ve Weydahl, 2017).

Alışılmış antrenman zamanı da kronotip ile performans arasındaki ilişkinin değerlendirilmesinde dikkate alınması gereken bir diğer değişkendir (Rae ve ark., 2015). Rae ve arkadaşlarının (2015) antrenmanlı yüzücülerde gerçekleştirdiği çalışmada, tüm örneklem birlikte değerlendirildiğinde sabah ve akşam 200 m yüzme performansları arasında belirgin bir farklılık görülmezken, kronotip ve alışılmış antrenman zamanı dikkate alındığında performans örüntüsünün farklılaştığı bildirilmiştir (Rae ve ark., 2015). Sabahçı kronotipe sahip ve düzenli olarak sabah saatlerinde antrenman yapan yüzücülerin sabah performansındaki avantajı, günlük performans değişiminin yalnızca kronotiple değil, sporcunun uzun süreli antrenman zamanlamasıyla da ilişkili olabileceğini göstermektedir (Rae ve ark., 2015). Bu nedenle kronotip ile alışılmış antrenman saatinin birbirinden bağımsız değişkenler olarak ele alınması ve mümkün olduğunda araştırma tasarımında birlikte kontrol edilmesi önem taşımaktadır (Rae ve ark., 2015; Vitale ve Weydahl, 2017).

Kronotip ile performans arasındaki ilişkinin yorumlanmasında uyku-uyanıklık zamanlaması ve psikofizyolojik durum da önem taşımaktadır (Vitale ve Weydahl, 2017). Kronotip, uyku ve uyanma zamanlarıyla yakından ilişkili olduğundan, özellikle geç kronotipe sahip sporcuların erken saatlerde gerçekleştirilen antrenman veya performans değerlendirmelerinde alışılmış sirkadiyen zamanlamalarından farklı koşullara maruz kalabilecekleri bildirilmektedir (Vitale ve Weydahl, 2017). Bu nedenle günün erken saatlerinde ortaya çıkan performans düşüşünün doğrudan kronotip etkisinden mi, uyanıştan itibaren geçen kısa süreden mi yoksa uyku-uyanıklık düzenindeki değişikliklerden mi kaynaklandığının her zaman kolay biçimde ayrıştırılamayacağı belirtilmektedir (Facer-Childs ve Brandstaetter, 2015b; Vitale ve Weydahl, 2017).

Sportif performansı akut olarak değiştirebilen ergogenik müdahaleler de kronotip ve günün saati etkilerinin değerlendirilmesinde potansiyel bir karıştırıcı veya düzenleyici faktör oluşturabilmektedir (Köse ve ark., 2025). Köse, Karayigit ve Sertkaya'nın (2025) antrenmanlı erkeklerde gerçekleştirdiği çalışmada kafeinli kahve tüketiminin el kavrama kuvveti, sırt kuvveti ve Wingate performansının bazı göstergelerini artırdığı, bu ergogenik yanıtların kronotip ve günün saati bağlamında değerlendirildiği bildirilmiştir (Köse ve ark., 2025). Aynı araştırmada bilişsel performans için kullanılan Flanker görevinde fiziksel performans ölçümlerine benzer bir iyileşmenin ortaya çıkmaması, dışsal müdahalelerin farklı performans alanlarını aynı ölçüde etkilemeyebileceğini göstermektedir (Köse ve ark., 2025). Bu nedenle kafein tüketimi gibi performansı akut olarak değiştirebilecek uygulamaların kronotip çalışmalarında standartlaştırılması veya ayrıntılı biçimde raporlanması bulguların yorumlanabilirliği açısından önemlidir (Köse ve ark., 2025).

Bunun yanında, kronotip-performans ilişkisinin performans görevinin özelliklerinden bağımsız olmadığı mevcut literatürün önemli ortak noktalarından biridir (Vitale ve Weydahl, 2017). Kronotip ile günün saati arasındaki uyum bazı dayanıklılık, sprint, sıçrama ve spora özgü performans görevlerinde belirginleşirken, aynı çalışmalarda

değerlendirilen diğer performans göstergelerinde benzer bir etki her zaman ortaya çıkmamaktadır (Vitale ve Weydahl, 2017). Bu heterojenlik, kronotipin sportif performans üzerindeki etkisinin tek bir genel performans değişkeni üzerinden değerlendirilmesi yerine, dayanıklılık, nöromüsküler performans, spora özgü beceri ve bilişsel-algisal performans gibi farklı görev talepleri bağlamında incelenmesi gerektiğini desteklemektedir (Vitale ve Weydahl, 2017).

Kronotip ile sportif performans arasındaki ilişki uyanıştan itibaren geçen süre, alışılmış antrenman zamanı, uyku-uyanıklık zamanlaması, performans görevinin niteliği ve dışsal ergogenik müdahaleler gibi faktörlerden bağımsız değerlendirilmemelidir (Facer-Childs ve Brandstaetter, 2015b; Rae ve ark., 2015; Vitale ve Weydahl, 2017; Köse ve ark., 2025). Bu değişkenlerin çalışmalar arasında farklı biçimlerde kontrol edilmesi, örneklemelerin ve performans protokollerinin heterojenliğiyle birlikte, kronotip $\times$ günün saati etkileşimine ilişkin sonuçların neden tüm araştırmalarda aynı yönde ortaya çıkmadığını açıklayabilecek önemli nedenlerden biri olarak değerlendirilebilir (Vitale ve Weydahl, 2017).

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

4.1. Tartışma

Bu derlemede değerlendirilen çalışmalar, kronotip ile günün saati arasındaki ilişkinin sportif performans açısından önem taşıyabileceğini, ancak bu ilişkinin tüm spor branşlarında ve performans bileşenlerinde aynı biçimde ortaya çıkmadığını göstermektedir (Vitale ve Weydahl, 2017; Martín-López ve ark., 2025). Özellikle belirgin sabahçı ve akşamcı kronotiplere sahip sporcularda, performansın bireysel zamanlama özellikleriyle uyumlu saatlerde yükseldiğini bildiren çalışmalar bulunmakla birlikte, bazı araştırmalarda yalnızca genel bir günün saati etkisi gözlenmiş, bazılarında ise kronotip $\times$ günün saati etkileşimi desteklenmemiştir (Roveda ve ark., 2020; Eken ve ark., 2024; Martín-López ve ark., 2026). Bu heterojen yapı, kronotipin sportif performansı tek başına belirleyen bir özellikten çok, performansın gerçekleştirildiği zaman ve performans görevinin özellikleriyle birlikte değerlendirilmesi gereken bireysel bir zamanlama özelliği olduğunu düşündürmektedir (Vitale ve Weydahl, 2017). Kronotip ile performans zamanının uyumunu destekleyen önemli bulgular, aynı bireylerin günün farklı zamanlarında değerlendirildiği tekrarlı ölçüm çalışmalarından elde edilmiştir. Facer-Childs ve Brandstaetter (2015b), sporcularda gün içi performans değişiminin bazı bireylerde %26'ya ulaşabildiğini ve tepe performans zamanının kronolojik saatten çok alışılmış uyanıştan itibaren geçen süreyle ilişkili olduğunu göstermiştir. Adölesan futbolcularda ve aktif judoculara elde edilen bulgular da sabahçı ve akşamcı sporcuların gün içerisindeki performans örüntülerinin farklılaşabileceğini desteklemektedir (Roveda ve ark., 2020; Eken ve ark., 2024). Bu sonuçlar, sabah ve akşam gibi yalnızca kronolojik saate dayalı sınıflandırmaların bireysel sirkadiyen farklılıkları açıklamada her zaman yeterli olmayabileceğini göstermektedir.

Bununla birlikte, günün ilerleyen saatlerinde gözlenen performans artışının doğrudan kronotip etkisi olarak yorumlanmaması gerekmektedir. Takım sporcularında nöromüsküler performans değerlendiren güncel meta-analizde karşı hareketli sıçrama ve çeviklik performansının öğleden sonra veya akşam saatlerinde daha yüksek olduğu, buna karşılık squat sıçrama ve izometrik kuvvette anlamlı bir sabah-akşam farklılığı bulunmadığı bildirilmiştir (Martín-López ve ark., 2025). Benzer şekilde erkek voleybolcularda bazı nöromüsküler performans göstergelerinin akşam saatlerinde daha yüksek olmasına karşın kronotip $\times$ günün saati etkileşiminin anlamlı bulunmaması, genel günün saati etkisi ile kronotipe bağlı senkronizasyon etkisinin birbirinden ayrılması gerektiğini desteklemektedir (Martín-López ve ark., 2026). Dolayısıyla yalnızca akşam saatlerinde daha yüksek performans gözlenmesi, akşamcı kronotipe özgü bir avantajın varlığını göstermek için yeterli değildir.

Alışılmış antrenman zamanı da kronotip ile sportif performans arasındaki ilişkinin yorumlanmasında önemli bir değişkendir. Yüzücülerde tüm örneklem birlikte değerlendirildiğinde sabah ve akşam performansı arasında anlamlı bir farklılık bulunmamasına rağmen, sabahçı sporcuların ve düzenli olarak sabah antrenmanı yapan bireylerin sabah zaman denemesinde daha yüksek performans göstermesi, kronotip ile alışılmış antrenman

zamanlamasının etkilerinin birbirinden tamamen bağımsız olmayabileceğini göstermektedir (Rae ve ark., 2015). Aynı çalışmada performans değişimlerine algılanan efor, canlılık ve yorgunluk düzeylerindeki farklılıkların eşlik etmesi, gün içi performans örüntüsünün yalnızca fiziksel kapasite üzerinden açıklanamayabileceğine işaret etmektedir. Bu nedenle kronotip araştırmalarında alışılmış antrenman zamanı, uyanış zamanı ve test öncesindeki psikofizyolojik durumun birlikte değerlendirilmesi önem taşımaktadır (Facer-Childs ve Brandstaetter, 2015b; Rae ve ark., 2015). Dayanıklılık performansına ilişkin güncel çalışmalar da bireysel zamanlama farklılıklarının özellikle uç kronotiplere sahip sporcularda daha belirgin olabileceğini göstermektedir. Forster ve arkadaşlarının (2026) pilot çalışmasında kesin akşamcı bisikletçi ve triatletlerin akşam saatlerinde sabah erken saatlere kıyasla daha yüksek performans göstermeleri ve erken sabah oturumunda daha düşük zihinsel hazır oluş bildirmeleri, fiziksel performans ile psikofizyolojik hazır oluşun gün içerisinde birlikte değişebileceğine işaret etmektedir. Bununla birlikte bu tür çalışmaların küçük ve çoğunlukla belirgin kronotiplere sahip örneklerle yürütülmesi, sonuçların daha geniş sporcu gruplarına genellenmesini sınırlandırmaktadır (Vitale ve Weydahl, 2017; Forster ve ark., 2026). Bilişsel ve algısal-motor performans açısından elde edilen bulgular da fiziksel performanstaki heterojenliğe benzer bir yapı sergilemektedir. Güncel sistematik derleme bulguları, kronotipin bilişsel performans üzerinde tek başına tutarlı bir ana etki oluşturmadığını; buna karşılık bireyin kronotipi ile test zamanının uyumlu olduğu koşullarda bazı bilişsel görevlerde senkronizasyon etkisinin ortaya çıkabildiğini göstermektedir (Chauhan ve ark., 2025). Sporcu örneklerinde reaksiyon zamanı ve öngörüşel zamanlama gibi zamansal hassasiyeti yüksek görevlerde kronotip $\times$ günün saati etkileşiminin bildirilmesi, bu etkinin özellikle hızlı algılama ve yanıt üretimini gerektiren görevlerde daha belirgin olabileceğini düşündürmektedir (Ceylan ve Günay, 2020; Kurak ve ark., 2025). Buna karşılık el-göz koordinasyonu veya bazı inhibisyon temelli görevlerde benzer bir etkinin gözlenmemesi, bilişsel performansın tek ve homojen bir yapı olarak değerlendirilmemesi gerektiğini göstermektedir.

Çalışmalar arasındaki farklı sonuçların önemli bir bölümü yöntemsel heterojenlikle ilişkili olabilir. Kronotipin farklı değerlendirme araçlarıyla belirlenmesi, bazı araştırmalarda yalnızca belirgin sabahçı ve akşamcı bireylerin çalışmaya dahil edilmesi, ara kronotiplerin dışlanması, test zamanlarının ve performans protokollerinin standart olmaması ve alışılmış antrenman zamanının her araştırmada kontrol edilmemesi doğrudan karşılaştırmayı güçleştirmektedir (Vitale ve Weydahl, 2017; Köse ve ark., 2024). Buna ek olarak, bazı güncel çalışmaların sınırlı örneklem büyüklüklerine sahip olması ve farklı spor dallarında farklı performans göstergelerinin kullanılması, bulguların genellenebilirliğini sınırlandırmaktadır. Bu nedenle yalnızca sabah-akşam performans farklılıklarının raporlanması yerine kronotip ana etkisi, günün saati ana etkisi ve kronotip $\times$ günün saati etkileşiminin ayrı biçimde analiz edilmesi; etki büyüklüklerinin ve zamanlamaya ilişkin bireysel değişkenlerin birlikte raporlanması daha açıklayıcı sonuçlar sağlayabilir.

Genel olarak değerlendirildiğinde mevcut kanıtlar, sportif performans açısından tüm sporcular için geçerli tek ve evrensel bir “optimal saat” yaklaşımından çok, bireysel performans zamanlamasının dikkate alınmasını desteklemektedir. Bununla birlikte kronotip bilgisi tek başına bir sporcunun en uygun performans saatini belirlemek için yeterli değildir. Performans görevinin niteliği, alışılmış antrenman zamanı, uyanıştan itibaren geçen süre, uyku-uyanıklık düzeni ve psikofizyolojik hazır oluş gibi değişkenler kronotiple birlikte ele alındığında sportif performanstaki gün içi değişimin daha kapsamlı biçimde açıklanması mümkün olabilir.

4.2. Sonuç

Bu derlemede incelenen bulgular, kronotip ile günün saatinin sportif performans açısından birlikte değerlendirilmesinin önemli olduğunu göstermektedir. Bireysel sirkadiyen zamanlama ile performansın gerçekleştirildiği zaman arasındaki uyum bazı sporcularda fiziksel, bilişsel ve algısal-motor performans açısından avantaj sağlayabilmekle birlikte, bu ilişkinin tüm spor branşlarında, kronotip gruplarında ve performans bileşenlerinde aynı biçimde ortaya çıkmadığı görülmektedir. Bu nedenle sportif performanstaki günlük değişimin yalnızca sabah ve akşam saatleri arasındaki kronolojik farklılıklar üzerinden açıklanması yeterli değildir.

Kronotip ana etkisi, günün saati ana etkisi ve kronotip $\times$ günün saati etkileşiminin birbirinden ayrılması, sportif performanstaki zamanlama etkilerinin daha doğru yorumlanmasına olanak sağlayabilir. Özellikle uyanıştan itibaren geçen süre, alışılmış antrenman zamanı, uyku-uyanıklık düzeni, psikofizyolojik hazır oluş ve performans görevinin özellikleri bireysel performans zamanlamasının açıklanmasında kronotiple birlikte değerlendirilmesi gereken değişkenlerdir. Fiziksel performansta olduğu gibi bilişsel ve algısal-motor performansta da zamanlama etkisinin göreve özgü olduğu ve tek bir genel performans örüntüsünün bütün sporculara genellenemeyeceği anlaşılmaktadır. Kronotip, sportif performansın gün içerisindeki değişimini anlamaya katkı sağlayan önemli bir bireysel özellik olmakla birlikte, tek başına kesin bir optimal performans zamanı belirlemek için yeterli değildir. Kronotipin bireysel biyolojik zamanlama, antrenman alışkanlıkları ve performans görevinin talepleriyle birlikte değerlendirilmesi, antrenman ve performans değerlendirmelerinin daha bireyselleştirilmiş ve bilimsel temelli biçimde planlanmasına katkı sağlayabilir.

4.3. Öneriler

Gelecekte gerçekleştirilecek araştırmalarda daha büyük ve farklı kronotip gruplarını temsil eden örneklemelerin kullanılması, bulguların genellenebilirliğini artırabilir. Sabahçı ve akşamcı bireylerin yanı sıra ara kronotipe sahip sporcuların da araştırmalara dahil edilmesi ve kadın ile erkek sporcuların daha dengeli biçimde temsil edilmesi önem taşımaktadır. Kronotip değerlendirmesinde geçerli ve güvenilir araçların kullanılması, kullanılan ölçüm yönteminin açık biçimde raporlanması ve mümkün olduğunda uyku-uyanıklık zamanlamasına ilişkin nesnel veya davranışsal göstergelerle desteklenmesi çalışmalar arasındaki karşılaştırılabilirliği geliştirebilir. Araştırma tasarımlarında yalnızca iki kronolojik zaman noktasının karşılaştırılması yerine günün farklı dönemlerini kapsayan çoklu test zamanlarının kullanılması önerilmektedir. Test öncesindeki uyku süresi ve kalitesi, alışılmış uyanış zamanı, uyanıştan itibaren geçen süre, alışılmış antrenman zamanı, beslenme ve uyarıcı madde kullanımı gibi performans etkileyebilecek değişkenlerin standartlaştırılması veya ayrıntılı biçimde raporlanması sonuçların yorumlanabilirliğini artırabilir. Ayrıca kronotip ana etkisi, günün saati ana etkisi ve kronotip $\times$ günün saati etkileşiminin ayrı biçimde test edilmesi ve yalnızca istatistiksel anlamlılığın değil, etki büyüklüklerinin de raporlanması önerilmektedir.

Sportif uygulamalar açısından kronotip bilgisi, antrenman ve performans değerlendirmelerinin planlanmasında yardımcı bir bireysel özellik olarak kullanılabilir; ancak tek başına kesin bir antrenman veya yarışma saati belirleme aracı olarak değerlendirilmemelidir. Sporcuların alışılmış antrenman saatleri, uyku-uyanıklık düzenleri, görev özellikleri ve bireysel performans yanıtları birlikte dikkate alınmalıdır. Özellikle önemli performans testleri veya yarışma öncesi değerlendirmelerde sporcuların farklı zaman dilimlerindeki bireysel performans profillerinin izlenmesi, uygulamada daha gerçekçi ve kişiselleştirilmiş zamanlama kararlarının alınmasına katkı sağlayabilir.

KAYNAKLAR

- Adan, A., Archer, S. N., Hidalgo, M. P., Di Milia, L., Natale, V., ve Randler, C. (2012). Circadian typology: A comprehensive review. *Chronobiology International*, 29(9), 1153-1175. <https://doi.org/10.3109/07420528.2012.719971>
- Anderson, A., Murray, G., Herlihy, M., Weiss, C., King, J., Hutchinson, E., Albert, N., ve Ingram, K. K. (2018). Circadian effects on performance and effort in collegiate swimmers. *Journal of Circadian Rhythms*, 16(1), Article 8. <https://doi.org/10.5334/jcr.165>
- Brown, F. M., Neft, E. E., ve LaJambe, C. M. (2008). Collegiate rowing crew performance varies by morningness-eveningness. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(6), 1894-1900. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318187534c>

- Ceylan, H. İ., ve Günay, A. R. (2020). The effects of time of day and chronotype on anticipation timing performance in team sports athletes. *International Journal of Applied Exercise Physiology*, 9(7), 19-29. <https://doi.org/10.26655/IJAEP.2020.7.1>
- Chauhan, S., Vanova, M., Tailor, U., Asad, M., Faßbender, K., Norbury, R., Ettinger, U., ve Kumari, V. (2025). Chronotype and synchrony effects in human cognitive performance: A systematic review. *Chronobiology International*, 42(4), 463-499. <https://doi.org/10.1080/07420528.2025.2490495>
- Eken, Ö., Ceylan, H. İ., Kurtoglu, A., ve Šimenko, J. (2024). The effect of time of day on Special Judo Fitness Test in active judokas: Evaluation in terms of chronotype. *Chronobiology International*, 41(1), 61-71. <https://doi.org/10.1080/07420528.2023.2276196>
- Facer-Childs, E., ve Brandstaetter, R. (2015a). Circadian phenotype composition is a major predictor of diurnal physical performance in teams. *Frontiers in Neurology*, 6, Article 208. <https://doi.org/10.3389/fneur.2015.00208>
- Facer-Childs, E., ve Brandstaetter, R. (2015b). The impact of circadian phenotype and time since awakening on diurnal performance in athletes. *Current Biology*, 25(4), 518-522. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2014.12.036>
- Facer-Childs, E. R., Boiling, S., ve Balanos, G. M. (2018). The effects of time of day and chronotype on cognitive and physical performance in healthy volunteers. *Sports Medicine - Open*, 4, Article 47. <https://doi.org/10.1186/s40798-018-0162-z>
- Fernandes, A. L., Lopes-Silva, J. P., Bertuzzi, R., Casarini, D. E., Arita, D. Y., Bishop, D. J., ve Lima-Silva, A. E. (2014). Effect of time of day on performance, hormonal and metabolic response during a 1000-m cycling time trial. *PLOS ONE*, 9(10), e109954. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0109954>
- Forster, S., Schwindling, S., Abbiss, C., Döringer, F., Klütsch, A., Hecksteden, A., ve Meyer, T. (2026). Influence of chronotype on cycling performance in simulated 20-km time trials—A pilot study. *Journal of Sleep Research*, 35(3), e70268. <https://doi.org/10.1111/jsr.70268>
- Henst, R. H. P., Jaspers, R. T., Roden, L. C., ve Rae, D. E. (2015). A chronotype comparison of South African and Dutch marathon runners: The role of scheduled race start times and effects on performance. *Chronobiology International*, 32(6), 858-868. <https://doi.org/10.3109/07420528.2015.1048870>
- Köse, Y., Karayığit, R., Sertkaya, M. U., ve Bora, M. V. (2024). The effect of chronotype on athletic performance: A review study. *Burdur Mehmet Akif Ersoy University Journal of Sports Sciences*, 2(2), 10-26. <https://doi.org/10.70701/makusbd.1523446>
- Köse, Y., Karayığit, R., ve Sertkaya, M. U. (2025). Effects of caffeinated coffee on physical and cognitive performance: Chronotype and time of day study. *Chronobiology International*, 42(2), 282-296. <https://doi.org/10.1080/07420528.2025.2460654>
- Köse, Y., Ulaş, M., Atay, E., ve Yaşar, H. E. (2025). The effect of time of day on anaerobic performance and blood lactate response in trained men: Assessment in relation to chronotype. *Frontiers in Physiology*, 16, Article 1610790. <https://doi.org/10.3389/fphys.2025.1610790>
- Kurak, K., İlbak, İ., Stojanović, S., Bayer, R., İlbak, Y. E., Kasicki, K., Ambroży, T., Rydzik, Ł., ve Czarny, W. (2025). The effect of time of day on visual reaction time performance in boxers: Evaluation in terms of chronotype. *Frontiers in Physiology*, 16, Article 1589740. <https://doi.org/10.3389/fphys.2025.1589740>

- López-Samanes, Á., Moreno-Pérez, D., Maté-Muñoz, J. L., Domínguez, R., Pallarés, J. G., Mora-Rodriguez, R., ve Ortega, J. F. (2017). Circadian rhythm effect on physical tennis performance in trained male players. *Journal of Sports Sciences*, 35(21), 2121-2128. <https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1258481>
- Martin-López, J., Pérez-López, A., Varillas-Delgado, D., ve López-Samanes, Á. (2025). Influence of time-of-day on neuromuscular performance in team sport athletes: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Sports and Active Living*, 6, Article 1466050. <https://doi.org/10.3389/fspor.2024.1466050>
- Martín-López, J., Sedliak, M., Valadés, D., Muñoz, A., Buffet-García, J., García-Oviedo, R., Rodríguez-Aragón, M., Pérez-López, A., ve López-Samanes, Á. (2022). Impact of time-of-day and chronotype on neuromuscular performance in semi-professional female volleyball players. *Chronobiology International*, 39(7), 1006-1014. <https://doi.org/10.1080/07420528.2022.2057322>
- Martín-López, J., Muñoz, A., Montalvo-Alonso, J. J., Quintana-Milla, I., Sánchez-Jorge, S., Conejero, M., López-Samanes, Á., ve Pérez-López, A. (2026). Circadian phenotype influence on neuromuscular performance in male volleyball players. *Chronobiology International*, 43(3), 421-430. <https://doi.org/10.1080/07420528.2025.2606270>
- Matchock, R. L., ve Mordkoff, J. T. (2009). Chronotype and time-of-day influences on the alerting, orienting, and executive components of attention. *Experimental Brain Research*, 192(2), 189-198. <https://doi.org/10.1007/s00221-008-1567-6>
- Mulè, A., Castelli, L., Galasso, L., Bruno, E., Roveda, E., Caumo, A., ve Montaruli, A. (2018). Circadian tipology and physical performance in adolescent soccer players [Abstract]. *Italian Journal of Anatomy and Embryology*, 123(1), 155. <https://doi.org/10.13128/ijae-11469>
- Op, M. A., Arora, I. K., ve Khan, M. H. (2026). Chronotype and its impact on balance, hand-eye coordination, lower limb power and self-efficacy among collegiate athletes: An observational study. *Chronobiology International*, 43(5), 656-663. <https://doi.org/10.1080/07420528.2026.2621239>
- Rae, D. E., Stephenson, K. J., ve Roden, L. C. (2015). Factors to consider when assessing diurnal variation in sports performance: The influence of chronotype and habitual training time-of-day. *European Journal of Applied Physiology*, 115(6), 1339-1349. <https://doi.org/10.1007/s00421-015-3109-9>
- Roenneberg, T., Kuehnle, T., Juda, M., Kantermann, T., Allebrandt, K., Gordijn, M., ve Merrow, M. (2007). Epidemiology of the human circadian clock. *Sleep Medicine Reviews*, 11(6), 429-438. <https://doi.org/10.1016/j.smr.2007.07.005>
- Roveda, E., Mulè, A., Galasso, L., Castelli, L., Scurati, R., Michielon, G., Esposito, F., Caumo, A., ve Montaruli, A. (2020). Effect of chronotype on motor skills specific to soccer in adolescent players. *Chronobiology International*, 37(4), 552-563. <https://doi.org/10.1080/07420528.2020.1729787>
- Vitale, J. A., ve Weydahl, A. (2017). Chronotype, physical activity, and sport performance: A systematic review. *Sports Medicine*, 47(9), 1859-1868. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0741-z>

ORMAN MEYVELERİNİN AĞRI YÖNETİMİ ÜZERİNE ETKİSİ**Dr. Öğr. Üyesi, Gül AKDUMAN1/ Diyetisyen, Özlem ABAY2****1Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü,****gakduman@mehmetakif.edu.tr, 0000-0001-5702-9478****2Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, ozlemabay188@gmail.com,****0009-0002-3674-0943****Özet**

Ağrı, yalnızca fiziksel doku hasarıyla sınırlı kalmayan; fizyolojik, psikolojik ve çevresel faktörlerin şekillendirdiği çok boyutlu bir süreçtir. Özellikle kronik ağrı patofizyolojisinde, pro-oksidan ve antioksidan sistemler arasındaki dengesizlik ile nosiseptif süreçler yakından ilişkilidir. Bağışıklık yanıtı sırasında artan reaktif oksijen türleri (ROS) ve inflamatuvar mediyatörler, periferik ve merkezi duyarlılaşmayı tetikleyerek hiperaljezi gelişimine zemin hazırlamaktadır. Bu nedenle, kronik ağrının değerlendirilmesinde salt ağrı şiddetinin ötesine geçilerek, oksidatif stres ve inflamasyon gibi altta yatan biyolojik mekanizmaların hedeflenmesi önem taşımaktadır. Bu derlemede, söz konusu mekanizmalar üzerinden ağrı yönetiminde orman meyvelerinin potansiyel rolü incelenmiştir. Yaban mersini, böğürtlen, çilek, ahududu ve kıvılcık gibi orman meyveleri; başta spesifik antosiyanidinler, ellagitanninler ve diğer polifenoller olmak üzere fenolik asitler ve C vitamini bakımından oldukça zengin fonksiyonel besinlerdir. Bu biyoaktif bileşenler sayesinde orman meyveleri, ağrıyı doğrudan kesen akut bir tedavi ajanı olmaktan ziyade; oksidatif stresin azaltılması, inflamatuvar yanıtın baskılanması ve nöroprotektif etkilerin desteklenmesi yoluyla ağrı modülasyonuna katkı sağlayan önemli bir beslenme unsurudur. Literatürdeki deneysel ve klinik bulgular, orman meyvelerinin özellikle inflamatuvar hastalıklar, dejeneratif eklem patolojileri ve diyabetik nöropati gibi durumlarda destekleyici faydalar sunabileceğine işaret etmektedir. Sonuç olarak, orman meyveleri tek başına tedavi edici bir yaklaşım olarak değil; dengeli beslenme ve anti-inflamatuvar diyet stratejilerini destekleyen potansiyel bir nutrasötik kaynak olarak değerlendirilmelidir. Düzenli tüketim, oksidatif stres ve inflamasyonun ön planda olduğu ağrı sendromlarında genel sağlığın ve yaşam kalitesinin artırılmasına yardımcı olabilir.

Anahtar Kelimeler: Ağrı, Antioksidanlar, İnflamasyon, Meyve

THE EFFECT OF BERRIES ON PAIN MANAGEMENT**Assist. Prof., Gul AKDUMAN1/ Dietitian, Özlem ABAY2****1Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Department of Nutrition and Dietetics,
gakduman@mehmetakif.edu.tr, 0000-0001-5702-9478****2Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Department of Nutrition and Dietetics,
ozlemabay188@gmail.com, 0009-0002-3674-0943****Abstract**

Pain is a multidimensional process shaped by physiological, psychological, and environmental factors, not limited solely to physical tissue damage. In the pathophysiology of chronic pain, imbalances between pro-oxidant and antioxidant systems are closely related to nociceptive processes. Increased reactive oxygen species (ROS) and inflammatory mediators during the immune response trigger peripheral and central sensitization, paving the way for the development of hyperalgesia. Therefore, in the assessment of chronic pain, it is important to go beyond mere pain intensity and target underlying biological mechanisms such as oxidative stress and inflammation. This review examines the potential role of berries in pain management through these mechanisms. Berries such as blueberries, blackberries, strawberries, raspberries, and cranberries are functional foods rich in phenolic acids, particularly specific anthocyanidins, ellagitannins, and other polyphenols, as well as vitamin C. Thanks to these bioactive components, berries are not merely an acute treatment agent that directly relieves pain; fruits are an important nutritional element that contributes to pain modulation by reducing oxidative stress, suppressing inflammatory responses, and supporting neuroprotective effects. Experimental and clinical findings in the literature indicate that berries may offer supportive benefits, particularly in conditions such as inflammatory diseases, degenerative joint pathologies, and diabetic neuropathy. Consequently, berries should be considered not as a standalone therapeutic approach but as a potential nutraceutical source that supports balanced nutrition and anti-inflammatory dietary strategies. Regular consumption may help improve overall health and quality of life in pain syndromes characterized by oxidative stress and inflammation.

Key Words: Antioxidants, Fruit, Inflammation, Pain

ZAMANLARARASI SEÇİM VE PSİKOLOJİK FAKTÖRLERİN ETKİSİ: BİR İNCELEME**Doktora Öğrencisi, Berfay ERDOĞAN¹**¹Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat, berfayerdogan@gmail.com,
<https://orcid.org/0000-0001-8622-8791>**Özet**

Zamanlar arası seçimler, mevcut ve gelecekteki kazançlar ve sonuçlar arasında bir denge kurmayı içerir. Bu denge, kararların önemine bakılmaksızın günlük yaşamın merkezinde yer almaktadır. Bu nedenle, on yılı aşkın bir süredir, ilgi alanlarındaki örtüşme göz önüne alındığında, ekonomi, psikoloji ve diğer sosyal bilim disiplinlerinde kapsamlı bir şekilde araştırılmıştır. Zamanlar arası tercihler, parasal seçimler kullanılarak hesaplanan iskonto oranları ile ölçülmektedir. İskonto oranının hesaplanması, bireylerin sabırsızlık derecesini ölçmede iyi bilinen ve kanıtlanmış bir yoldur. Bu inceleme, çeşitli makaleleri analiz ederek zamanlar arası tercihler ile çeşitli psikolojik faktörler arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmaları sunmayı amaçlamaktadır. İnceleme birkaç ortak gözlem ortaya koymaktadır. Kişilik özellikleri açısından, sorumluluk en güçlü tahmin gücüne sahiptir; bulgular, sorumluluk sahibi bireylerin daha düşük iskonto oranlarına sahip olma olasılığının daha yüksek olduğunu, yani daha büyük ödüller veya kazançlar için daha fazla beklemeye ve sabır göstermeye daha yatkın olduklarını, nevrotik bireylerin ise daha yüksek iskonto oranlarına sahip olma olasılığının daha yüksek olduğunu, daha küçük ödüller daha erken seçmeye ve sabırsızlık göstermeye eğilimli olduklarını göstermektedir. Uyumluluğun, yeniliğe açıklığın ve dışadönüklüğün zamanlar arası seçimler üzerinde sınırlı etkisi vardır. Düşünme eğilimleri ve bilişsel yetenekler, özellikle bilişsel yansıma göz önüne alındığında, yüksek bilişsel yansımaya sahip bireylerin sabırlı oldukları ve daha büyük ödüller için beklemeye razı oldukları görülmektedir. Bununla birlikte, zamanlar arası tercihler ile duygusal durumlar arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalar ise tutarsız bulgular bildirmiştir. Bu literatür incelemesi, Davranışsal İktisat'ın önemini ve insan davranışları hakkındaki anlayışı genişleterek alana yaptığı katkıları vurgulamayı amaçlamaktadır. Zamanlar arası karar verme sürecinin kişilik boyutlarından, duygusal durumlarından, bilişsel yeteneklerinden veya düşünme eğilimlerinden bağımsız olmadığı sonucuna varılabilir. Bununla birlikte, sosyal çevrenin ve tercihlerinin etkisi henüz kapsamlı bir şekilde araştırılmamıştır. Literatür incelemesine dayanarak, gelecekteki araştırmalar bahsedilen psikolojik faktörlerin yanı sıra sosyal tercihleri ve çevreyi de içermelidir.

Anahtar Kelimeler: Davranışsal İktisat, Zamanlar Arası Seçim, Kişilik, Bilişsel Yansıma, Duygusal Durumlar

INTERTEMPORAL CHOICE AND THE IMPACT OF PSYCHOLOGICAL FACTORS: A REVIEW**PhD Student, Berfay ERDOĞAN¹****¹Ankara Yildirim Beyazıt University, Graduate School of Social Sciences, Economics,
berfayerdogan@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-8622-8791>****Abstract**

Intertemporal decisions involve a trade-off between present and future payoffs and outcomes. This trade-off has been central to everyday life, regardless of the importance of decisions. Hence, over the last decade, it has been extensively researched in economics, psychology, and other social science disciplines, given the overlap in interest. Intertemporal decisions are measured by discount rates using monetary choices. Calculating the discount rate is a well-established way to determine individuals' degree of impatience. This review aims to explore the literature about the relationship between intertemporal decision-making and various psychological factors by analyzing various articles. The review points out several common observations. In terms of personality traits, conscientiousness has the strongest predictive power; findings indicate that conscientious individuals are more likely to have lower discount rates, meaning they are more likely to wait for later-larger rewards or payoffs and exhibit patience, whereas neurotic individuals are more likely to have higher discount rates; they choose sooner-smaller rewards and tend to exhibit impatience. Agreeableness, openness, and extraversion have limited influence on intertemporal choices. When considering thinking dispositions or cognitive abilities, especially cognitive reflection, individuals who have higher cognitive reflection tend to exhibit patience and are willing to wait for later-larger rewards. However, studies investigating the relationship between intertemporal decisions and emotional states have reported inconsistent findings. This literature review aims to highlight the importance of Behavioral Economics and its contributions to the field by expanding the understanding of human behavior. It can be concluded that intertemporal decision-making is not isolated from personality, emotional states, cognitive abilities, and thinking dispositions. However, the impacts of social environments and preferences have yet to be researched extensively. Based on the literature review, future research should incorporate social preferences and environments along with the psychological factors mentioned.

Keywords: Behavioral Economics, Intertemporal Choice, Personality Traits, Cognitive Reflection, Emotional States

RUH SAĞLIĞI ÇALIŞANLARINDA ADİL DÜNYA İNANCI, GÖÇMENLERE YÖNELİK OLUMSUZ TUTUMLAR, TANRI ALGISI VE ANTİSOSYAL DAVRANIŞ ARASINDAKİ İLİŞKİLERİN İNCELENMESİ

Klinik Psikolog, Ömer YILMAZ1

1 İstanbul Arel Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Psikoloji Anabilim Dalı Doktora Öğrencisi

E-Mail: o.ylmzz95@gmail.com, ORCID: 0000-0001-9278-9878

Özet

The ways in which individuals make sense of the world constitute a multidimensional framework that influences not only their interpersonal relationships but also their individual attitudes and behaviors. Belief in a just world refers to the belief that the world is a just and predictable place, whereas God image is shaped by personal experiences, cultural characteristics, religious beliefs, and other psychological processes. Negative attitudes toward immigrants are strongly influenced by the social, cultural, and economic consequences of migration, as well as by the host population's perceptions of outgroups. Antisocial behavior, in turn, is characterized by tendencies such as disregarding the rights of others, lacking empathy, and failing to establish trust-based interpersonal relationships. Given that mental health professionals are expected to establish trusting relationships with individuals from diverse cultural backgrounds in accordance with ethical principles while remaining aware of their own cognitive schemas and potential biases, examining the relationships among these variables is particularly important. The study sample consisted of 252 mental health professionals aged 25–55 years from various provinces of Türkiye, representing six professional groups: psychiatrists, psychologists, psychological counselors, social workers, family physicians, and psychiatric nurses. Data were collected using a Sociodemographic Information Form, the Belief in a Just World Scale, the Negative Attitudes Toward Immigrants Scale, the God Image Scale, and the Antisocial Behavior Scale. Pearson correlation analysis indicated that higher levels of belief in a just world and a more positive God image were associated with lower levels of negative attitudes toward immigrants. In addition, higher levels of negative attitudes toward immigrants were associated with higher levels of antisocial behavior. The findings demonstrate that these constructs are interrelated and multidimensional. The results are expected to contribute to mental health professionals' awareness of their cognitive schemas, values, social attitudes, cultural awareness, and potential biases, thereby supporting improvements in the quality of mental health services.

Anahtar Kelimeler: Belief in a just world, God image, negative attitudes toward immigrants, antisocial behavior, mental health professionals.

**EXAMINING THE RELATIONSHIPS AMONG BELIEF IN A JUST WORLD, NEGATIVE
ATTITUDES TOWARD IMMIGRANTS, GOD IMAGE, AND ANTISOCIAL BEHAVIOR AMONG
MENTAL HEALTH PROFESSIONALS****Clinical Psychologist, Ömer YILMAZ 1****1 Istanbul Arel University, Graduate School of Education, E-mail: O.ylmzz95@gmail.com,****ORCID:0000-0001-9278-9878****Abstract**

Bireylerin dünyayı anlamlandırma biçimleri, yalnızca kişilerarası ilişkilerini değil, aynı zamanda bireysel tutum ve davranışlarını da etkileyen çok boyutlu bir yapıyı oluşturmaktadır. Adil dünya inancı, dünyanın adil ve öngörülebilir bir yer olduğuna yönelik inancı ifade ederken; Tanrı algısı, bireyin kişisel yaşantıları, kültürel özellikleri, dini inançları ve diğer psikolojik süreçleri doğrultusunda şekillenmektedir. Göçmenlere yönelik olumsuz tutumlar ise göç olgusunun toplumsal, kültürel ve ekonomik sonuçlarının yanı sıra ev sahibi toplumun dış gruplara ilişkin algılarından güçlü biçimde etkilenmektedir. Antisosyal davranış ise başkalarının haklarını göz ardı etme, empati yoksunluğu ve güven temelli kişilerarası ilişkiler kurmada güçlük gibi eğilimlerle karakterize edilmektedir. Ruh sağlığı çalışanlarının, etik ilkeler doğrultusunda farklı kültürel geçmişlere sahip bireylerle güvene dayalı ilişkiler kurmaları ve aynı zamanda kendi bilişsel şemalarının ve olası önyargılarının farkında olmalarının beklenmesi nedeniyle, bu değişkenler arasındaki ilişkilerin incelenmesi ayrı bir önem taşımaktadır. Araştırmanın örneklemini, Türkiye'nin farklı illerinde görev yapan ve psikiyatrist, psikolog, psikolojik danışman, sosyal hizmet uzmanı, aile hekimi ve psikiyatri hemşiresi olmak üzere altı farklı meslek grubunu temsil eden, 25–55 yaş aralığındaki 252 ruh sağlığı çalışanı oluşturmuştur. Veriler; Sosyodemografik Bilgi Formu, Adil Dünya İnanç Ölçeği, Göçmenlere Yönelik Olumsuz Tutum Ölçeği, Tanrı Algısı Ölçeği ve Antisosyal Davranış Ölçeği kullanılarak toplanmıştır. Pearson korelasyon analizi sonuçları, adil dünya inancı düzeyi yükseldikçe ve Tanrı algısı daha olumlu hale geldikçe göçmenlere yönelik olumsuz tutumların azaldığını göstermiştir. Bunun yanı sıra, göçmenlere yönelik olumsuz tutum düzeyi arttıkça antisosyal davranış düzeyinin de arttığı belirlenmiştir. Elde edilen bulgular, adil dünya inancı, Tanrı algısı, göçmenlere yönelik olumsuz tutumlar ve antisosyal davranışların birbirleriyle ilişkili ve çok boyutlu yapılar olduğunu ortaya koymaktadır. Araştırma sonuçlarının, ruh sağlığı çalışanlarının bilişsel şemaları, değerleri, toplumsal tutumları, kültürel farkındalıkları ve olası önyargıları konusunda farkındalık kazanmalarına katkı sağlayacağı; böylece göçmenlere sunulan ruh sağlığı hizmetlerinin niteliğinin geliştirilmesini destekleyeceği düşünülmektedir.

Keywords: Adil dünya inancı, Tanrı algısı, göçmenlere yönelik olumsuz tutumlar, antisosyal davranış, ruh sağlığı çalışanları.

İŞVERENİN KREŞ AÇMA YÜKÜMLÜLÜĞÜ**Doç. Dr. Seda ARSLAN DURMUŞ****Çukurova Üniversitesi Hukuk Fakültesi İş ve Sosyal Güvenlik Hukuku Anabilim Dalı,****arslans@cu.edu.tr, ORCID: [0000-0002-0561-3741](https://orcid.org/0000-0002-0561-3741)****Özet**

İşverenin çocuk bakım yurdu (kreş) açma yükümlülüğü, Türk iş hukuku ve iş sağlığı ve güvenliği sisteminde ebeveynlerin iş-yaşam dengesinin sağlanması ve çocuk hakkının korunması açısından kritik bir hukuki kurumdur. Söz konusu yükümlülüğün temel dayanağını, 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'nun 30. maddesine dayanılarak yürürlüğe konulan Gebe veya Emziren Kadınların Çalıştırılma Şartlarıyla Emzirme Odaları ve Çocuk Bakım Yurtlarına Dair Yönetmelik oluşturmaktadır. Yönetmelik uyarınca, işverenin aynı belediye ve mücavir alan sınırları içindeki tüm işyerlerinde yaşları ve medeni halleri ne olursa olsun 150'den fazla kadın çalışan bulunması halinde, 0-6 yaş aralığındaki çocukların bakımı için kreş açma yükümlülüğü doğmaktadır. İstisnai olarak, eşi vefat etmiş veya velayeti babaya verilmiş erkek çalışanlar da bu sayıya dâhil edilir. İşverenler bu yükümlülüğü işyerinde doğrudan tesis kurarak, başka işverenlerle ortaklaşa hareket ederek veya dışarıdan kreş hizmeti satın alma yoluyla yerine getirebilmektedir. Ancak çocuk bakım yükümlülüğünün mevzuatta doğrudan "kadın çalışan sayısına" endekslenmiş olması, uygulamada ve hukuki düzlemde ciddi aksaklıklara yol açmaktadır. Çocuk bakımının yalnızca kadının sorumluluğundaymış gibi algılanmasına neden olan bu yaklaşım, işverenlerin 150 kadın çalışan eşiğine ulaşmamak adına kadın istihdamından kaçınmasına sebebiyet vermektedir. Ayrıca yükümlülüğün ihlali halinde kreş imkânından yoksun bırakılan kadın işçinin iş sözleşmesini haklı nedenle feshederek kıdem tazminatına hak kazanıp kazanamayacağı hususu Yargıtay içtihatlarında önemli bir tartışma alanı oluşturmaktadır. Bu çalışmada, kreş açma yükümlülüğünün koşulları ve yükümlülüğe aykırılık halindeki hukuki sonuçları ele alınmaktadır. Çalışma sonucunda; anayasal eşitlik ilkesi gereği kreş açma yükümlülüğünün kadın çalışan sayısı yerine "toplam çalışan sayısı" veya "bebeği/çocuğu olan çalışan sayısı" esas alınarak yeniden düzenlenmesine yönelik hukuki çözüm önerileri sunulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kreş Açma Yükümlülüğü, 6331 Sayılı Kanun, Kadın İstihdamı, Toplumsal Cinsiyet Eşitliği, Haklı Fesih.

THE EMPLOYER’S OBLIGATION TO OPEN A CHILDCARE CENTER**Doç. Dr. Öğr. Üyesi Seda ARSLAN DURMUŞ****Cukurova University, Faculty of Law, Department of Labor and Social Security Law, arslans@cu.edu.tr,****ORCID: [0000-0002-0561-3741](https://orcid.org/0000-0002-0561-3741)****Abstract**

The employer’s obligation to open a childcare center (nursery) is a critical legal institution in the Turkish labor law and occupational health and safety system in terms of ensuring the work-life balance of parents and protecting children's rights. The main legal basis of this obligation is the Regulation on the Conditions of Employment of Pregnant or Nursing Women, Nursing Rooms and Childcare Centers, which was enacted pursuant to Article 30 of the Occupational Health and Safety Law No. 6331. Pursuant to the Regulation, if an employer has more than 150 female employees regardless of their age and marital status across all workplaces within the same municipal and adjacent area boundaries, an obligation arises to open a childcare center for the care of children aged 0–6. Exceptionally, male employees whose spouses have passed away or who have been granted custody are also included in this calculation. Employers may fulfill this obligation by directly establishing a facility at the workplace, acting jointly with other employers, or purchasing external childcare services. However, the fact that the childcare obligation is indexed directly to the “number of female employees” in the legislation leads to serious problems in practice and on a legal level. This approach, which causes childcare to be perceived as solely the responsibility of women, leads employers to avoid employing women in order not to reach the threshold of 150 female employees. Furthermore, whether a female employee who is deprived of childcare facilities in case of violation of this obligation can terminate the employment contract for just cause and qualify for severance pay constitutes an important area of debate in the jurisprudence of the Court of Cassation. In this study, the conditions of the obligation to open a childcare center and the legal consequences in case of non-compliance are examined. As a result of the study, legal solution proposals are presented aiming to re-regulate the obligation to open a childcare center based on the “total number of employees” or the “number of employees with infants/children” instead of the number of female employees, in accordance with the principle of constitutional equality.

Keywords: Obligation to Open a Childcare Center, Law No. 6331, Female Employment, Gender Equality, Just Cause Termination.

İŞ YARGILAMASINDA ARABULUCULUK

Doç. Dr. Seda ARSLAN DURMUŞ

Çukurova Üniversitesi Hukuk Fakültesi İş ve Sosyal Güvenlik Hukuku Anabilim Dalı,
arslans@cu.edu.tr, ORCID: [0000-0002-0561-3741](https://orcid.org/0000-0002-0561-3741)

Özet

7036 sayılı İş Mahkemeleri Kanunu ile hukuk sistemimize dâhil edilen dava şartı arabuluculuk, iş uyuşmazlıklarının mahkeme dışı yollarla hızlı ve etkin çözümlenmesini amaçlamaktadır. Uygulamaya girdiği günden bu yana arabuluculuk kurumu, yargı kararları ve öğretide tartışılan birçok usuli ve maddi hukuk sorununu beraberinde getirmiştir. Bu bildiride, iş hukukunda dava şartı arabuluculuk uygulamasında karşılaşılan güncel hukuki ve pratik sorunlar Yargıtay ve Bölge Adliye Mahkemeleri kararları ışığında bütüncül bir yaklaşımla ele alınmaktadır. Çalışma kapsamında öncelikle dava şartı arabuluculuğun hukuki niteliği, tamamlanabilir bir dava şartı olup olmadığı, Sosyal Güvenlik Kurumundan kaynaklanan uyuşmazlıklar ile iş kazası veya meslek hastalığından kaynaklanan maddi ve manevi tazminat davalarındaki istisna incelenmektedir. Devamında; 5953 sayılı Basın Mesleğinde Çalışanlarla Çalıştıranlar Arasındaki Münasebetlerin Tanzimi Hakkında Kanun'a tabi gazeteciler, 854 sayılı Deniz İş Kanunu'na tabi gemi adamları, 6098 sayılı Türk Borçlar Kanunu'na tabi çalışanların arabuluculuk kurumuna yansımaları, asıl işveren-alt işveren ilişkisinde taraf sıfatı ve rekabet yasağından doğan uyuşmazlıklarda görevli mahkeme tartışmaları değerlendirilmektedir. Ayrıca arabuluculuk son tutanağının UYAP üzerinden sunulması usulü, faiz ve temerrüt başlangıç tarihleri, anlaşma belgesinin hukuki niteliği ve icra edilebilirliği ele alınmaktadır. Son olarak; iş hukukundaki güç dengesizliği ışığında, Türk Borçlar Kanunu madde 420 hükmünün, iş mevzuatının emredici kurallarının ve tarafların edimleri arasındaki açık orantısızlığın arabuluculuk anlaşmalarının geçerliliğine etkisi ayrıntılı biçimde analiz edilmektedir. Çalışma, dava şartı arabuluculuk kurumunun işleyişindeki aksaklıkları tespit ederek hak arama özgürlüğü ve usul ekonomisi ilkeleri çerçevesinde somut çözüm önerileri sunmayı hedeflemektedir.

Anahtar Kelimeler: İş Hukuku, Dava Şartı Arabuluculuk, Anlaşma Belgesi.

MEDIATION IN LABOR DISPUTES**Doç. Dr. Öğr. Üyesi Seda ARSLAN DURMUŞ****Cukurova University, Faculty of Law, Department of Labor and Social Security Law, arslans@cu.edu.tr,****ORCID: [0000-0002-0561-3741](https://orcid.org/0000-0002-0561-3741)****Abstract**

Mandatory mediation, introduced into our legal system by the Labor Courts Code No. 7036, aims to resolve labor disputes out of court in a fast and efficient manner. Since its implementation, the institution of mediation has brought along many procedural and substantive law issues that are debated in judicial decisions and legal doctrine. In this paper, current legal and practical problems encountered in the application of mandatory mediation in labor law are addressed comprehensively in light of the decisions of the Court of Cassation and the Regional Courts of Appeal. Within the scope of the study, firstly, the legal nature of mandatory mediation, whether it constitutes a curable procedural requirement, its differences from the requirement of application to the Social Security Institution, the exception for work accidents and occupational diseases, and the inclusion of actions for cancellation of objection and negative clearance lawsuits are examined. Subsequently, the reflections of journalists subject to the Law No. 5953 on the Regulation of Relationships Between Employees and Employers in the Press Profession, seafarers subject to the Maritime Labor Law No. 854, and employees subject to the Turkish Code of Obligations No. 6098 on the institution of mediation, as well as the capacity of the parties in principal employer-subcontractor relationships and debates regarding the competent court in disputes arising from non-compete clauses are evaluated. Furthermore, the procedure for submitting the final mediation minutes via UYAP, default and interest start dates, and the legal nature and enforceability of the settlement agreement are addressed. Finally, in light of the power imbalance in labor law, the impact of Article 420 of the Turkish Code of Obligations, the mandatory provisions of labor legislation, and the explicit imbalance between the mutual performances of the parties on the validity of mediation agreements are analyzed in detail. The study aims to identify the dysfunctions in the operation of the institution of mandatory mediation and to present concrete solution proposals within the framework of the principles of the right to legal remedies and procedural economy.

Keywords: Labor Law, Mandatory Mediation, Settlement Agreement.

DİJİTAL DÖNÜŞÜMÜN STRATEJİK İNSAN KAYNAKLARI YÖNETİMİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ**Aiym DOSSUMBEKOVA ¹/ Dr. Öğr. Üyesi Tuğbay Burçin GÜMÜŞ ²****¹ İstanbul Gedik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Mühendislik Yönetimi Programı, İstanbul, Türkiye, d_aim_2001@mail.ru, ORCID: 0009-0009-7687-2992****² İstanbul Gedik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği, İstanbul, Türkiye, burcin.gumus@gedik.edu.tr, ORCID: 0000-0003-4225-2313****Özet**

Amaç: Bu çalışmada dijital ekonomi koşullarında dijital dönüşümün stratejik insan kaynakları yönetimi üzerindeki etkisi ele alınmaktadır. Yazar, insan kaynakları stratejisinin uyarlanmasında kilit öneme sahip alanları şu şekilde sıralamaktadır: esnek planlamaya geçiş, çalışanların dijital becerilerinin geliştirilmesi ve kurumsal kültürün değiştirilmesi. Ayrıca çalışmada, şirket yönetimine dijital araçların entegre edilmesinin gerekliliği de ortaya konmaktadır. Makalenin amacı, dijital dönüşümün stratejik İK üzerindeki etkisini analiz etmek ve rekabet gücünü ve işin sürdürülebilirliğini artırmak için personel yönetimini yeniden yapılandırmaya yardımcı olacak mekanizmaları belirlemektir.

Metodoloji: Araştırma, bilimsel literatürün sistematik ve karşılaştırmalı analizine dayanmaktadır. Konuyla ilgili yayınlar ve diğer araştırmacıların hakemli makaleleri, Google Akademisi (Google Scholar) arama platformu kullanılarak incelenmiştir. Çalışma sırasında, İK süreçlerinin dijitalleşmesine yönelik teorik yaklaşımlar incelenmiş, özetlenmiş ve yapılandırılmıştır, bu da stratejik insan kaynakları yönetiminin dönüşüm mekanizmalarına ilişkin kapsamlı bir anlayışın oluşturulmasını sağlamıştır.

Bulgular: Literatür sentezi sonucunda dört temel bulguya ulaşılmıştır. Dijital dönüşümün İK'yı operasyonel bir birimden stratejik karar ortağına dönüştürdüğü; otomasyon, yapay zekâ ve insan analitiğinin farklı fakat tamamlayıcı işlevler üstlendiği; dönüşüm başarısının esnek planlama, dijital beceriler ve kurumsal kültürün birlikte yönetilmesine bağlı olduğu ve dijital İK uygulamalarının rekabet gücü, iş sürdürülebilirliği ve geleceğe hazırlık boyutlarını destekleyebileceği değerlendirilmiştir. Bu bulgular doğrultusunda 3-3-3 Dijital İK Kavramsal Modeli geliştirilmiştir.

Katkı: Bu çalışmanın teorik önemi, dijital teknolojileri, İK stratejisini ve kalite yönetimini tek bir sistem altında birleştirmesinde yatmaktadır. Makalenin pratik değeri ise önerilen kavramın kuruluşlara yönelik yol gösterici bir kavramsal değerlendirme çerçevesi sunması ve bu sayede şirketlerin yapay zekâyı ve otomasyonu işlerinin sürdürülebilirliğini ve rekabet gücünü artırmak için etkin bir şekilde kullanabilmelerini sağlamasıdır.

Anahtar kelimeler: Dijital dönüşüm, otomasyon, yapay zekâ, kalite yönetimi, kurumsal kültür, stratejik insan kaynakları yönetimi.

THE IMPACT OF DIGITAL TRANSFORMATION ON STRATEGIC HUMAN RESOURCE MANAGEMENT

Aiym DOSSUMBEKOVA ^{1/} Assist. Prof. Dr. Tuğbay Burçin GÜMÜŞ ²

¹ Istanbul Gedik University, Institute of Graduate Education, Engineering Management, Istanbul, Türkiye, d_aim_2001@mail.ru, ORCID: 0009-0009-7687-2992

² Istanbul Gedik University, Engineering Faculty, Industrial Engineering, Istanbul, Türkiye, burcin.gumus@gedik.edu.tr, ORCID: 0000-0003-4225-2313

Abstract

Objective: This study examines how digital transformation affects strategic human resource management in the digital economy. The author lists the following areas as key to adapting human resources strategy: the shift to flexible planning, the development of employees' digital skills, and the transformation of corporate culture. The study also highlights the need to integrate digital tools into corporate management. The article aims to analyze the impact of digital transformation on strategic HR and identify mechanisms to restructure personnel management to enhance competitiveness and business sustainability.

Methodology: The research is based on a systematic and comparative analysis of the scientific literature. Relevant publications and peer-reviewed articles by other researchers were identified using the Google Scholar search platform. During the study, the research examined, summarized, and structured theoretical approaches to digitizing HR processes, which helped develop a comprehensive understanding of the transformation mechanisms of strategic human resources management.

Findings: The literature synthesis yielded four key findings: digital transformation has transformed HR from an operational unit into a strategic decision-making partner; automation, artificial intelligence, and human analytics play distinct but complementary roles; the success of the transformation depends on the combined management of flexible planning, digital skills, and corporate culture; and digital HR practices can support competitiveness, business sustainability, and future-proofing. Based on these findings, the authors developed the 3-3-3 Digital HR Conceptual Model.

Contribution: The theoretical significance of this study lies in integrating digital technologies, HR strategy, and quality management into a single system. The practical value of the article lies in providing a guiding conceptual evaluation framework for organizations, enabling them to effectively use artificial intelligence and automation to enhance the sustainability and competitiveness of their operations.

Keywords: Digital transformation, automation, artificial intelligence, quality management, corporate culture, strategic human resources management.

GİRİŞ

Teknolojinin hızla gelişmesi ve dijital ekonominin oluşumu karşısında, kuruluşlar yönetim konusundaki geleneksel yaklaşımlarını gözden geçirme gereğiyle karşı karşıya kalmaktadır. Dijital dönüşüm, işletmenin üretim, organizasyon ve iş süreçlerini modernize etmek amacıyla dijital teknolojilerin benimsenmesini yansıtan güncel bir küresel trenddir. Dijital dönüşüm artık sadece teknolojik bir süreç olmaktan çıkmış ve giderek iş modelleri ile yönetim mekanizmalarında kapsamlı bir değişim olarak görülmeye başlanmıştır. Günümüzde şirketler, çalışanları hibrit ve uzaktan çalışma modellerine geçirirken iç organizasyonel süreçlerin verimliliğini artırmak amacıyla yapay zekâ, veri analitiği, bulut platformları ve diğer birçok dijital aracı aktif olarak kullanmaktadır.

Ancak geniş çaplı dijitalleşme, beraberinde çeşitli zorluklar da getirmektedir. McKinsey & Company (2018) tarafından gerçekleştirilen araştırmaya göre, organizasyonel dönüşüm girişimlerinde başarı oranı %30'un altında kalırken, dijital dönüşüm girişimlerinde bu oran daha da düşmektedir. Araştırmaya katılanların yalnızca %16'sı, kurumlarındaki dijital dönüşüm girişimlerinin performansı artırdığını ve elde edilen iyileşmelerin uzun vadede sürdürülebildiğini belirtmiştir. Araştırma ayrıca liderlik, çalışanların dijital yetkinliklerinin geliştirilmesi, çalışanların sürece katılımı, dijital araçların etkin kullanımı ve etkili iletişim gibi organizasyonel faktörlerin dijital dönüşümün başarısında önemli rol oynadığını göstermektedir (McKinsey & Company, 2018).

Son yıllarda insan kaynakları yönetimine yaklaşım büyük ölçüde değişmiştir. Günümüzde teknolojiler, çalışanların yeni becerileri ve şirket kültürü artık birbirinden bağımsız unsurlar olarak değil, tek bir genel sistemin parçaları olarak ele alınmaktadır. Ancak bilimsel literatürde önemli bir boşluk bulunmaktadır. Araştırmacıların çoğu ya yalnızca teknolojiler hakkında ya da yalnızca insan kaynakları hakkında yazmaktadır. Dijital İK stratejisi, esnek planlama ve çalışanların eğitiminin nasıl birlikte işlediğini ve bunun sayesinde şirketin genel yönetim kalitesini nasıl artırdığını açıklayan çalışmalar neredeyse hiç yoktur.

Bu bağlamda, insan kaynakları fonksiyonu sadece idari destek hizmeti olmaktan çıkıp, kurumsal sürdürülebilirlik, yenilikçilik ve uyumluluğun ana stratejik itici gücü haline gelmektedir. Bu makale, insan kaynakları süreçlerinin dijitalleşmesine yönelik mevcut yaklaşımların kapsamlı bir analizi, sistematikleştirilmesi ve karşılaştırılması yoluyla söz konusu boşlukları doldurmayı amaçlamaktadır. Nitel teorik analiz ilkeleri doğrultusunda, çalışmada güncel bilimsel verileri ve uygulamalı örnekleri özetlemek için sistematik literatür taraması yöntemi kullanılmaktadır.

Araştırma sırasında yazar dört temel sorunun yanıtını aramaktadır.

1. Dijital dönüşüm, stratejik insan kaynakları yönetimine yönelik geleneksel yaklaşımları tam olarak nasıl değiştiriyor?
2. İK alanında otomasyonun, veri analitiğinin ve yapay zekânın uygulanmasındaki temel farklılıklar ve özellikler nelerdir?
3. İnsan kaynakları stratejisinin uyarlanmasına yönelik üç ana yön (esnek planlama, dijital beceriler ve kültür) birbirleriyle nasıl ilişkilidir?
4. Dijital araçların İK süreçlerine entegrasyonu, şirketlerin genel yönetim kalitesini hangi boyutlarda destekleyebilir?

Bu çalışmanın önemi hem teorik hem de pratik niteliktedir. Teorik açıdan bakıldığında, bu çalışma sistematik yaklaşım ilkelerine dayanarak iş dünyasının dijitalleşmesine ilişkin dağınık verileri bir çerçeveye oturtmaktadır. Pratik açıdan ise, yapılan karşılaştırmalı analiz, yöneticiler için analitik bir kılavuz görevi görebilir ve şirketin yapay zekâ ve otomasyon uygulamalarına hazır olup olmadığını değerlendirmelerine yardımcı olabilir.

1. KURAMSAL ÇERÇEVE

1.1. Gelenekselden Stratejik ve Dijital İK'ya Dönüşüm: Stratejik Risk Yönetimi Boyutu

Dijital ekonomi çağında, işletmelerin sürdürülebilir bir rekabet avantajı elde etmesi yalnızca teknolojik altyapıya değil, bu altyapıyı yönetecek ve adapte edecek insan kaynağının stratejik yönetimine de bağlıdır. Tarihsel süreçte geleneksel insan kaynakları yönetimi, çoğunlukla personel özlük işleri, bordrolama, yasal uyum ve idari kayıtların tutulması gibi operasyonel ve rutin işlevlerle sınırlı kalmıştır. Bu yaklaşımda İK departmanı, organizasyon yapısı içinde bir «maliyet merkezi» olarak konumlandırılmaktaydı.

Ancak dijital dönüşüm, bu geleneksel yapıyı kökten sarsarak İK'nın rolünü operasyonel seviyeden stratejik seviyeye taşımıştır. Günümüzde Stratejik İnsan Kaynakları Yönetimi, kurumun genel iş stratejileri ile insan kaynakları uygulamalarının tam entegrasyonunu ifade eder. Dijitalleşme süreci, bu entegrasyonu hızlandıran ve İK fonksiyonlarını operasyonel görevlerden çıkararak kurumsal risk yönetimi (ERM) bileşenine dönüştüren en büyük itici güçtür.

Pazardaki tüm süreçler eşzamanlı olarak hızlandıkça, sistematik risk yönetimi ihtiyacı da aynı doğrultuda artmaktadır. Bu durum, doğrudan insan sermayesi ile yakından ilgilidir. İK'da stratejik risk yönetimi, potansiyel olayları, tehditleri, teknolojik kırılmaları ve yapısal değişiklikleri önceden belirleme, değerlendirme ve bunlara proaktif tepki verme sürecidir.

1.2. Risk Kavramına Teorik Yaklaşımlar ve İK Risk Yönetiminin Sütunları

Literatürde risk kavramına yönelik farklı tanımlamalar bulunmaktadır. Graham ve Weiner'e (1995) göre risk, en genel anlamıyla "olumsuz sonuçların ortaya çıkma olasılığı" iken; Crowe ve arkadaşları (2002) riski, sonuçların beklenen hedeflerden sapma olasılığı olarak tanımlamaktadır. Genellikle risk kavramı bir kayıp olarak algılansa da gerçekte doğru yönetildiğinde stratejik fırsatlar da yaratabilir. Aven (2010) ise riski, olaylar/sonuçlar ile bunlarla ilişkili belirsizliklerin iki boyutlu bir kombinasyonu olarak ele alır.

Son yıllarda, stratejik risk yönetiminde İK'nın rolü artık yardımcı bir unsur olmaktan çıkmış; bütünsel risk yönetiminin kilit bir bileşeni haline gelmiştir. Bu durum, insan sermayesinin yalnızca zayıflıkların ve tehditlerin değil, aynı zamanda sürdürülebilir rekabet avantajlarının da temel kaynağı olarak görüldüğü Kurumsal Risk Yönetimi (Enterprise Risk Management - ERM) ve ISO 31000 standartları dahil olmak üzere modern kurumsal yönetim modellerine de yansıtılmıştır (COSO, 2017; ISO, 2018).

Modern kurumsal yönetim yaklaşımlarında İK, dar ve operasyonel bir çerçeveye odaklanan geleneksel yapısından sıyrılarak; organizasyonun uzun vadeli hedeflerine ulaşmasını engelleyebilecek insan sermayesi risklerini makro düzeyde ele almaktadır. Meyer, Roodt ve Robbins (2011) tarafından geliştirilen «İnsan Kaynakları Risk Yönetimi» yaklaşımına göre, İK'nın kurumsal risk yönetimindeki fonksiyonel rolü dört ana sütun üzerinde yükselmektedir:

1. İnsan Sermayesi Risklerinin Belirlenmesi: Organizasyonun mevcut yetenek haritası ile gelecekteki teknolojik gereksinimleri arasındaki boşlukların, dijital uyumsuzlukların ve çalışan tükenmişlik oranlarının net bir şekilde tanımlanması.
2. Stratejik Etki Analizi: Belirlenen bu risklerin şirketin finansal hedeflerine, operasyonel sürekliliğine ve pazar itibarına olası etkilerinin ölçülmesi.
3. Mitigasyon (Risk Azaltma) Süreçlerinin Tasarımı: Kritik pozisyonlar için yetenek yedekleme planlarının hazırlanması, çalışanları geleceğe hazırlayacak esnek öğrenme programlarının devreye alınması.
4. Erken Uyarı Sistemlerinin Kurulması: ISO 31000 standartlarına uyumlu olarak, insan analitiği verileri üzerinden riskleri henüz gerçekleşmeden izleyen proaktif bir kontrol mekanizmasının kurulması.

1.3. Geleneksel ve Stratejik İK Yaklaşımlarının Karşılaştırılması

Stratejik İK risklerini geleneksel İK risklerinden ayıran en temel özellik, bu risklerin uzun vadeli ve yapısal faktörlerle ilişkili olmasıdır. İşgücü piyasasının dönüşümü, çalışan beklentilerinin ve kültürel modellerin değişmesi, teknolojiye hızlı kırılmalar ve dijitalleşme bu faktörlerin başında gelmektedir. İK'daki bu zihniyet ve fonksiyon değişiminin temel kriterleri Tablo 1'de özetlenmektedir.

Tablo 1. Geleneksel ve Stratejik/Dijital İK Yönetimi ve Risk Yaklaşımı Farkları

Kriter / Özellik	Geleneksel İnsan Kaynakları Yaklaşımı	Dijital ve Stratejik İnsan Kaynakları Yaklaşımı
Temel Rol	İdari destek ve operasyonel takip	Stratejik iş ortağı ve değişim lideri
Odak Noktası	Rutin süreçler, kurallar ve prosedürler	Değer yaratma, çalışan deneyimi ve çeviklik
Veri Kullanımı	Geçmişe dönük veri tutma (Arşivsel)	Geleceğe dönük analitik ve tahminleme (Proaktif)
Teknolojik Yapı	Dağınık, manuel veya izole yazılımlar	Entegre bulut platformları, yapay zeka ve otomasyon
Zaman Ufku	Kısa vadeli	Uzun vadeli
Risk Karakteri	Öngörülebilir, rutin, iç süreç odaklı	Belirsiz, sistemik, karmaşık ve dış çevre odaklı
Yönetim Seviyesi	Taktiksel, işlevsel düzeyde izole	Kurumsal risk yönetimine (ERM) entegre

Kaynak: Literatür taramasına dayanarak araştırmacı tarafından hazırlanmıştır.

Tablo 1 incelendiğinde, dijitalleşme ile birlikte stratejik İK risk yönetiminde reaktif yaklaşımdan daha proaktif bir yaklaşıma doğru bir yönelim olduğu görülmektedir. Geleneksel riskler günlük İK süreçlerinin etkinliğini etkilerken, stratejik riskler kuruluşun dış dünyadaki köklü değişikliklere uyum sağlama yeteneğiyle ilişkilidir.

1.4. Dijital Dönüşüm Sürecinde Kritik Stratejik Risk Alanları

Sistematik yaklaşımlar çerçevesinde stratejik İK risk yönetimi; önleme, izleme ve tepki verme olmak üzere üç temel bloktan oluşan bütüncül bir süreç gerektirmektedir (Bondarouk, 2017). Dijital dönüşümün getirdiği teknolojik ivme, makro düzeyde şu üç kritik risk alanını ön plana çıkarmaktadır:

1. Beceri Boşlukları (Skill Gaps): Teknolojik otomasyon ve yapay zekâ uygulamalarının iş süreçlerine entegre edilmesi, mevcut işgücünün yetkinlik bütünlüğünü hızla eskitmektedir. Şirketlerin ihtiyaç duyduğu yeni nesil dijital beceriler ile mevcut personelin yetenek seviyesi arasındaki makasın açılması, operasyonel tıkanmalara ve inovasyon potansiyelinin düşmesine yol açar.
2. Çalışan Tükenmişliği (Burnout): Hibrit/uzaktan çalışma modellerinin yaygınlaşması, sürekli çevrimiçi olma zorunluluğu ve dijital araçların yarattığı bilgi bombardımanı, çalışanlar üzerinde yoğun bir psikolojik baskı yaratmaktadır. Bu durum, tükenmişlik riskini artırarak iş verimliliğinin düşmesine, motivasyon kayıplarına ve nitelikli iş gücü devrinin hızlanmasına neden olur.
3. Dijital Uyumsuzluk (Digital Mismatch): Yeni dijital araçların ve sistemlerin şirketin mevcut kurumsal kültürü, iş yapış biçimleri ve çalışanların adaptasyon hızlarıyla uyum sağlayamaması durumudur. Kurumsal kültürün değişime direnmesi, en gelişmiş yazılımların bile verimsiz kullanılmasına veya sistemlerin tamamen reddedilmesine yol açabilir.

Bu stratejik riskleri yönetmek adına, analitik veri toplama araçları, çalışanların refah ve bağlılık düzeylerini ölçen anketler ile psikolojik ve organizasyonel dayanıklılığı destekleyen programlar kritik birer enstrüman olarak

devreye girmektedir (Lengnick-Hall et al., 2011; Luthans et al., 2007).

Sonuç olarak, dijital dönüşüm çağında stratejik İK risk yönetimi, yalnızca idari problemleri çözen bir mekanizma değil, tahmin, analiz, yetkinlik geliştirme ve kurumsal refahı bir araya getirerek insan sermayesini koruyan ve sürdürülebilirliği güvence altına alan proaktif bir yönetim felsefesidir.

1.5. Dijital İK Ekosisteminde Teknolojik İtici Güçler ve Stratejik Risk Yönetimi İlişkisi

Dijital teknolojilerin hızla gelişmesi ve dijital ekonominin dinamikleri, modern kuruluşları iş süreçlerini yeni gerçeklere uyarlamaya zorlamakta; bu da bütünsel bir dijital dönüşümün gerekliliğini ortaya koymaktadır. Kurumsal çerçevede insan kaynaklarının dijital dönüşümü ve bunun stratejik risk yönetimindeki rolü, literatürde Kaynaklara Dayalı Görüş (Resource-Based View - RBV) ve Dinamik Yetenekler Yaklaşımı (Dynamic Capabilities Approach) ile doğrudan ilişkilidir.

Barney (1991) tarafından literatüre kazandırılan Kaynaklara Dayalı Görüş'e göre, bir şirketin sürdürülebilir rekabet avantajı elde edebilmesi; değerli, nadir, taklit edilemez ve ikame edilemez (VRIO) kaynaklara sahip olmasına bağlıdır. Dijital çağda insan sermayesi ve bu sermayeyi yöneten dijital İK sistemleri organizasyonun en kritik VRIO kaynaklarından birini oluşturmaktadır. Diğer taraftan, Teece, Pisano ve Shuen (1997) tarafından geliştirilen Dinamik Yetenekler Yaklaşımı, hızlı değişen çevreye uyum sağlamak amacıyla iç ve dış yetkinlikleri açıkça yenileme, entegre etme ve yeniden yapılandırma becerisini vurgular. İK'da dijital dönüşüm, tam olarak organizasyonun bu dinamik yetenekleri geliştirmesini sağlayan ve maruz kalınan sistemik riskleri absorbe eden stratejik bir maniveldir.

Sosyal ve ekonomik süreçler, aynı olay veya olgunun, aynı koşullar altında farklı işletmeler için tamamen farklı sonuçlar doğurabileceğini ortaya koymaktadır. Bu dinamik süreçlere siyasi, doğal, makroekonomik ve teknolojik birçok faktör etki edebilmektedir. Modern kurumsal yönetim yaklaşımlarında (COSO, 2017; ISO 31000:2018) insan kaynakları yönetimi, Kurumsal Risk Yönetimi'nin (Enterprise Risk Management - ERM) merkezinde yer alan proaktif bir güvence mekanizmasıdır. Meyer, Roodt ve Robbins (2011) tarafından geliştirilen «İnsan Kaynakları Risk Yönetimi» yaklaşımına göre, İK'nın kurumsal risk yönetimindeki fonksiyonel rolü (insan sermayesi risklerinin belirlenmesi, stratejik etki analizi, mitigasyon süreçlerinin tasarımı ve erken uyarı sistemlerinin kurulması) dijital ekosistemin sunduğu teknolojik itici güçler sayesinde işlevsellik kazanmaktadır.

Genel bir tanımla, Dijital İK, İK süreçlerinin verimliliğini artırmak, riskleri önceden tahmin etmek ve modüller arasında entegrasyon sağlamak için sosyal, mobil, analitik ve bulut teknolojilerini (SMAC) kullanan süreçler bütünüdür. İnsan kaynakları yönetiminde dijital dönüşüm ve risk yönetimi entegrasyon süreci, birbirini besleyen dört temel aşamada ele alınmaktadır:

1. Verimlilik Aşaması: Süreçleri yönetmek amacıyla altyapıya ve yazılımlara yatırım yapılır, operasyonel riskler azaltılır.
2. Uygulama Aşaması: Teknolojiler; personel, eğitim, performans yönetimi ve iletişim alanlarına entegre edilerek stratejik uyum sağlanır.
3. Bilgi Toplama Aşaması: Yeni veriler toplanır, analiz edilir ve stratejik kararlar ile risk tahminleri için proaktif olarak raporlar halinde sunulur.
4. İletişim/Deneyim Aşaması: Dijital İK araçları üzerinden özgün bir çalışan deneyimi yaratılarak kültürel direnç ve tükenmişlik riskleri proaktif olarak yönetilir.

Stratejik İK risklerinin geleneksel risklerden temel farkları, çalışmanın önceki bölümünde detaylandırılan Tablo 1'de sistematik olarak sunulmuştur. Bu bağlamda, dijital dönüşüm itici güçlerinin risk yönetimi süreçlerine tam entegrasyonu, kurumsal sürdürülebilirliğin makro düzeydeki en önemli güvencesidir.

1.6. Yapay Zekâ ve Bilişsel Karar Destek Mekanizmaları

Yapay zekâ (AI) personel işe alım, seçme, performans ve risk yönetimi süreçlerine aktif olarak entegre edilmektedir. Ullah et al. (2025) insan kaynakları yönetiminde yapay zekânın İK süreçleri üzerindeki dönüştürücü etkisini ele almaktadır. Özellikle işe alım ve aday seçimi süreçlerinde yapay zekâ tabanlı uygulamalar, adayların değerlendirilmesi ve uygun adayların belirlenmesinde kullanılabilmektedir (Aydın & Turan, 2023). Makine öğrenimi (Machine Learning) algoritmaları ise özgeçmişlerin ve adaylara ilişkin verilerin analiz edilmesini ve seçim sürecinin desteklenmesini sağlamaktadır.

Yapay zekâ teknolojileri, stratejik risk mitigasyonu (risk azaltma) kapsamında şu kritik alanlarda kullanılmaktadır:

1. Performans ve Verimlilik Riski Yönetimi: Çalışanların KPI verilerinin otomatik olarak toplanması, analizi ve verimlilik düşüşüne neden olan faktörlerin belirlenmesi.
2. Yetenek Açığı Yönetimi: Kişiselleştirilmiş eğitim programlarının seçimi için akıllı sistemler ve LMS (Öğrenme Yönetim Sistemleri) kullanımı yoluyla iş gücünün upskilling/reskilling süreçlerinin hızlandırılması.
3. Proaktif İş Gücü Devri Tahmini: Makine öğrenimi modellerinin davranışsal ve demografik verileri analiz ederek çalışanların işten ayrılma risklerini önceden belirlemesi ve erken uyarı sinyalleri üretmesi.
4. Kültürel Bağlılık ve Katılım Analizi: Doğal Dil İşleme teknolojilerinin anketler, geri bildirimler ve metin verilerini işleyerek ekibin genel duygusal durumunu ve kurumsal bağlılığını ölçmesi.

Ancak bu avantajların yanı sıra algoritmalarındaki önyargı riskleri, karar modellerinin şeffaf olmaması (kara kutu problemi), kişisel verilerin gizliliği ve "otomasyon kör noktaları" gibi yeni nesil teknolojik riskler de mevcuttur (Alsaif ve Aksoy, 2023).

1.7. Büyük Veri ve İnsan Analitiği

Büyük veri analitiği, risk yönetimi alanında yeni fırsatlar sunar. İnsan analitiği, teknolojiyi stratejik personel yönetimiyle birleştiren bir köprü niteliğindedir. Marr (2018) büyük veri ve insan analitiğinin sağladığı stratejik dönüşümün eğitim etkinliğinin analizi, iş gücü devri tahminleri ve işe alım optimizasyonu alanlarında yoğunlaştığını belirtmektedir.

Fitz-enz (2010) insan kaynaklarında kullanılan analitik kaynakları ve veri türlerini belirli gruplara ayırarak proaktif risk izlemenin altyapısını tanımlar: iç sistem verileri (HRMS/HRIS), davranışsal veriler (kurumsal ağlardaki etkileşim), geri bildirim verileri (memnuniyet anketleri) ve dış veriler (piyasa maaş araştırmaları).

Inamdar ve Abhi'ye (2021) göre, İK analitiği eğitim ve gelişim alanında çalışanların yetkinliklerindeki eksikliklerin belirlenmesine ve eğitime yapılan yatırımların getirisinin (ROI) hesaplanmasına katkı sağlamaktadır. Analitik araçlar ayrıca şirketin stratejisine uygun olarak gelecekteki mesleki beceri ihtiyaçlarının tahmin edilmesine yardımcı olmaktadır. Örneğin, bir işletme çalışanlarının dijital yetkinlik dönüşümüne 10.000\$ harcıyor ve bu eğitim stratejik risk azaltımı ve kurumsal üretkenlikte 15.000\$ bir artış sağlıyorsa, Yatırımın Geri Dönüşü (ROI) şu formülle hesaplanabilir:

$$ROI = \frac{\text{Gains of investment} - \text{Cost from investment}}{\text{Cost of investment}} \times 100\% \quad (1.1)$$

$$ROI = \frac{15000 - 10000}{10000} \times 100\%$$

Bu analitik hesaplamalar, korelasyon analizi, küme analizi ve hayatta kalma analizi gibi yöntemlerle birleşerek personel devrini proaktif olarak izlemeyi, maaş adaletini denetlemeyi ve finansal riskleri optimize etmeyi mümkün kılar.

1.8. Dijital İK'da Tekno-etik Riskler ve Algoritmik Güven

Büyük veri ve yapay zekâ odaklı karar destek sistemlerinin İK süreçlerine dahil edilmesi, organizasyonlar için yalnızca operasyonel kolaylıklar değil, aynı zamanda yönetilmesi gereken ciddi "tekno-etik" riskler de doğurmaktadır. Giermindl et al. (2022) İK analitiği ve yapay zekâ uygulamalarında şeffaflık eksikliğinin çalışanların adalet algısını ve örgütsel bağlılığını olumsuz etkileyebileceğini belirtmektedir. Özellikle "kara kutu" niteliğindeki algoritmaların karar mekanizmalarının yeterince açık ve izlenebilir olmaması, hesap verebilirlik açısından önemli riskler doğurmaktadır.

Kritik Risk Faktörü: Tambe, Cappelli ve Yakubovich (2019) tarafından vurgulandığı üzere, veri odaklı İK yönetiminde önemli risklerden biri, yapay zekânın geçmiş verilerde bulunan insan kaynaklı hataları ve kurumsal önyargıları öğrenerek gelecekteki kararlara yansıtabilmesidir.

Bu nedenle dijital İK ekosisteminde proaktif risk yönetimi: algoritmaların düzenli olarak denetlenmesini, veri minimizasyonu ilkelerine uyulmasını ve veritabanı tabanlı kararlarda "insan gözetimi" mekanizmalarının korunmasını zorunlu kılmaktadır.

1.9. Robotik Süreç Otomasyonu ve Stratejik Uyumun Üçlü Sacayağı

Otomasyon; idari, operasyonel ve teknik süreçleri kapsayarak maliyetleri düşürür ve stratejik görevler için kaynak yaratır. Toropov (2024) günümüz iş dünyasında İK süreçlerinin otomasyonunun kuruluşların etkinliğini ve rekabet gücünü artırmanın temel faktörlerinden biri haline geldiğini belirtmektedir. Modern HRMS ve LMS sistemleri belge akışını, izin yönetimini ve self-servis portallarını otomatikleştirerek İK uzmanlarının operasyonel yükünü azaltır.

Araştırmanın merkezinde yer alan üçüncü sorunsal çerçevesinde; esnek planlama, dijital beceriler ve kurumsal kültür yönetsel birer sacayağı olarak birbirleriyle doğrudan ve dinamik bir etkileşim içindedir. RPA ve otomasyon araçları rutin süreçleri devralarak İK'ya esnek planlama yapabilmesi için ihtiyaç duyduğu zamanı ve operasyonel alanı açar. Esnek planlama ile yönü belirlenen organizasyon, insan analitiği verilerini kullanarak hangi dijital becerilere ihtiyaç duyduğunu tespit eder ve AI tabanlı LMS sistemleriyle bu açığı kapatır. Ancak yetkinliklerin geliştirilmesi ve esnek modellerin uygulanması, yalnızca kurumsal kültürün değişime açık olması, tükenmişlik riskinin yönetilmesi ve dijital araçların çalışan deneyimiyle uyumlu hale getirilmesiyle mümkündür.

Sonuç olarak, yapay zekâ, büyük veri ve otomasyona dayanan bu dönüşüm, insan kaynaklarını çalışanın potansiyelini en üst düzeye çıkaran proaktif bir yapıya kavuşturmaktadır. Ancak başarının anahtarı; esnek planlama, dijital yetkinlikler ve kültürel dönüşümü etik, dengeli ve bütünsel bir risk yönetimi yaklaşımıyla bir araya getirmektir (Murugesan et al., 2023).

1.10. Dijital İK Stratejisi ve Yönetim Kalitesine Etkisi

Dijital dönüşüm süreçlerinin bütünsel bir stratejik perspektifle ele alınması, insan kaynakları uygulamalarının kurumsal yönetim kalitesi üzerindeki makro düzeydeki etkilerini belirlemektedir. Bu bağlamda, dijital araçların ve stratejik yaklaşımların İK süreçlerine entegrasyonu, şirketin genel yönetim kalitesi kriterlerini rekabet gücü, iş sürdürülebilirliği ve geleceğe hazırlık olmak üzere üç temel boyutta katkı sağlamaktadır.

1.11. Rekabet Gücü Boyutu ve Stratejik Esneklik

İnsan kaynakları yönetiminde esnekliğin ve rekabet gücünün gerekliliğini açıklayan temel makroteorik kaynaklardan biri Koşulluluk Teorisi'dir. Burns ve Stalker (1961) ile Lawrence ve Lorsch (1967) tarafından geliştirilen yaklaşımlar, organizasyonel etkinliğin örgütsel yapı ile dış çevrenin gereksinimleri arasındaki uyuma bağlı olduğunu vurgulamaktadır.

Dijital ekonomi çağında rekabet gücü, veriye dayalı proaktif karar alma mekanizmaları ve dış çevre odaklı risklerin zamanında bertaraf edilmesiyle şekillenmektedir. Geleneksel İK'nın operasyonel süreçlerdeki zaman

kayıpları otomasyon ve veri analitiği ile elimine edildiğinde, organizasyon stratejik hamlelere odaklanma hızı kazanır. Esnek çalışma saatleri ve uzaktan/hibrit çalışma formatları, bu doğrultuda kuruluşun iç süreçlerini pazar değişkenliğiyle uyumlu hale getirerek kurumsal esneklik ve dolayısıyla sürdürülebilir bir rekabet avantajı yaratır. Koşulluluk teorisinin savunduğu gibi, evrensel ve tek bir "en iyi" model yerine, dijital araçlarla esnetilmiş İK süreçleri şirketin dış çevre dinamiklerine yanıt verme hızını doğrudan optimize etmektedir.

1.12. İş Sürdürülebilirliği Boyutu ve Kaynakların Korunması Teorisi

Dijital dönüşümün ve yeni çalışma modellerinin getirdiği görünmez risklerden biri olan teknostres ve tükenmişlik, kurumsal sürdürülebilirliği doğrudan tehdit etmektedir. Bu boyutun teorik altyapısı, Stevan Hobfoll'un (1989) Kaynakların Korunması (Conservation of Resources - COR) teorisine dayanmaktadır. COR teorisine göre bireyler, değer verdikleri kaynakları elde etmeye, korumaya ve sürdürmeye çalışmakta; bu kaynakların kaybı veya kayıp tehdidi ise stres sürecinin temel unsurlarından birini oluşturmaktadır.

Yönetim kalitesinin sürdürülebilirliği; Hobfoll'un COR teorisinde belirtilen kaynak kayıplarının well-being programları, kurumsal psikolojik destek ve esnek model yönetimiyle engellenmesi sayesinde güvence altına alınır. Luthans et al. (2007) tarafından tanımlanan psikolojik sermaye (öz yeterlilik, umut, iyimserlik ve dayanıklılık) unsurlarının proaktif İK uygulamalarıyla desteklenmesi, nitelikli insan sermayesinin korunmasını sağlar. Bu koruma, kriz anlarında kurumsal operasyonların kesintisiz devam etmesini ve Maslach ve Leiter (1997) tarafından vurgulanan kronik tükenmişlik risklerinin minimize edilmesini beraberinde getirir. Çalışanın geçici, duygusal, bilişsel ve sosyal kaynaklarının kurumsal düzeyde desteklenmesi, iş sürdürülebilirliğinin temel unsurlarından biridir. Bu kaynaklar ve ilgili destekleme stratejileri Tablo 2'de sunulmaktadır.

Tablo 2. Çalışanın temel kaynakları ve destekleme stratejileri

Kaynak Türü	Akademik Açıklama	Destekleyici Uygulamaları	Stratejik	İK
Geçici Kaynaklar	Çalışma saatlerini ve zamanını bağımsızca düzenleme imkânı.	Esnek çalışma saatleri, uzaktan/hibrit çalışma modelleri.		
Duygusal Kaynaklar	Bireysel enerji, psikolojik sağlamlık ve strese dayanıklılık.	Well-being programları, kurumsal psikolojik destek hizmetleri.		
Bilişsel Kaynaklar	Güncel mesleki beceriler, bilgi birikimi ve teknik yetkinlik.	Yeniden vasıflandırma (reskilling) ve sürekli eğitim süreçleri.		
Sosyal Kaynaklar	Kurumsal destek, dikey ve yatayda sağlıklı iletişim ağları.	Dijital liderlik uygulamaları, çevrimiçi/çevrimdışı takım çalışmaları.		
Statü ve Mesleki Kaynaklar	Mesleki özgüven ve organizasyonel aidiyet hissi.	Yetenek yönetimi, şeffaf performans değerlendirmesi ve kariyer gelişimi.		

Kaynak: Ten Brummelhuis ve Bakker (2012) çalışmasından yararlanılarak hazırlanmıştır.

1.13. Geleceğe Hazırlık Boyutu ve Örgütsel Öğrenme: Reskilling ve Upskilling Stratejileri

Geleceğe hazırlık boyutu, örgütsel öğrenme döngülerinin kurumsallaşması ve sürekli bir upskilling/reskilling ekosisteminin kurulmasıyla mümkün olabilir. Teknolojik sıçramaların yarattığı yetkinlik eksiklikleri, kurumsal eğitimi stratejik bir zorunluluk haline getirmektedir. Bu süreç, teorik düzeyde Argyris ve Schön (1978) tarafından geliştirilen ve detayları Tablo 3'te sunulan Örgütsel Öğrenme modellerine dayanmaktadır.

Tablo 3. Eğitim türleri ve personel geliştirme stratejileri

Öğrenme Döngüsü	Stratejik İçerik	Kurumsal Uygulama Örneği
Tek Devreli Öğrenme	Mevcut kurallar ve normlar dahilindeki hataların düzeltilmesi; mevcut çalışma modelinin temel varsayımları sorgulanmaz.	Güncellenmiş yazılımlara veya İK otomasyon araçlarına ilişkin teknik ve mesleki gelişim kursları.
Çift Devreli Öğrenme	Faaliyet mantığının kökten değişmesi, yerleşik norm, kural ve yaklaşımların yeniden gözden geçirilmesi.	Tamamen yeniden vasıflandırma, dijital formatlara/rollere geçiş ve yeni nesil mesleklerin öğrenilmesi.

Kaynak: Argyris ve Schön'ün (1978) çalışmasından yararlanılarak araştırmacı tarafından derlenmiştir.

Knowles (1984) tarafından geliştirilen Yetişkin Eğitimi (Andragoji) ve Mezirow (1991) tarafından ortaya konan Dönüştürücü Öğrenme ilkelerinin doğru uygulanması, çalışanların dijital çağa uyum yeteneğini artırır. Geleceğe hazır bir liderlik anlayışı (Westerman et al., 2014; Heifetz ve Linsky, 2002), dijital dönüşümü sadece bir teknoloji entegrasyonu olarak değil; süreçlerin, yetkinliklerin ve en önemlisi kurumsal kültürün çift devreli öğrenme mantığıyla sistematik bir değişimi olarak ele alır. Heifetz ve Linsky (2002) tarafından geliştirilen Adaptif Liderlik yaklaşımının gerektirdiği üzere, hazır çözümleri olmayan karmaşık dijitalleşme krizlerinde insanları harekete geçirme yeteneği, kurumsal yapının geleceğe hazırlık seviyesini belirleyen temel faktördür.

Sonuç olarak, dijital araçların İK süreçlerine entegrasyonu yalnızca teknik bir modernizasyon değil, kurumsal yapının dinamik yeteneklerini optimize ederek yönetim kalitesini makro düzeyde artıran bütünsel ve stratejik bir dönüşümdür.

2. YÖNTEM

Bu çalışma, nitel ve kavramsal araştırma yaklaşımı çerçevesinde yapılandırılmış bir literatür taramasına ve karşılaştırmalı kavramsal analize dayanmaktadır. Araştırmanın veri kaynağını Google Akademik (Google Scholar) üzerinden ulaşılan bilimsel yayınlar ve hakemli makaleler oluşturmaktadır. Literatür taramasında “dijital dönüşüm”, “otomasyon”, “yapay zekâ”, “kalite yönetimi”, “kurumsal kültür” ve “stratejik insan kaynakları yönetimi” anahtar kelimeleri kullanılmıştır.

Araştırma kapsamında, çalışmanın kaynakçasında yer alan toplam 32 kaynak analiz edilmiştir. İncelenen kaynakların yayın yılları 1961–2025 arasında değişmektedir. Kaynakların seçiminde, araştırmanın konusu ve araştırma sorularıyla doğrudan ilişkili olması; dijital dönüşüm, stratejik insan kaynakları yönetimi, teknoloji, risk ve yönetim kalitesi boyutlarına katkı sağlaması temel ölçütler olarak dikkate alınmıştır.

Analiz sürecinde ilgili çalışmalar ve teorik yaklaşımlar incelenmiş, karşılaştırılmış, özetlenmiş ve yapılandırılmıştır. Elde edilen bilgiler; Kaynaklara Dayalı Görüş (RBV), Dinamik Yetenekler, Kaynakların Korunması (COR) Teorisi ve Örgütsel Öğrenme gibi temel yönetim kuramları çerçevesinde sentezlenmiş ve kavramsallaştırılmıştır.

3. BULGULAR

Yapılandırılmış literatür taraması ve karşılaştırmalı kavramsal analiz sonucunda, dijital dönüşümün stratejik insan kaynakları yönetimi üzerindeki etkilerine ilişkin 4 temel bulgu ortaya çıkmıştır. Bulgular, dijital dönüşümün İK'nın kurumsal rolü üzerindeki etkisi, dijital teknolojilerin birbirini tamamlayan işlevleri, dönüşüm başarısını belirleyen stratejik unsurlar ve dijital İK'nın yönetim kalitesine katkıları çerçevesinde değerlendirilmiştir.

3.1. Dijital Dönüşümün İK'nın Kurumsal Rolüne Etkisi

Literatür sentezi sonucunda, dijital dönüşümün İK'nın kurumsal rolünü değiştirdiği görülmektedir. İK, operasyonel ve idari bir birim olmaktan çıkarak stratejik karar süreçlerine katkı sağlayan bir iş ortağına dönüşmektedir. Bununla birlikte, insan sermayesi riskleri kurumsal risk yönetiminin bir parçası haline gelmektedir. Bu bağlamda İK'nın yeni rolü yalnızca mevcut süreçleri dijitalleştirmek değil, aynı zamanda kurumsal değişim ve adaptasyon kapasitesini yönetmektir.

3.2. Dijital Teknolojilerin Tamamlayıcı Roller

Elde edilen bulgular, dijital teknolojilerin İK süreçlerinde farklı fakat birbirini tamamlayan roller üstlendiğini göstermektedir. Otomasyon, rutin işlemleri hızlandırarak operasyonel yükü azaltmaktadır. İnsan analitiği, mevcut durumun ölçülmesini ve kararların veriye dayalı hale getirilmesini sağlamaktadır. Yapay zekâ ise tahmin, eşleştirme ve erken uyarı süreçlerini desteklemektedir. Bununla birlikte, teknolojik araçların tek başına stratejik dönüşüm sağlamadığı; bu araçların İK stratejisi ve insan gözetimiyle bütünleştirilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

3.3. Dijital Dönüşüm Başarısını Belirleyen Stratejik Unsurlar

Literatür sentezi, dijital dönüşüm başarısının üç temel stratejik unsurun birlikte yönetilmesine bağlı olduğunu göstermektedir. Esnek planlama, değişen koşullara hızlı uyumu sağlarken, dijital beceriler, teknolojik kapasitenin etkin biçimde kullanılmasını mümkün kılmaktadır. Kurumsal kültür ise çalışanların dönüşümü benimsemesini ve yeni çalışma biçimlerine uyum sağlamasını desteklemektedir. Bu unsurlardan birinin eksik kalması, teknoloji yatırımlarının beklenen kurumsal değere dönüşmesini sınırlandırabilmektedir.

3.4. Dijital İK'nın Yönetim Kalitesine Katkısı

Bulgular, dijital İK'nın yönetim kalitesini üç temel boyutta desteklediğini ortaya koymaktadır. İlk olarak, hızlı ve veriye dayalı karar alma süreçleri kurumların rekabet gücünü desteklemektedir. İkinci olarak, insan sermayesinin korunması ve operasyonel devamlılığın sağlanması iş sürdürülebilirliğine katkıda bulunmaktadır. Üçüncü olarak, sürekli öğrenme, reskilling/upskilling uygulamaları ve adaptif liderlik kurumların geleceğe hazırlık kapasitesini güçlendirmektedir.

3.5. 3-3-3 Dijital İK Kavramsal Modeli

Literatür sentezinden elde edilen bulgular doğrultusunda, çalışmanın kavramsal çerçevesi üç stratejik dönüşüm alanı, üç dijital teknoloji ve üç yönetim kalitesi çıktısını bütünleştiren **3-3-3 Dijital İK Modeli** ile özetlenmektedir. Modelin stratejik dönüşüm alanlarını esnek planlama, dijital beceriler ve kurumsal kültür; dijital teknoloji boyutunu otomasyon, yapay zekâ ve insan analitiği; yönetim kalitesi çıktıları ise rekabet gücü, iş sürdürülebilirliği ve geleceğe hazırlık oluşturmaktadır. Bu çerçevede çalışmanın temel bulgusu, yönetim kalitesinin yalnızca teknoloji yatırımlarıyla değil, strateji, teknoloji ve insan odaklı uygulamaların bütünlük biçimde yönetilmesiyle desteklenebileceğidir.

Tablo 4. 3-3-3 Dijital İK Kavramsal Modeli

Stratejik Dönüşüm Alanları	Dijital Teknolojiler	Yönetim Kalitesi Çıktıları
Esnek planlama	Otomasyon	Rekabet gücü
Dijital beceriler	Yapay zeka	İş sürdürülebilirliği
Kurumsal kültür	İnsan analitiği	Geleceğe hazırlık

Kaynak: Yazar tarafından literatür sentezi doğrultusunda oluşturulmuştur.

Not: Tablodaki satırlar, unsurlar arasında bire bir veya doğrusal bir eşleştirmeyi göstermemektedir. Her bir stratejik dönüşüm alanı, dijital teknoloji ve yönetim kalitesi çıktısı, model içerisinde karşılıklı ve bütünlük bir

etkileşim içindedir.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, dijital dönüşüm çağında stratejik insan kaynakları yönetiminin kurumsal yönetim kalitesi üzerindeki etkileri sistematik literatür taraması ve karşılaştırmalı analiz yöntemiyle incelenmiştir. Çalışmada yönetim kalitesi; rekabet gücü, iş sürdürülebilirliği ve geleceğe hazırlık boyutları çerçevesinde ele alınmıştır. Elde edilen bulgular, dijital dönüşümün İK'nın yalnızca operasyonel süreçlerini değil, kurumsal rolünü ve stratejik karar alma kapasitesini de dönüştürdüğünü göstermektedir.

Araştırma sonucunda, otomasyonun, yapay zekânın ve insan analitiğinin İK süreçlerinde farklı fakat birbirini tamamlayan işlevlere sahip olduğu belirlenmiştir. Otomasyon, rutin süreçlerin hızlandırılmasını ve operasyonel yükün azaltılmasını sağlarken; insan analitiği veriye dayalı karar alma süreçlerini desteklemekte, yapay zekâ ise tahmin, eşleştirme ve erken uyarı gibi daha ileri düzey uygulamalara katkı sağlamaktadır. Bununla birlikte, teknolojik araçların tek başına stratejik dönüşüm için yeterli olmadığı; bu araçların İK stratejisi ve insan gözetimiyle bütünleştirilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

Çalışmanın bir diğer temel sonucu, dijital dönüşüm başarısının esnek planlama, dijital beceriler ve kurumsal kültürün birlikte yönetilmesine bağlı olmasıdır. Esnek planlama, kurumların değişen koşullara hızlı uyum sağlamasını; dijital beceriler ise teknolojik kapasitenin etkin kullanılmasını ve kurumsal kültürün çalışanların dönüşümü benimsemesini desteklemektedir. Bu unsurlardan birinin yetersiz kalması, teknoloji yatırımlarının beklenen kurumsal değere dönüşmesini sınırlayabilmektedir.

Bu doğrultuda, çalışmada geliştirilen 3-3-3 Dijital İK Modeli; stratejik dönüşüm alanlarını, dijital teknolojileri ve yönetim kalitesi çıktılarını bütünsel bir çerçevede ele almaktadır. Model, sürdürülebilir dijital İK dönüşümünün yalnızca teknoloji yatırımlarına değil, strateji, teknoloji ve insan odaklı uygulamaların birlikte yönetilmesine de dayandığını ortaya koymaktadır.

Sonuç olarak, dijital teknolojiler İK süreçlerini hızlandırabilmekte ve karar alma kapasitesini geliştirebilmektedir. Ancak sürdürülebilir kurumsal değer, teknolojinin esnek planlama, dijital yetkinlikler, etik yönetim ve çalışan odaklı bir kurumsal kültürle bütünleştirilmesiyle ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle sürdürülebilir dijital İK dönüşümü; **teknoloji, insan ve stratejinin bütünsel biçimde yönetilmesini gerektirmektedir.**

4.1. Araştırma Sorularının Yanıtları

Önerilen kavramsal çerçeve, dijital İK stratejileri, örgütsel öğrenme ve kurumsal yönetim kalitesi üzerine literatürde ayrı ayrı ele alınan yaklaşımları bütünleştirerek yönetim teorisine katkıda bulunmakta ve araştırmanın dört temel sorusuna şu yanıtları sunmaktadır:

Araştırmanın birinci sorusuna yanıt olarak; dijital dönüşüm, insan kaynakları yönetimini geleneksel ve operasyonel bir yapıdan stratejik, veri odaklı ve proaktif bir yönetime dönüştürmektedir. Dijital teknolojilerin kullanımı sayesinde İK birimleri yalnızca idari süreçleri yürüten bir departman olmaktan çıkmakta; stratejik karar alma, risk yönetimi ve organizasyonel değişimin yönetiminde aktif rol üstlenmektedir. Yapay zekâ, veri analitiği ve otomasyon sistemleri sayesinde karar alma süreçleri hızlanmakta, dış çevredeki değişimlere uyum sağlama kapasitesi artmakta ve insan kaynakları organizasyonun rekabet avantajını destekleyen stratejik bir fonksiyon haline gelmektedir.

Araştırmanın ikinci sorusuna yanıt olarak: otomasyon, veri analitiği ve yapay zekâ, insan kaynakları süreçlerinde farklı fakat birbirini tamamlayan işlevlere sahiptir. Otomasyon, tekrarlayan ve zaman alan operasyonel işlemleri hızlandırarak verimliliği artırmaktadır. Veri analitiği, çalışan performansı, yetenek yönetimi ve iş gücü planlaması gibi alanlarda yöneticilere veri temelli karar alma olanağı sunarken, yapay zekâ aday seçimi, performans değerlendirme ve geleceğe yönelik tahminler gibi daha karmaşık süreçleri desteklemektedir.

Araştırmanın üçüncü sorusuna yanıt olarak; esnek planlama, dijital becerilerin geliştirilmesi ve dijital kurum kültürü birbirini tamamlayan ve karşılıklı etkileşim içinde olan üç temel stratejik unsurdur. Esnek planlama, organizasyonun değişen koşullara hızlı uyum sağlamasını mümkün kılarken, çalışanların dijital yetkinliklerinin sürekli geliştirilmesi de bu uyum sürecini desteklemektedir. Dijital dönüşümü destekleyen açık iletişim, sürekli öğrenme ve yenilik odaklı kurum kültürü ise hem esnek planlamanın hem de dijital becerilerin etkin biçimde uygulanmasını sağlamaktadır. Bu üç unsur birlikte değerlendirildiğinde, organizasyonun sürdürülebilir rekabet gücü ve krizlere karşı dayanıklılığı önemli ölçüde artmaktadır.

Araştırmanın dördüncü sorusuna yanıt olarak, dijital araçların insan kaynakları süreçlerine entegrasyonu, organizasyonun genel yönetim kalitesinin artırılmasına katkı sağlamaktadır. Dijital sistemler sayesinde karar alma süreçleri hızlanmakta, veri doğruluğu artmakta ve süreçler daha şeffaf ve ölçülebilir hale gelmektedir. Aynı zamanda çalışan performansının izlenmesi, yetenek yönetimi, eğitim planlaması ve stratejik iş gücü yönetimi daha etkin biçimde yürütülmektedir. Böylece yönetsel verimlilik artmakta, kaynak kullanımı optimize edilmekte ve organizasyonun değişen iş ortamına uyum sağlama kapasitesi güçlenmektedir.

4.2. Tartışma

Bu çalışmanın bulguları, literatürdeki mevcut araştırmalarla önemli ölçüde paralellik göstermektedir. Araştırmada dijital teknolojilerin İK süreçlerindeki dönüştürücü rolüne ilişkin elde edilen sonuçlar, Alsaif ve Aksoy'un (2023) ve Ullah ve arkadaşlarının (2025) yapay zekânın insan kaynakları yönetimindeki kullanımına ilişkin değerlendirmelerini desteklemektedir. Bununla birlikte, bu çalışma dijital teknolojileri yalnızca operasyonel verimlilik sağlayan araçlar olarak değil, insan sermayesi risklerinin yönetilmesine ve kurumsal adaptasyon kapasitesinin geliştirilmesine katkı sağlayan stratejik unsurlar olarak ele almaktadır.

Bu yaklaşım, Kaynaklara Dayalı Görüş (Barney, 1991) ve Dinamik Yetenekler yaklaşımı (Teece et al., 1997) ile birlikte değerlendirildiğinde, teknolojik kapasitenin tek başına sürdürülebilir rekabet avantajı oluşturmak için yeterli olmadığını göstermektedir. Teknolojik kaynakların kurumsal yetkinlikler, çalışan becerileri ve değişen çevresel koşullara uyum kapasitesiyle bütünleştirilmesi gerekmektedir.

Çalışmanın bulguları aynı zamanda McKinsey & Company'nin (2018) dijital dönüşüm projelerindeki yüksek başarısızlık oranlarına ilişkin değerlendirmeleriyle de örtüşmektedir. Bu durum, dijital dönüşümün yalnızca yazılım veya teknolojik altyapı yatırımlarından ibaret olmadığını; esnek planlama, dijital yetkinlikler ve kurumsal kültürün eş zamanlı biçimde geliştirilmesini gerektirdiğini göstermektedir.

Bunun yanında Giermindl ve arkadaşlarının (2022) vurguladığı tekno-etik riskler ve “kara kutu” problemi ile Tambe ve arkadaşlarının (2019) algoritmik önyargıya ilişkin değerlendirmeleri, yapay zekâ destekli İK uygulamalarında insan gözetimi, şeffaflık, algoritmik adalet ve veri gizliliğinin önemini ortaya koymaktadır. Hobfoll'un (1989) Kaynakların Korunması (COR) Teorisi açısından değerlendirildiğinde ise dijitalleşmenin çalışanlar üzerinde oluşturabileceği teknostres, tükenmişlik ve kaynak kaybı risklerinin yönetilmesinin, sürdürülebilir dijital dönüşüm açısından teknolojik altyapı kadar önemli olduğu görülmektedir.

4.3. Çalışmanın Özgün Katkısı

Çalışmanın kuramsal katkısı, dijital teknolojileri, İK stratejisini ve yönetim kalitesini bütünleşik bir çerçevede ele almasından kaynaklanmaktadır. Dijital İK yalnızca operasyonel verimliliği artıran bir araç olarak değil, insan sermayesi risklerinin yönetilmesine katkı sağlayan stratejik bir mekanizma olarak da konumlandırılmıştır. Ayrıca teknolojik dönüşüm ile çalışan refahı, etik riskler ve örgütsel öğrenme arasındaki ilişkinin aynı kavramsal yapı içinde değerlendirilmesi, dijital İK dönüşümünün insan odaklı boyutunu görünür hale getirmektedir.

Çalışmanın yönetsel katkısı ise yöneticilere dijital İK dönüşümünü üç temel alanda değerlendirebilecekleri bütünleşik bir yaklaşım sunmasıdır. Önerilen 3-3-3 Dijital İK Modeli, teknoloji yatırımlarının dijital yetkinlik, kurumsal kültür ve insan gözetimiyle birlikte değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymakta ve kuruluşların kendi

dijital İK olgunluk düzeylerini değerlendirebilmeleri için kavramsal bir öz değerlendirme çerçevesi sunmaktadır. Bu doğrultuda dijital İK dönüşümü, yalnızca bir yazılım veya teknoloji projesi olarak değil; **teknoloji, insan ve stratejinin birlikte yönetildiği kurumsal bir dönüşüm süreci** olarak değerlendirilmelidir.

4.4. Yöneticiler İçin Öneriler

Araştırmanın bulguları doğrultusunda yöneticilere yönelik aşağıdaki öneriler geliştirilmiştir:

1. Dijital İK yatırımlarına başlamadan önce kurumun veri altyapısı, çalışanların dijital yetkinlik düzeyi ve kurumsal kültürün dönüşüme hazırlık düzeyi değerlendirilmelidir.
2. Otomasyon, yapay zekâ ve insan analitiği birbirinden bağımsız sistemler olarak değil, ortak bir İK stratejisini destekleyen tamamlayıcı teknolojiler olarak uygulanmalıdır.
3. Çalışanların dijital yetkinlik açıkları düzenli olarak ölçülmeli ve belirlenen ihtiyaçlar doğrultusunda reskilling ve upskilling programları geliştirilmelidir.
4. Teknostres, tükenmişlik ve çalışan direnci, dijital dönüşüm sürecinin temel insan sermayesi risk göstergeleri arasında değerlendirilerek düzenli biçimde izlenmelidir.
5. Yapay zekâ destekli İK kararlarında şeffaflık, algoritmik adalet, veri gizliliği ve insan gözetimi sağlanmalıdır.
6. Dijital dönüşüm performansı yalnızca maliyet ve süreç hızı gibi operasyonel göstergelerle değil; çalışan refahı, iş sürdürülebilirliği ve geleceğe hazırlık göstergeleriyle birlikte değerlendirilmelidir.

4.5. Sınırlılıklar ve Gelecek Çalışmalar

Bu çalışma, dijital dönüşüm ile stratejik insan kaynakları yönetimi arasındaki ilişkileri literatür taramasına dayalı bir kavramsal çerçevede ele almaktadır. Bu nedenle çalışmada geliştirilen 3-3-3 Dijital İK Modeli'nin uygulamadaki sonuçları ampirik olarak test edilmemiştir. Ayrıca literatürde ortaya konulan ilişkilerin farklı sektörler, kurum büyüklükleri ve örgütsel bağlamlarda farklılık gösterebileceği dikkate alınmalıdır.

Gelecekte yapılacak araştırmalarda, bu çalışmada geliştirilen teorik ve kavramsal çerçevenin ampirik verilerle değerlendirilmesi önerilmektedir. Bu doğrultuda, İK uzmanları ve farklı sektörlerde görev yapan yöneticilerle yarı yapılandırılmış mülakatlar gerçekleştirilebilir; elde edilen nitel veriler ise içerik veya tematik analiz yöntemleriyle incelenebilir. Böylece 3-3-3 Dijital İK Modeli'nin uygulamadaki karşılığı değerlendirilebilir ve farklı sektörel bağlamlarda modelin geliştirilmesine yönelik yeni bulgular elde edilebilir.

KAYNAKLAR

- Alsaif, A. A., & Aksoy, M. S. (2023). AI-HRM: Artificial intelligence in human resource management: A literature review. *Journal of Computing and Communication*, 2(2), 1–7. <https://doi.org/10.21608/jocc.2023.307053>
- Argyris, C., & Schön, D. A. (1978). *Organizational learning: A theory of action perspective*. Addison-Wesley.
- Aydın, E., & Turan, M. (2023). An AI-based shortlisting model for sustainability of human resource management. *Sustainability*, 15(3), 2737.
- Aven, T. (2010). On how to define, understand and describe risk. *Reliability Engineering & System Safety*, 95(6), 623–631.
- Barney, J. B. (1991). Firm resources and sustained competitive advantage. *Journal of Management*, 17(1), 99–120.
- Bondarouk, T., Parry, E., & Furtmueller, E. (2017). Electronic HRM: Four decades of research on adoption and consequences. *The International Journal of Human Resource Management*, 28(1), 98–131.

<https://doi.org/10.1080/09585192.2016.1245672>

- Burns, T., & Stalker, G. M. (1961). *The management of innovation*. Tavistock Publications.
- Crowe, T. J., Fong, P. M., Bauman, T. A., & Zayas-Castro, J. L. (2002). Quantitative risk level estimation of business process reengineering efforts. *Business Process Management Journal*, 8(5), 490–511.
- Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission. (2017). *Enterprise risk management: Integrating with strategy and performance*.
- Fitz-enz, J. (2010). *The new HR analytics: Predicting the economic value of your company's human capital investments*. AMACOM.
- Giermindl, L. M., Strich, F., Christ, O., Leicht-Deobald, U., & Redzepi, A. (2022). The dark sides of people analytics: Reviewing the perils for organisations and employees. *European Journal of Information Systems*, 31(3), 410–435.
- Graham, J. D., & Wiener, J. B. (Eds.). (1995). *Risk vs. risk: Tradeoffs in protecting health and the environment*. Harvard University Press.
- Heifetz, R. A., & Linsky, M. (2002). *Leadership on the line: Staying alive through the dangers of leading*. Harvard Business School Press.
- Hobfoll, S. E. (1989). Conservation of resources: A new attempt at conceptualizing stress. *American Psychologist*, 44(3), 513–524.
- Inamdar, S. P., & Abhi, S. (2021). The evolution and growth of HR analytics: ROI based approach. *International Journal of Trend in Scientific Research and Development*, 5(4), 1733–1737.
- International Organization for Standardization. (2018). *ISO 31000:2018 risk management-Guidelines*.
- Knowles, M. S. (1984). *The adult learner: A neglected species* (3rd ed.). Gulf Publishing.
- Lawrence, P. R., & Lorsch, J. W. (1967). *Organization and environment: Managing differentiation and integration*. Harvard University Press.
- Lengnick-Hall, C. A., Beck, T. E., & Lengnick-Hall, M. L. (2011). Developing a capacity for organizational resilience through strategic human resource management. *Human Resource Management Review*, 21(3), 243–255.
- Luthans, F., Youssef, C. M., & Avolio, B. J. (2007). *Psychological capital: Developing the human competitive edge*. Oxford University Press.
- Marr, B. (2018). *Data-driven HR: How to use analytics and metrics to drive performance*. Kogan Page.
- Maslach, C., & Leiter, M. P. (1997). *The truth about burnout: How organizations cause personal stress and what to do about it*. Jossey-Bass.
- McKinsey & Company. (2018, October 29). *Unlocking success in digital transformations*. McKinsey & Company.
- Meyer, M., Roodt, G., & Robbins, M. (2011). Human resources risk management: Governing people risks for improved performance. *SA Journal of Human Resource Management*, 9(1), Article 366. <https://doi.org/10.4102/sajhrm.v9i1.366>
- Mezirow, J. (1991). *Transformative dimensions of adult learning*. Jossey-Bass.
- Murugesan, U., Subramanian, P., Srivastava, S., & Dwivedi, A. (2023). A study of artificial intelligence impacts

on human resource digitalization in Industry 4.0. *Decision Analytics Journal*, 7, 100249.
<https://doi.org/10.1016/j.dajour.2023.100249>

Tambe, P., Cappelli, P., & Yakubovich, V. (2019). Artificial intelligence in human resources management: Challenges and a path forward. *California Management Review*, 61(4), 15–42.
<https://doi.org/10.1177/0008125619867910>

Teece, D. J., Pisano, G., & Shuen, A. (1997). Dynamic capabilities and strategic management. *Strategic Management Journal*, 18(7), 509–533.

Ten Brummelhuis, L. L., & Bakker, A. B. (2012). A resource perspective on the work-home interface: The work-home resources model. *American Psychologist*, 67(7), 545–556.

Toropov, K. A. (2024). Avtomatizatsiya HR-protsessov v sovremennykh kompaniyakh: Put' k effektivnomu upravleniyu personalom [Automation of HR processes in modern companies: A path to effective personnel management]. *Vestnik nauki*, 6(75), 4, 301–313.

Ullah, M., Din, M. U., Khan, F., & Mushtaq, S. (2025). Artificial intelligence in human resource management: A case of information technology sector of Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan. *Journal of Political Stability Archive*, 3(1), 1099–1117.

Westerman, G., Bonnet, D., & McAfee, A. (2014). *Leading digital: Turning technology into business transformation*. Harvard Business Review Press.

EKONOMİ GÜVENLİĞİNDE NADİR TOPRAK ELEMENTLERİ VE TÜRKİYE’NİN POTANSİYELİ

Dr. Öğr.Üyesi Nuran H. BELET,
Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, İ.İ.B.F., İktisat Bölümü
nuran.belet@hbv.edu.tr, [ORCID: 0000-0003-0394-6339](https://orcid.org/0000-0003-0394-6339)

Özet

Geleneksel enerji rejimlerinin karbon salınımları ve fosil kaynak kıtlığı nedeniyle krize girmesi, küresel ölçekte yeşil ve dijital **"ikiz dönüşüm"** paradigmalarını zorunlu kılmıştır. Bu köklü yapısal değişim; rüzgâr türbinleri, elektrikli araçlar, yapay zekâ donanımları, mikroçipler ve gelişmiş telekomünikasyon ağları gibi düşük karbonlu ileri teknolojilere olan bağımlılığı artırmaktadır. Ancak bu temiz teknolojilerin kesintisiz çalışabilmesi, periyodik tablonun lantanitler serisini ve eşlik eden stratejik metalleri kapsayan **Nadir Toprak Elementlerine (NTE)** doğrudan bağımlıdır. NTE'ler, entegre edildikleri sistemlerde performans, koersivite, ısıl kararlılık ve korozyon direncini artıran **"kritik eşik"** işlevi gördükleri için modern ekonomilerin temel unsurları olarak görülmektedirler. Bu elementlerin savunma sanayiindeki ikame edilemez rolleri (F-35 savaş uçakları, Aegis Spy-1 radar sistemleri, Patriot füzeleri ve güdümlü mühimmatlar) konuyu doğrudan bir **ulusal güvenlik** ve **ekonomik güvenlik** meselesi haline getirmiştir. Fosil yakıtlara bağımlılığı azaltma arayışları, küresel jeopolitiğin ağırlık merkezini hidrokarbonlardan kritik hammaddelere kaydırarak NTE'leri adeta **"21. yüzyılın yeni petrolü"** konumuna yükseltmiştir. NTE piyasalarındaki en büyük ekonomik güvenlik tehdidi, jeolojik kıtlıktan ziyade **"Nadirliğin Paradoksu"** (*The Paradox of Rarity*) ve asimetrik pazar yoğunlaşmasıdır. Jeolojik olarak yer kabuğunda bakır veya kurşun kadar bol bulunmalarına rağmen, ekonomik tenörlü yatakların son derece kısıtlı ve dağınık olması, ayrıştırma proseslerinin yüksek kimyasal/çevresel maliyetleri arz güvenliğini tehdit edebilmektedir. Bu çalışmada son yıllarda yeşil ekonomi içinde önemi giderek artan nadir toprak elementlerinin ekonomi güvenliği içindeki enerji arz güvenliği, enerji bağımlılığı ve üretimin sürdürülebilirliği ele alınacaktır. Özellikle dijitalleşme ve yeşil ekonomi perspektifinden ülkelerin bu elementlere sahip olması ya da kullanılır teknolojilere sahip olmaları ekonomi güvenlikleri bağlamında değerlendirilecektir. Çalışmada ayrıca Türkiye'nin nadir toprak element rezervi ve bunun stratejik olarak ekonomi güvenliğine getirdiği fırsatlar ve zorluklar sınai ve çevresel detaylarıyla ele alınacaktır.

Anahtar Kelimeler: Ekonomi güvenliği, Nadir Toprak Elementleri, yeşil ekonomi, değer zinciri.

RARE EARTH ELEMENTS IN ECONOMIC SECURITY AND TURKEY’S POTENTIAL**Dr. Öğr.Üyesi Nuran H. BELET,****Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, İ.İ.B.F., İktisat Bölümü****nuran.belet@hbv.edu.tr, ORCID: 0000-0003-0394-6339****Abstract**

The crisis facing traditional energy systems—driven by carbon emissions and the scarcity of fossil fuels—has made the green and digital “twin transition” paradigms imperative on a global scale. This profound structural shift is increasing dependence on low-carbon advanced technologies such as wind turbines, electric vehicles, artificial intelligence hardware, microchips, and advanced telecommunications networks. However, the uninterrupted operation of these clean technologies is directly dependent on Rare Earth Elements (REEs), which encompass the lanthanide series of the periodic table and associated strategic metals. REEs are considered fundamental to modern economies because they serve as a “critical threshold” that enhances performance, coercivity, thermal stability, and corrosion resistance in the systems into which they are integrated. The irreplaceable roles these elements play in the defense industry (F-35 fighter jets, Aegis Spy-1 radar systems, Patriot missiles, and guided munitions) have made this issue a matter of direct national and economic security. Efforts to reduce dependence on fossil fuels have shifted the center of gravity in global geopolitics from hydrocarbons to critical raw materials, effectively elevating NTE’s to the status of “the new oil of the 21st century.” The greatest economic security threat in NTE markets stems not from geological scarcity but from “The Paradox of Rarity” and asymmetric market concentration. Although they are geologically as abundant in the Earth’s crust as copper or lead, the extreme scarcity and dispersion of economically viable deposits, coupled with the high chemical and environmental costs of extraction processes, can threaten supply security. This study will examine the role of rare earth elements—whose importance within the green economy has been growing in recent years—in economic security, specifically in terms of energy supply security, energy dependence, and the sustainability of production. In particular, from the perspectives of digitalization and the green economy, the possession of these elements or the technologies that utilize them by various countries will be evaluated in the context of their economic security. The study will also examine Turkey’s rare earth element reserves and the strategic opportunities and challenges they present for economic security, with a focus on industrial and environmental details.

Keywords: Economic security, rare earth elements, green economy, value chain.

GİRİŞ

Fosil yakıtlara dayalı küresel enerji rejimleri geçerliliğini ve önemini korumakla birlikte, neden oldukları iklim krizi ve tedarik zinciri kırılganlıkları, modern ekonomileri yeşil ve dijital “ikiz dönüşüm” süreçlerine yöneltmektedir. 21. yüzyılın küresel ekonomik düzeninde enerji, teknoloji ve doğal kaynaklar arasındaki ilişkiler yeniden şekillenmektedir. İklim değişikliğiyle mücadele, dijitalleşme ve düşük karbonlu üretim hedefleri, ülkelerin enerji ve sanayi politikalarında köklü bir dönüşümü beraberinde getirirken ekonomik güvenliğin kapsamını da genişletmektedir. Nadir Toprak Elementleri(NTE)’nin az miktarda kullanılması, ürünlerin işlevselliğini ve performansını önemli ölçüde artırabilmektedir; yüksek teknoloji ürünlerinde de kullanım miktarı çoğu zaman sınırlıdır.

Geleneksel olarak enerji arzının sürekliliği ve fosil yakıtlara erişim üzerinden tanımlanan güvenlik yaklaşımı, günümüzde kritik hammaddelere, ileri teknolojilere ve bunların üretiminde kullanılan stratejik girdilere erişimin güvence altına alınmasını da içeren daha kapsamlı bir çerçeveye evrilmektedir. Bu dönüşüm, doğal kaynakların yalnızca ekonomik bir üretim girdisi değil, aynı zamanda ulusal rekabet gücünü ve stratejik özerkliği etkileyen unsurlar olarak değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır (Belet, 2026).

Yeşil ve dijital dönüşümün hız kazanması, bu yeni ekonomik güvenlik alanının en önemli bileşenlerinden biri olan kritik minerallere yönelik talebi belirgin biçimde artırmaktadır. Rüzgâr türbinleri, güneş panelleri, elektrikli araçlar, enerji depolama sistemleri, yapay zekâ uygulamaları, mikroelektronik ve gelişmiş haberleşme teknolojileri gibi çok sayıda stratejik sektör, belirli mineral ve metal girdilerine bağımlı durumdadır. Bu bağlamda NTE, teknolojik özellikleri ve ikame edilmelerinin güçlüğü nedeniyle özel bir konuma sahiptir. Dolayısıyla düşük karbonlu ve yüksek teknolojiye dayalı yeni ekonomik yapıya geçiş, fosil yakıtlara bağımlılığı azaltırken, kritik hammaddelerin tedarikine ilişkin yeni ve farklı nitelikte bağımlılık ilişkileri ortaya çıkarmaktadır.

Bu çalışma, söz konusu ilişkiden hareketle NTE’lerin küresel ekonomi güvenliği içerisindeki konumunu ve kritik değer zincirlerinin ekonomik ve stratejik sonuçlarını ele almaktadır. Çalışma kapsamında, Türkiye’de Eskişehir Beylikova’da bulunan 694 milyon tonluk kompleks cevher yatağının ekonomi güvenliği perspektifinden dikey entegrasyon potansiyeli, karşı karşıya olduğu sınai ve ekolojik engellerle birlikte analiz edilmekte; Türkiye için bütüncül bir stratejik hammadde yönetim çerçevesi önerilmektedir.

1. EKONOMİ GÜVENLİĞİNİN TANIMI

Ekonomi ve güvenlik disiplinlerinin kesişiminde yer alan “ekonomi güvenliği” kavramı, neoliberal iktisat kuramlarının vurguladığı salt piyasa verimliliği ve serbest ticaret ekseninin ötesinde, devletlerin stratejik egemenliklerini koruma kapasitesini ifade eden sonuçsal ve dinamik bir kavramdır (Belet, 2026). Neoliberal küreselleşme süreci, son kırk yıl boyunca üretim süreçlerini “en ucuz kaynaktan tedarik” ve dikey montaj zincirleri üzerinden optimize etmiş; ancak bu durum küresel ölçekte asimetrik bağımlılıklar ve kırılganlıklar üretmiştir (Touraine, 2010). Ekonomi güvenliği, bir ulusun makroekonomik istikrarını, yerli sınai üretimin sürekliliğini, kritik altyapı güvenliğini ve dış şoklara karşı koyabilme kapasitesini kapsamaktadır. Güvenlik kavramının bu iktisadi boyutu, tehditlerin askerî alandan ticari, finansal ve hammadde kısıtlamaları alanına kaydığı, “gri tonları” barındıran kesintisiz bir gerilim ve müzakere sürecidir (Belet, 2026; Erkan, 2024). Bu bağlamda, kritik hammaddelere erişim ve bunları dikey entegrasyon yoluyla katma değerli uç ürünlere dönüştürme yeteneği, ulusal ekonomik bağımsızlık ve güvenlik açısından temel belirleyicilerden biri hâline gelmektedir

2. NADİR TOPRAK ELEMENTLERİ VE YAPISAL ÖZELLİKLERİ

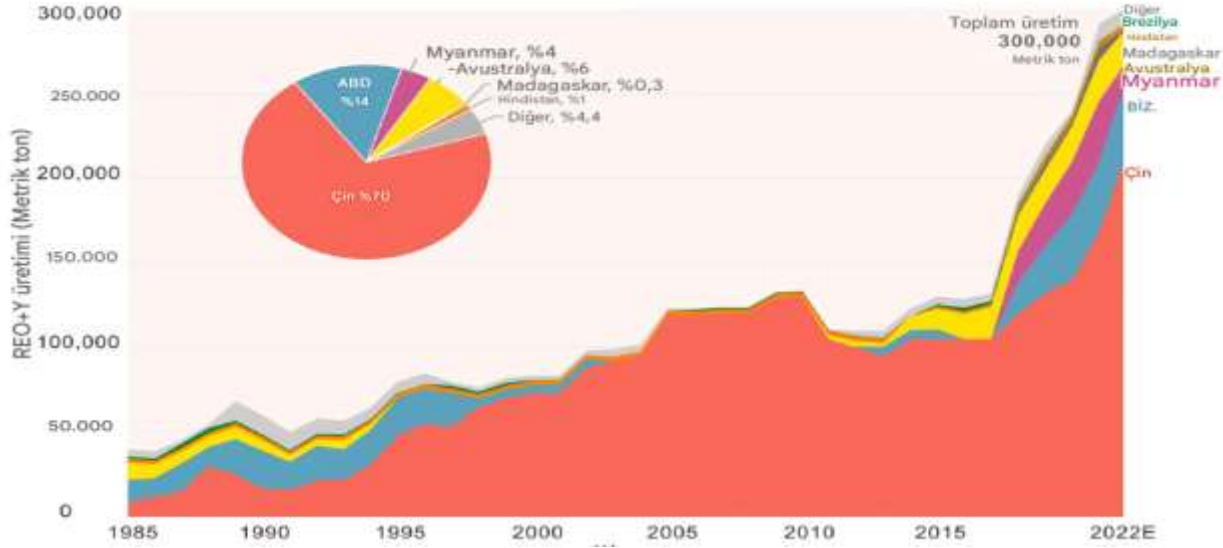
Nadir Toprak Elementleri (NTE), modern yüksek teknoloji ekosisteminin, savunma sanayisinin ve düşük karbonlu enerji dönüşümünün gereksinim duyduğu stratejik girdiler arasında yer alan, fiziksel ve kimyasal özellikleri bakımından birbirine büyük ölçüde benzeyen bir element grubudur (Aslan & Say, 2022; Belet, 2025). Periyodik tablonun lantanitler serisinde bulunan, atom numarası 57 olan lantan (La) ile atom numarası 71 olan lütesyum (Lu) arasındaki 15 elemente; benzer kristalografik ve iyonik özellikleri ile doğal ortamlarda aynı mineral oluşumları içerisinde birlikte bulunabilmeleri nedeniyle atom numarası 21 olan skandiyum (Sc) ve atom numarası 39 olan itriyumun (Y) eklenmesiyle toplam 17 element NTE grubu içerisinde değerlendirilmektedir (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2025; Sanayi Genel Müdürlüğü, 2020).

NTE'lerin teknolojik öneminin temelinde, özellikle elektron yapılarından kaynaklanan ve onları diğer metalik elementlerden farklılaştıran manyetik, optik, katalitik, termal ve elektriksel özellikleri bulunmaktadır (Fan vd., 2023; Pitron, 2024). Bu özgün özellikler, NTE'lerin ileri teknoloji uygulamalarında kullanılan çeşitli malzeme ve bileşenlerin performansını artırmasına olanak sağlamaktadır. NTE içeren malzemeler; düşük ağırlık, yüksek sıcaklık dayanımı, korozyona karşı direnç ve mekanik aşınmaya dayanıklılık gibi özelliklerin aynı bileşim içerisinde elde edilmesine katkıda bulunarak elektronik, savunma, enerji ve diğer yüksek teknoloji sektörlerinde kritik bir işlev üstlenmektedir. Bu nedenle NTE'ler, teknolojik sistemlerde düşük miktarlarda kullanılmalarına karşın nihai ürünlerin işlevselliği ve performansı üzerindeki belirleyici etkileri nedeniyle literatürde “teknolojik vitaminler” veya “sanayinin baharatları” şeklinde nitelendirilmektedir (Belet, 2025; Pitron, 2024).

Terminolojide yer alan “nadir” (rare) ifadesi, bu elementlerin yer kabuğundaki jeolojik mevcudiyetlerinin azlığından veya fiziksel kıtlığından ziyade, cevherlerin kimyasal olarak işlenmesi, zenginleştirilmesi ve bireysel saf oksitler hâlinde ayrıştırılmasının taşıdığı güçlüklerden kaynaklanmaktadır (Klinger, 2018; Sanayi Genel Müdürlüğü, 2020). Doğal kaynaklar ekonomisinde “Nadirliğin Paradoksu” (The Paradox of Rarity) olarak kavramsallaştırılan bu duruma göre, seryum veya lantan gibi hafif NTE'lerin yer kabuğundaki ortalama bollukları, bakır, kurşun, çinko veya nikel gibi yaygın endüstriyel metallerle karşılaştırıldığında yüksek olabilmektedir (Belet, 2025; Pitron, 2024).

NTE'lerin temel jeokimyasal kısıtı, doğada serbest veya saf metalik hâlde bulunmamalarıdır. Bu elementler genellikle oksit, karbonat, silikat veya fosfat bileşenleri hâlinde, diğer minerallerle kilitlenmiş karmaşık cevher yapıları (bastnazit, monazit, ksenotim, apatit) içinde dağınık hâlde bulunurlar (Sanayi Genel Müdürlüğü, 2020; Özbayoğlu vd., 1995). Yerkabuğunda ticari olarak işletilebilir tenöre (%0,5–%10 REO) sahip yatakların coğrafi olarak son derece asimetrik bir dağılım göstermesi ve saflaştırma adımlarının çok aşamalı solvent ekstraksiyonu ile yüksek ekolojik ve radyolojik maliyetler içerebilmesi, fiziksel kaynak varlığını jeopolitik bir “kıtlık rantına” dönüştürebilmektedir (Hotelling, 1931; Salim vd., 2022).

Şekil 1: Ülkelere göre nadir toprak oksitlerinin küresel maden üretim miktarları



Kaynak: Liu vd.,(2023, s. 2), **Aktaran :** Belet (2025, s. 64)

Uluslararası literatürde ve resmî sektör raporlarında NTE'ler, fiziksel ve kimyasal özellikleri ile endüstriyel kullanım dinamikleri bakımından “Hafif Nadir Toprak Elementleri” (HNTE/LREE) ve “Ağır Nadir Toprak Elementleri” (ANTE/HREE) olmak üzere iki temel grupta ele alınmaktadır (IEA, 2026; T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2025; Sanayi Genel Müdürlüğü, 2020):

Hafif Nadir Toprak Elementleri (HNTE/LREE): Skandiyum (Sc, atom numarası 21) ile atom numaraları 57–62 aralığında bulunan lantan (La), seryum (Ce), praseodim (Pr), neodimyum (Nd), prometyum (Pm) ve samaryumdan (Sm) oluşur. Yer kabuğundaki konsantrasyonları ağır gruba göre daha yüksektir ve birincil bastnazit yataklarında önemli miktarlarda bulunabilirler. Tüketim hacminin önemli bir bölümünü bu grup karşılamaktadır.

Ağır Nadir Toprak Elementleri (ANTE/HREE): Atom numaraları 65–71 aralığında yer alan terbiyum (Tb), disprosyum (Dy), holmiyum (Ho), erbiyum (Er), tulyum (Tm), iterbiyum (Yb) ve lütesyum (Lu) ile benzer kimyasal davranışı nedeniyle atom numarası 39 olan itriyum (Y) bu grupta değerlendirilmektedir. Bazı sınıflandırmalarda europiyum (Eu) ve gadolinyum (Gd) da ağır grup içinde ele alınabilmektedir. Bu grubun bazı elementleri görece düşük doğal bollukları ve stratejik uygulamaları nedeniyle yüksek tedarik riski taşıyabilmektedir.

Tablo 1: 17 Nadir toprak elementinin sınıflandırması ve temel kullanım alanları

Sembol	Element Adı	Atom No	Grup	Temel Endüstriyel Uygulama Alanları
Sc	Skandiyum	21	HNTE	Havacılık alüminyum alaşımları, cıva buharı lambaları
Y	İtriyum	39	ANTE	Lazerler, mikrodalga filtreleri, TV/ekran fosforları
La	Lantan	57	HNTE	Kamera lensleri, optik camlar, hibrit pil elektrotları
Ce	Seryum	58	HNTE	Otomotiv katalitik konvertörleri, cam parlatma tozları
Pr	Praseodim	59	HNTE	NdFeB kalıcı mıknatısları, uçak motoru alaşımları
Nd	Neodimyum	60	HNTE	Yüksek performanslı NdFeB kalıcı mıknatıslar (EV, rüzgâr)
Pm	Prometyum	61	HNTE	Nükleer piller, radyoaktif ölçüm cihazları (doğada bulunmaz; yapay olarak üretilir)
Sm	Samaryum	62	HNTE	SmCo yüksek sıcaklık mıknatısları, nötron yakalama
Eu	Evropiyum	63	ANTE/HNTE	Kırmızı fosforlar, ekran teknolojileri, NMR uygulamaları
Gd	Gadolinyum	64	ANTE/HNTE	Tıbbi MR kontrast ajanları, bilgisayar hafızaları, koruyucu ekranlama
Tb	Terbiyum	65	ANTE	Mıknatıs koersivite artırıcı (yüksek sıcaklık), yeşil fosfor
Dy	Disprosyum	66	ANTE	EV motor mıknatıslarında ısı kararlılık artırıcı, lazerler
Ho	Holmiyum	67	ANTE	Tıbbi lazer cihazları, çok güçlü manyetik alan odaklayıcılar
Er	Erbiyum	68	ANTE	Fiber optik kablo amplifikatörleri, kızılötesi lazerler
Tm	Tulyum	69	ANTE	Portatif röntgen/X-ray makineleri, lazer sistemleri
Yb	İterbiyum	70	ANTE	Kızılötesi fiber lazerler, paslanmaz çelik katkıları
Lu	Lütesyum	71	ANTE	PET tarama detektörleri, yüksek kırılmalı özel camlar

Kaynak: Sanayi Genel Müdürlüğü (2020) ve Aslan & Say (2022) derlenmiştir.

NTE'lerin endüstriyel kullanım yelpazesi; otomotivden havacılığa, savunma sanayiinden tıbbi görüntülemeye ve yenilenebilir enerjiye kadar geniş bir sektörel alanı kapsamaktadır (Sanayi Genel Müdürlüğü, 2020; STM ThinkTech, 2022). Özellikle mıknatıs üretiminde kullanılan NTE'ler, değer bakımından kritik bir alt grup oluşturmaktadır (Aslan & Say, 2022; IEA, 2026).

Neodimyum (Nd), praseodim (Pr), disprosyum (Dy) ve terbiyum (Tb) gibi elementler, neodimyum-demir-bor (NdFeB) bileşimli yüksek performanslı kalıcı mıknatısların üretiminde kullanılmaktadır (Liu v.d., 2023; Pitron, 2024). Bu mıknatıslar; elektrikli araçların çekiş motorlarında, rüzgâr türbini jeneratörlerinde ve çeşitli ileri

teknoloji uygulamalarında yüksek güç yoğunluğu, hafiflik ve minyatürleşme avantajları sağlayabilmektedir (STM ThinkTech, 2022; Belet, 2025).

NTE'lerin maden sahasından çıkarılıp nihai yüksek teknoloji bileşenlere dönüştürülmesi süreci, dikey entegrasyona dayalı temel aşamalardan oluşmaktadır (Sanayi Genel Müdürlüğü, 2020; Salim vd., 2022). Katma değer ve ekonomik rant, ham cevherden nihai müknaatıs üretimine uzanan değer zincirinin farklı aşamalarında farklılaşmaktadır:

1. Cevher konsantresi: Maden sahasında kırma, öğütme ve flotasyon işlemleriyle hazırlanan ilk ham üründür. **2. Karışık oksitler/tuzlar:** Asidik veya alkali liç adımlarıyla elde edilen karışık nadir toprak karbonatları veya klorürleridir. **3. Yüksek saflıkta bireysel oksitler (NTO):** Çok aşamalı solvent ekstraksiyonu ile ayrıştırılan seryum, neodimyum ve lantan gibi bireysel oksitlerdir. **4. Saf metallar:** Oksitlerin indirgeme veya elektroliz yoluyla metale dönüştürülmüş hâlidir. **5. Özel alaşımlar:** NdFeB veya SmCo müknaatıs üretiminde kullanılan alaşım ve ingotlardır. **6. Nihai uç ürünler:** Sinterlenmiş kalıcı müknaatıslar, katalitik konvertörler, optik lensler, sensörler ve savunma donanımları gibi ürünlerdir (Sanayi Genel Müdürlüğü, 2020; Belet, 2026).

Bu değer zinciri hiyerarşisi, sadece hammaddeye (cevhere) sahip olmanın ekonomik güvenlik açısından yeterli olmadığını; asıl teknolojik rantın ve egemenlik kalkanının saflaştırma (NTO), metalürji ve kalıcı müknaatıs imalat kapasitesinde yatmakta olduğunu açıkça göstermektedir (Hotelling, 1931; Belet, 2025).

2.1. Nadir Toprak Elementlerinin Ekonomik Güvenlik Tartışmalarındaki Yeri

NTE'lerin ekonomik ve stratejik önemini anlamak açısından temel mesele, bu elementlerin yer kabuğundaki mutlak miktarından ziyade ekonomik olarak değerlendirilebilir kaynaklara dönüştürülmelerinin güçlüğünde ortaya çıkmaktadır (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2025). Başka bir ifadeyle NTE'lerin stratejik niteliği, yalnızca rezerv miktarlarıyla açıklanabilecek bir kıtlık probleminden kaynaklanmamakta; jeolojik dağılım, cevher yapısı, üretim teknolojileri, ayrıştırma kapasitesi, yüksek saflıkta ürün elde etme gerekliliği ve çevresel maliyetlerin bir araya gelmesiyle oluşan çok katmanlı bir arz sorunu niteliği taşımaktadır (Pitron, 2024).

Bu nedenle NTE piyasalarında ekonomik güvenlik meselesinin yalnızca rezervlerin hangi ülkelerin sınırları içerisinde bulunduğu üzerinden değerlendirilmesi yeterli değildir. Bir NTE yatağına sahip olmak ile bu kaynağı yüksek katma değerli ekonomik çıktıya dönüştürebilmek arasında önemli bir teknolojik ve kurumsal mesafe bulunmaktadır. Madencilikten cevherin zenginleştirilmesine, kimyasal ayrıştırmadan rafinasyona, metal ve alaşım üretiminden kalıcı müknaatıs imalatına kadar uzanan değer zincirinin farklı aşamalarında gerekli olan bilgi, teknoloji, sermaye, üretim kapasitesi ve pazar erişimi, ekonomik değer zincir boyunca farklı biçimlerde dağılmasına neden olmaktadır. Bu durum, kaynak sahibi ülkelerin dahi değer zincirinin belirli aşamalarında dışa bağımlı kalabilmesine yol açabilmektedir (Klinger, 2018; Salim vd., 2022).

Dolayısıyla NTE'lerin ekonomi güvenliği açısından oluşturduğu risk, yalnızca fiziksel arzın yetersizliğiyle değil, üretim ve işleme kapasitesinin belirli coğrafyalarda ve özellikle değer zincirinin stratejik aşamalarında yoğunlaşmasıyla da ilişkilidir. NTE değer zinciri; madenciliğin yanı sıra zenginleştirme, ayrıştırma, rafinasyon, metal ve alaşım üretimi ile yüksek performanslı kalıcı müknaatısların imalatı gibi teknik ve ekonomik açıdan birbirine bağlı aşamalardan oluşmaktadır. Bu aşamalarındaki yüksek coğrafi yoğunlaşma, tedarik zincirlerinin jeopolitik gelişmeler, ticaret politikaları, ihracat kısıtlamaları ve üretim kesintileri karşısındaki kırılganlığını artırmaktadır. Uluslararası Enerji Ajansına (IEA) göre Çin, 2024 yılında müknaatıs üretiminde kullanılan NTE'lerin küresel madencilik üretiminin yaklaşık %60'ını, rafinasyonun %91'ini ve sinterlenmiş kalıcı müknaatıs üretiminin %94'ünü gerçekleştirmiştir. Bu yoğunlaşma, özellikle enerji, otomotiv, savunma ve ileri teknoloji sektörlerinde NTE tedarikinin ekonomik güvenlik açısından stratejik bir nitelik kazanmasına neden olmaktadır (IEA, 2026).

Bu çerçevede NTE'ler, 21. yüzyılın ekonomi güvenliği tartışmalarında doğal kaynaklar ile teknolojik kapasite arasındaki ilişkinin yeniden değerlendirilmesini gerekli kılan stratejik bir alan olarak öne çıkmaktadır. Fosil yakıtlara dayalı bağımlılıkların azaltılması ve düşük karbonlu bir ekonomik yapıya geçiş hedeflenirken, kritik hammaddeler ile bunların işlenmesine yönelik teknolojik kapasitenin belirli ülkelerde yoğunlaşması yeni bağımlılık ilişkilerinin ortaya çıkmasına yol açmaktadır (Belet, 2026). Başka bir ifadeyle, yeşil ve dijital dönüşüm bir yandan enerji ve teknoloji sistemlerinin fosil yakıtlara bağımlılığını azaltırken diğer yandan kritik minerallerin üretim ve işleme zincirlerinde yeni stratejik bağımlılık biçimleri yaratmaktadır. Bu nedenle NTE ekonomisinin yalnızca rezerv miktarı, üretim hacmi veya ticaret değerleri üzerinden değil; arz güvenliği, değer zincirindeki yoğunlaşma, teknolojik kapasite, jeopolitik bağımlılık ve ekonomik dayanıklılık boyutlarının birlikte dikkate alındığı bütüncül bir çerçevede değerlendirilmesi gerekmektedir (IEA, 2026).

Bu dönüşümün merkezinde yer alan elektrikli araçlar, rüzgâr türbinleri ve çeşitli savunma ve ileri teknoloji sistemleri, özellikle neodimyum, praseodimyum, disprozium ve terbiyum gibi mükemmel üretimde kullanılan NTE'lere dayanmaktadır. NTE yataklarının jeolojik olarak bütünüyle kıt olmamasına karşın, ekonomik olarak işletilebilir konsantrasyonların sınırlı olması, cevherlerin karmaşık mineralojik yapısı ve ayrıştırma ile saflaştırma süreçlerinin teknik, çevresel ve bazı yatak türlerinde radyolojik riskler taşıması, bu kaynakların ekonomik ve stratejik önemini artırmaktadır (Talan & Huang, 2022). Bu nedenle NTE'lerdeki temel sorun yalnızca “nadirlik” değil, aynı zamanda ekonomik olarak kullanılabilir kaynakların üretime dönüştürülmesi, işlenmesi ve yüksek katma değerli ürünlere aktarılması süreçlerinde ortaya çıkan teknolojik ve coğrafi yoğunlaşmadır.

NTE değer zincirindeki bu yoğunlaşma, kritik hammaddelerin giderek ekonomi güvenliği politikalarının bir unsuru hâline gelmesine de katkıda bulunmaktadır. Çin'in özellikle ayrıştırma, rafinasyon ve kalıcı mükemmel üretimindeki güçlü konumu karşısında ABD ve Avrupa Birliği başta olmak üzere çeşitli aktörler, tedarik kaynaklarının çeşitlendirilmesi ve daha dayanıklı değer zincirlerinin oluşturulmasına yönelik politikalar geliştirmektedir. Bu kapsamda 2022 yılında kurulan Minerals Security Partnership (MSP), kritik minerallerin madencilikten işleme, rafinasyon ve geri dönüşüme kadar uzanan değer zincirlerinde çeşitlendirilmesini ve kamu-özel sektör yatırımlarının artırılmasını amaçlamaktadır (U.S. Department of State, 2022). Benzer şekilde Avrupa Birliği'nin Kritik Hammaddeler Yasası (Critical Raw Materials Act), stratejik hammaddelerde tedarik bağımlılığını azaltmak amacıyla 2030 yılı için Birlik içindeki madencilik, işleme ve geri dönüşüm kapasitelerine yönelik hedefler belirlemekte ve herhangi bir stratejik hammaddenin ilgili aşamadaki yıllık tüketiminin %65'inden fazlasının tek bir üçüncü ülkeden karşılanmamasını öngörmektedir (European Commission, 2024b).

İnsan faaliyetlerinin yerkürenin jeokimyasal, ekolojik ve atmosferik süreçleri üzerinde belirleyici bir güç hâline geldiği Antroposen (İnsan Çağı) kavramı, küresel ekonominin yapısal dönüşümünü anlamak açısından önemli bir çerçeve sunmaktadır (Crutzen & Stoermer, 2000; Žižek, 2025). Karbon salınımlarını azaltmayı hedefleyen rüzgâr türbinleri, fotovoltaiik paneller ve elektrikli araçlar (EV) gibi düşük karbonlu teknolojiler ile yapay zekâ donanımları, mikroçipler ve gelişmiş telekomünikasyon altyapılarını kapsayan dijital dönüşüm, donanımsal düzeyde NTE'lere yönelik talebin ve bağımlılığın artmasına katkıda bulunmaktadır (Pitron, 2024; Belet, 2025). Bu noktada NTE değer zincirini şekillendiren kuramsal tartışmalardan biri “Nadirliğin Paradoksu”dur (Klinger, 2018). Sanılanın aksine, nadir toprak elementleri yer kabuğunda mutlak anlamda son derece kıt değildir; bunların ekonomik olarak işletilebilir konsantrasyonlarda bulunması ve birbirinden ayrıştırılması temel güçlükleri oluşturmaktadır (U.S. Geological Survey, 2025; Salim vd., 2022).

Küresel jeopolitik mücadele, devletlerin stratejik fiziksel maden yatakları ve coğrafi alanlar gibi maddi unsurların yanı sıra patentler, standartlar ve fikri mülkiyet hakları gibi “haklar” üzerindeki kontrol ve rekabet ilişkileri etrafında da şekillenmektedir (Belet, 2026). NTE özelinde bu rekabet, Kopenhag Okulu'nun “Güvenlikleştirme” (Securitization) teorisi kapsamında analiz edilebilir (Buzan vd., 1998; Erkan, 2024). Güvenlikleştirme, bir konunun normal politik süreçlerin dışına çıkarılarak varoluşsal bir tehdit olarak tanımlanması ve acil durum önlemlerinin meşrulaştırılması sürecini ifade etmektedir (Erkan, 2024). Çin Halk Cumhuriyeti'nin NTE değer

zincirindeki güçlü konumu, özellikle işleme ve mıknaş üretimi aşamalarındaki yoğunlaşma nedeniyle diğer aktörlerin tedarik risklerini artırmaktadır (Pitron, 2024; IEA, 2026).

Tablo 2: Küresel NTE değer zinciri ve Çin'in pazar payı dağılımı (2024)

Değer Halkası	Zinciri	Çin'in Pazar Payı (%)	Ekonomi Güvenliği Açısından Stratejik Anlamı
Maden Çıkarma (Upstream)		%60	Cevher çıkarma aşamasıdır. Coğrafi çeşitlendirmenin en kolay olduğu ancak katma değeri en düşük halkadır.
Kimyasal Rafinaj (Midstream)		%91	Bireysel yüksek saflıkta nadir toprak oksitlerinin (NTO) elde edildiği, yüksek teknoloji gerektiren solvent ekstraksiyonu aşaması.
Kalıcı Mıknaş (Downstream)		%94	NdFeB ve SmCo mıknaş üretimi. En yüksek katma değer ve teknolojik tekel rantının kilitlendiği, ikame edilmesi en zor olan uç ürün aşaması.

Kaynak: IEA (2026) ve U.S. Geological Survey (2025) verilerinden; Belet (2026) derlenmiştir.

Değer zincirindeki NTE özelinde bu asimetrik bağımlılık, uluslararası ilişkiler literatüründe “Silahlaştırılmış Karşılıklı Bağımlılık” (Weaponized Interdependence) yaklaşımıyla açıklanabilir (Drezner vd., 2021). Küresel ağların merkezindeki fiziksel ve teknolojik düğümleri kontrol eden aktörler, bu ağları bilgi edinme ve erişimi engelleme yoluyla diğer aktörlere karşı bir güç aracına dönüştürebilirler (Drezner vd., 2021). Çin'in 2010 yılında Japonya ile yaşadığı ihracat kısıtlaması krizi, bu asimetrinin önemini göstermiştir (Pitron, 2024).

Çin'in değer zincirindeki güçlü konumuna karşı çeşitli Batılı devletler, tedarik zincirlerini çeşitlendirmeye yönelik müdahaleci, devlet destekli ve korumacı jeoekonomik araçları devreye sokmuştur (Lee & Dacass, 2022; Vivoda & Matthews, 2024). Bu araçlardan biri, kritik hammadde tedarik zincirlerini Çin dışındaki alternatiflerle çeşitlendirmeyi hedefleyen Minerals Security Partnership (MSP) Forumu'dur. MSP, üye ülkeler arasında çevresel, sosyal ve yönetim (ESG) standartlarını dikkate alan projelere yönelik iş birliğini ve yatırımın artırılmasını amaçlamaktadır (European Commission, 2024a). Türkiye, 27 Eylül 2024 tarihinde MSP Forumu'na yeni üye olarak katılmıştır (European Commission, 2024a).

Güvenlik tartışmaları bağlamında Avrupa Birliği'nin 2024 yılında yürürlüğe giren Kritik Hammaddeler Yasası (CRMA), 2030 yılına kadar Birlik yıllık tüketiminin en az %10'unun madencilikten, %40'ının işleme faaliyetlerinden ve %25'inin geri dönüşümden karşılanmasına yönelik hedefler belirlemekte; herhangi bir stratejik hammaddenin yıllık tüketiminin %65'inden fazlasının tek bir üçüncü ülkeden karşılanmamasını öngörmektedir (European Commission, 2024b).

3. TÜRKİYE'NİN NADİR TOPRAK ELEMENTLERİ POTANSİYELİ: ESKİŞEHİR BEYLİKOVA SAHASI

Türkiye, küresel hammadde tedarik zincirlerinin çeşitlendirilmesi bağlamında Eskişehir Beylikova (Kızılcaören/Beylikahır) yatağı ile önemli bir jeoekonomik potansiyele sahiptir (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2025). MTA ve Eti Maden İşletmeleri Genel Müdürlüğü tarafından yürütülen çalışmalar sonucunda sahada yaklaşık 694 milyon tonluk toplam kompleks cevher kaynağı açıklanmıştır. Türkiye Cumhuriyeti Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, bu büyüklüğü Çin'deki Bayan Obo sahasından sonra dünyadaki en büyük ikinci NTE yatağı olarak tanımlamaktadır (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2025).

Doğal kaynaklar ekonomisi ve stratejik hammadde yönetimi literatüründe, bir maden sahasının uluslararası jeopolitik ve endüstriyel değeri değerlendirilirken salt “toplam ham cevher büyüklüğü” (tonaj) ile “saf nadir toprak oksiti (NTO/REO) tenörü” ve mineralojik komplekslik arasındaki ayrımların yapılması önemlidir

(Klinger, 2018; Sanayi Genel Müdürlüğü, 2020). Eskişehir Beylikova (Kızılcaören) yatağı, dünyadaki diğer büyük ölçekli yataklarla karşılaştırıldığında Türkiye'nin küresel NTE pazarındaki özgün konumunu ve aşması gereken sınai engelleri ortaya koymaktadır (Sanayi Genel Müdürlüğü, 2020; Salim vd., 2022).

Beylikova kompleks cevherinin ayırt edici özelliklerinden biri, bünyesinde bastnazit türünde hafif nadir toprak elementlerinin yanı sıra florit, barit ve toryum içermesidir (Özbayoğlu et al., 1995; Sanayi Genel Müdürlüğü, 2020; T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2025). Aşağıdaki Tablo 3, Beylikova sahasının mineralojik tenör yapısına ilişkin mevcut veriler ile tam kapasite endüstriyel üretime geçildiğinde öngörülen yıllık üretim miktarlarını göstermektedir.

Tablo 3: Eskişehir Beylikova kompleks cevheri tenör ve yıllık üretim projeksiyonu.

Bileşen / Mineral	Ortalama Tenör (%)	Öngörülen Yıllık Üretim	Sınai ve Endüstriyel Kullanım Alanı
Florit (CaF₂)	%37,63	70.000 ton/yıl	Çelik metalürjisi, hidroklorik asit üretimi, çimento, seramik, optik sanayii.
Barit (BaSO₄)	%31,04	72.000 ton/yıl	Petrol ve doğal gaz sondaj kuyuları (ağırlaştırıcı katkı), boya, kâğıt.
Nadir toprak oksitleri (NTO)	%3,14	10.000 ton/yıl	Seryum, Lantan, Neodimyum, Praseodim; kalıcı mıknatıs ve batarya imalatı.
Toryum Oksit (ThO₂)	%0,21	250 ton/yıl	Geleceğin temiz nükleer enerjisi, toryum tabanlı reaktörler, uzay alaşımları.

Kaynak: Özbayoğlu vd.,(1995), Sanayi Genel Müdürlüğü (2020), Belet (2025, 2026) ve T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (2025) verilerinden derlenmiştir.

NTE projelerinin jeopolitik ve endüstriyel değeri belirlenirken salt “toplam ham cevher büyüklüğü” (tonaj) ile “nadir toprak oksit (NTO/REO) tenörü” arasındaki kritik ayrımın yapılması önemlidir. Eskişehir Beylikova yatağı, dünyadaki diğer büyük ölçekli ve birincil üretim gerçekleştiren yataklarla karşılaştırıldığında Türkiye'nin küresel NTE pazarındaki özgün konumunu daha açık biçimde ortaya koymaktadır (Sanayi Genel Müdürlüğü, 2020).

Bununla birlikte, Beylikova'yı diğer küresel birincil NTE yataklarından ayıran en büyük avantaj, çok yönlü yan ürün potansiyeli ve bunun yarattığı ekonomik absorpsiyon gücüdür (Sanayi Genel Müdürlüğü, 2020). Mount Weld ve Mountain Pass gibi yataklar sadece birincil nadir toprak metalleri üzerine kuruluyken, Beylikova projesi tam kapasite üretime geçtiğinde, yılda 10.000 ton NTO'nun yanı sıra, sanayi için kritik olan 70.000 ton florit ve 72.000 ton barit üretecektir (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2025). Bu yan ürünlerin satışı, işletmenin genel üretim maliyetlerini sübvansede ederek projenin küresel fiyat dalgalanmalarına karşı direncini artıracaktır (Sanayi Genel Müdürlüğü, 2020). Diğer taraftan, Beylikova cevherinde ton başına %0,21 oranında toryum oksit (ThO₂) yer almaktadır (Özbayoğlu et al., 1995). Bu bileşen, Rusya'daki toryum içerikli dev Tomtor (Yakutia) yatağında olduğu gibi, bir yandan nükleer enerji teknolojileri için paha biçilmez bir stratejik hammadde kalkını sunarken, diğer yandan madencilik ve saflaştırma aşamalarında radyoaktif atık yönetimi darboğazını beraberinde getirmektedir (Sarica, 2026; Celep & Deveci, 2021).

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Nadir Toprak Elementleri, 21. yüzyılın yeşil ve dijital sanayi dönüşümünde stratejik öneme sahip girdiler olarak küresel jeopolitik ve ekonomik ilişkileri yeniden şekillendirmektedir (Belet, 2025; Pitron, 2024). Çin Halk Cumhuriyeti'nin NTE değer zincirindeki yüksek yoğunlaşmış konumu, ekonomi güvenliği tartışmalarında stratejik bağımlılıkların önemini artırmaktadır. Türkiye, Eskişehir Beylikova'da tespit edilen yaklaşık 694 milyon

tonluk kompleks cevher kaynağı sayesinde küresel tedarik zincirlerinin çeşitlendirilmesi açısından önemli bir potansiyele sahiptir (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2025).

Beylikova yatağının ticarileşerek ulusal ekonomi güvenliğine hizmet edebilmesi için Türkiye'nin yalnızca ham cevher veya konsantre ihraç eden bir hammadde kaynağı olarak kalmaktan kaçınması ve değer zincirinin daha yüksek katma değerli aşamalarına yönelmesi gerekmektedir (Sanayi Genel Müdürlüğü, 2020).

Türkiye'nin NTE madenciliğinden elde edeceği gelirleri kısa vadeli kamu harcamaları yerine proses Ar-Ge'si, kimyasal saflaştırma laboratuvarları ve ileri malzeme sanayisine yönlendirmesi, uzun dönemli sürdürülebilir kalkınma ve ekonomi güvenliği açısından katkı sağlayabilir.

Eylül 2024'te Türkiye'nin MSP Forumu'na dahil olması ve AB Kritik Hammaddeler Yasası (CRMA) gibi çok taraflı politika çerçeveleri, Türkiye açısından pazar erişimi, finansman ve teknoloji iş birliği imkânlarının geliştirilmesi bakımından değerlendirilebilir. Bu çerçevede proses Ar-Ge'si, solvent ekstraksiyonu ve NdFeB/SmCo mıknatıs imalat teknolojileri gibi alanlarda teknoloji transferi hedeflenebilir (Erkan, 2024; Sarıca, 2026).

Eskişehir Beylikova projesi, Türkiye ekonomisi açısından sıradan bir madencilik veya hammadde çıkarma yatırımının ötesinde, uluslararası jeopolitik boyutlarıyla çok yönlü bir makroekonomik güvenlik kalkını oluşturma potansiyeli taşımaktadır. Bu yönüyle değerlendirildiğinde Eskişehir Beylikova sahasının ulusal ekonomiye sunabileceği temel stratejik katkılar altı başlıkta özetlenebilir:

1. İthalat bağımlılığının azaltılması ve ikame etkisi: Türkiye'nin NTE bileşikleri, mıknatıslar ve işlenmiş ara girdiler bakımından dışa bağımlılığının azaltılması, yerli üretim ve ikame açısından katkı sağlayabilir.
2. Sınai sıçrama (upstream'den downstream'e): Türkiye'nin cevheri ham olarak ihraç etmek yerine yurt içinde dikey entegrasyonla daha yüksek katma değerli ürünlere dönüştürmesi, teknolojik rantın ülke içinde kalmasına katkı sağlayabilir. Bu süreç, tedarik zincirinin çeşitlendirilmesini ve değer zincirinin güçlendirilmesini destekleyebilir.
3. Millî teknoloji ve savunma sanayii projelerine kaynak desteği: Elektrikli araçlar, havacılık, uydu sistemleri ve çeşitli savunma uygulamalarında kullanılan yüksek performanslı NdFeB ve SmCo mıknatıslarının yerli değer zinciri içinde üretilmesi, savunma ve yüksek teknoloji imalatında ekonomik güvenlik açısından katkı sağlayabilir.
4. Kuşaklararası sermaye dönüşümü: Doğal kaynaklar ekonomisinin temel yaklaşımlarından Hartwick Kuralı (1977), tükenbilir doğal kaynaklardan elde edilen rantın cari tüketim yerine yeniden üretilebilir beşerî ve teknolojik sermayeye dönüştürülmesini öngörmektedir. Beylikova'dan elde edilecek gelirlerin proses Ar-Ge'sine, saflaştırma kapasitesine, nitelikli iş gücüne ve kent madenciliği/geri dönüşüm altyapısına yönlendirilmesi uzun dönemli sürdürülebilir kalkınmayı destekleyebilir. Ayrıca elektrikli araç motorları, rüzgâr türbinleri, elektronik atıklar ve mıknatıs hurdaları için toplama ve geri kazanım zincirleri kurulması döngüsel ekonomi kapasitesini güçlendirebilir.
5. Küresel finansman ve jeopolitik diplomasi kaldırıcı (MSP ve CRMA): Türkiye'nin MSP Forumu'ndaki konumu ve AB Kritik Hammaddeler Yasası çerçevesinde Beylikova'nın stratejik proje mekanizmalarından yararlanması, Avrupa Yatırım Bankası ve uluslararası sürdürülebilirlik fonları dâhil olmak üzere finansman ve teknoloji iş birliği imkânlarını artırabilir.
6. Mineral güvenlik primi (security premium): Çin dışındaki saflaştırma ve mıknatıs tesislerinin kurulumu yüksek ilk sermaye harcaması (CAPEX) gerektirebilse de, küresel tedarik kesintisi riskine karşı oluşan ek maliyet ekonomik güvenlik açısından bir çeşit sigorta primi olarak değerlendirilebilir.

KAYNAKLAR

- Aslan, N., & Say, Y. (2022). Nadir toprak elementlerinin uygulama alanları. *Kırklareli University Journal of Engineering and Science*, 8(1), 148–178. <https://doi.org/10.34186/klujes.1094871>
- Belet, N. H. (2025). Nadir toprak elementleri, Antroposen Çağı ve yeşil dönüşüm. *İktisat ve Toplum*, (182), 61–72.
- Belet, N. H. (2026). Nadir toprak elementleri: Küresel ölçekte arz güvenliği ve sürdürülebilirlik tartışmaları. İçinde M. Narin (Ed.), *Ekonomide sürdürülebilirlik: Sürdürülebilirlik, enerji, doğal kaynaklar ve çevre ekonomisi* (ss. 291–312). Gazi Kitabevi.
- Buzan, B., Wæver, O., & de Wilde, J. (1998). *Security: A new framework for analysis*. Lynne Rienner Publishers.
- Celep, O., Yazıcı, E. Y., & Deveci, H. (2021). Nadir toprak elementlerinin birincil ve ikincil kaynaklardan üretimi. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 11(1), 264–280. <https://doi.org/10.17714/gumusfenbil.765981>
- Crutzen, P. J., & Stoermer, E. F. (2000). The “Anthropocene”. *Global Change Newsletter*, 41, 17–18.
- Drezner, D. W., Farrell, H., & Newman, A. L. (Eds.). (2021). *The uses and abuses of weaponized interdependence*. Brookings Institution Press.
- Erkan, A. Ç. (2024). Kritik minerallerin güvenlikleştirilmesi bağlamında Mineral Güvenlik Ortaklığı. *Güvenlik ve İstihbarat Çalışmaları Dergisi*, 2(2), 133–170. <https://izlik.org/JA35KS58MS>
- European Commission. (2024a). EU and US welcome new members to Minerals Security Partnership. https://policy.trade.ec.europa.eu/news/eu-and-us-welcome-new-members-minerals-security-partnership-2024-09-27_en
- European Commission. (2024b). Critical Raw Materials Act. https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/raw-materials/areas-specific-interest/critical-raw-materials/critical-raw-materials-act_en
- Fan, J. H., Omura, A., & Roca, E. (2023). Geopolitics and rare earth metals. *European Journal of Political Economy*, 78, 102356. <https://doi.org/10.1016/j.ejpoleco.2022.102356>
- Götz, V., & Harnesk, D. (2026). Transnational contestation for local communities within the formation of the European Union’s Critical Raw Materials Act – a critical appraisal. *Environmental Politics*, 35(4), 697–723. <https://doi.org/10.1080/09644016.2025.2501397>,
- Hartwick, J. M. (1977). Intergenerational equity and the investing of rents from exhaustible resources. *The American Economic Review*, 67(5), 972–974.
- Hotelling, H. (1931). The economics of exhaustible resources. *Journal of Political Economy*, 39(2), 137–175
- International Energy Agency. (2024). *Global critical minerals outlook 2024*. IEA.
- International Energy Agency. (2025). *Global critical minerals outlook 2025*. IEA.
- International Energy Agency. (2026). *Global critical minerals outlook 2026*. IEA. <https://www.iea.org/reports/global-critical-minerals-outlook-2026>
- Klinger, J. M. (2018). Rare earth elements: Development, sustainability and policy issues. *The Extractive Industries and Society*, 5(1), 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.exis.2017.12.016>

- Lee, Y., & Dacass, T. (2022). Reducing the United States' risks of dependency on China in the rare earth market. *Resources Policy*, 77, 102702. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2022.102702>
- Liu, S.-L., Fan, H.-R., Liu, X., Meng, J., Butcher, A. R., Yann, L., Yang, K.-F., & Li, X.-C. (2023). Global rare earth elements projects: New developments and supply chains. *Ore Geology Reviews*, 157, 105428. <https://doi.org/10.1016/j.oregeorev.2023.105428>
- Özbayoğlu, G., Atalay, Ü., & Hiçyılmaz, C. (1995). Beylikahır kompleks cevherinin zenginleştirilmesi [Beneficiation of Beylikahır complex ore]. *Türkiye 14. Madencilik Kongresi Bildirileri*, 431–436.
- Pitron, G. (2024). Nadir metaller savaşı: Enerji geçişinin ve dijitalleşmenin karanlık yüzü (A. Tümertekin, Çev.). Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları.
- Salim, H., Sahin, O., Elsayah, S., Turan, H., & Stewart, R. A. (2022). A critical review on tackling complex rare earth supply security problem. *Resources Policy*, 77, 102697. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2022.102697>
- Sanayi Genel Müdürlüğü. (2020). Nadir toprak elementleri raporu. T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı. <https://www.sanayi.gov.tr/assets/pdf/plan-program/NadirToprakElementleriSektorRaporu.pdf>
- Sarıca, B. (2026). AB-Orta Asya ilişkilerinde nadir toprak elementlerinin stratejik rolü [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Ankara Sosyal Bilimler Üniversitesi Bölge Çalışmaları
- STM ThinkTech. (2022, February 25). 2022 teknoloji trendleri. <https://thinktech.stm.com.tr/tr/2022-teknoloji-trendleri>
- T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2025). Türkiye kritik ve stratejik madenler raporu. <https://enerji.gov.tr/Media/Dizin/TKDB/tr/Belgeler/Tu%CC%88rkiye Kritik ve Stratejik Madenler Raporu.pdf>
- Talan, D., & Huang, Q. (2022). A review of environmental aspect of rare earth element extraction processes and solution purification techniques. *Minerals Engineering*, 179, 107430. <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2022.107430>
- Touraine, A. (2010). Krizden sonra, (A. Tümertekin, Çev.). Yapı Kredi Yayınları.
- U.S. Department of State. (2022). Minerals Security Partnership. <https://2021-2025.state.gov/minerals-security-partnership/>
- U.S. Geological Survey. (2025). Mineral commodity summaries 2025: Rare earths. U.S. Geological Survey.
- Vivoda, V., & Matthews, R. (2024). “Friend-shoring” as a panacea to Western critical mineral supply chain vulnerabilities. *Mineral Economics*, 37(3), 463–476. <https://doi.org/10.1007/s13563-023-00402-1>
- Žižek, S. (2025). Antroposen’e hoş geldiniz. Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları.

**BELİRSİZLİK ALTINDA KARARSIZLIK YÖNETİMİ: YAPICI VE ZARARLI KARARSIZLIK
SÜREÇLERİNİN FARKLILAŞMASINI AÇIKLAYAN BİR MODEL****Dr. Öğr. Üyesi, Okan ŞENELDİR****Kocaeli Üniversitesi, Yönetim ve Organizasyon, seneldir@kocaeli.edu.tr, ORCID: 0000-0001-5464-7545****Özet**

Belirsizlik, modern örgütlerde karar vericilerin eksik veri, çelişen sinyaller ve muğlak hedefler altında hareket etmesini gerektiren kaçınılmaz bir koşuldur. Belirsizlik altında ortaya çıkan kararsızlık ise çoğunlukla karar vermenin işlevsizliği, yetkinlik eksikliği veya karardan kaçınma davranışı olarak değerlendirilmekte; kararsızlığın farklı süreçlere evrilebilen dinamik niteliği yeterince ele alınmamaktadır. Bu çalışmanın temel amacı, belirsizlik altında ortaya çıkan kararsızlığın hangi bilişsel, motivasyonel ve örgütsel mekanizmalar aracılığıyla yapıcı veya zararlı kararsızlık süreçlerine farklılaştığını açıklayan bütünlük ve çok düzeyli bir kavramsal model geliştirmektir. Çalışmanın temel araştırma sorusu, aynı belirsizlik koşullarının neden bazı durumlarda öğrenme ve uyuma, bazı durumlarda ise karar erteleme ve eylem gecikmesine yol açtığını açıklamaya yöneliktir. Griffin ve Grote tarafından geliştirilen Belirsizlik Düzenleme Modeli ile Weick tarafından ortaya konulan örgütsel anlamlandırma yaklaşımından hareketle, kararsızlık bir sonuçtan ziyade iki farklı sürece açılabilen kritik bir geçiş noktası olarak ele alınmaktadır. Yapıcı Kararsızlık Süreci; belirsizliğin kabul edilmesi, bilişsel esneklik, proaktif bilgi arama, alternatiflerin değerlendirilmesi, örgütsel anlamlandırma, öğrenme, karar ve eylem aşamalarından oluşmaktadır. Zararlı Kararsızlık Süreci ise belirsizliğin tehdit olarak algılanması, öğrenilmiş çaresizlik, umutsuzluk, bilişsel kapanma ve bilgi kaçınması, karar erteleme ve eylem gecikmesi üzerinden örgütsel ataletle yönelmektedir. Psikolojik güvenlik iklimi ve dönüşümsel/destekleyici liderlik, bu iki süreç arasındaki geçişi etkileyen bağlamsal düzenleyiciler olarak modele dahil edilmiştir. Çalışma, kararsızlığın yalnızca ortadan kaldırılması gereken bir sorun olmadığını; yönünün ve niteliğinin yönetilmesi gerektiğini ileri sürerek Yönetim ve Organizasyon yazınına bütünlük bir süreç modeli sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Belirsizlik, Kararsızlık Yönetimi, Yapıcı Kararsızlık, Zararlı Kararsızlık, Örgütsel Öğrenme.

**INDECISION MANAGEMENT UNDER UNCERTAINTY: A MODEL EXPLAINING THE
DIFFERENTIATION OF CONSTRUCTIVE AND HARMFUL INDECISION PROCESSES****Assist. Prof. Dr., Okan ŞENELDİR****Kocaeli University, Management and Organization, seneldir@kocaeli.edu.tr,****ORCID: 0000-0001-5464-7545****Abstract**

Uncertainty is an inevitable condition in modern organizations, requiring decision makers to act under incomplete information, conflicting signals, and ambiguous goals. Indecision under uncertainty, however, is often treated as a dysfunctional outcome of decision making, lack of competence, or decision avoidance, while its dynamic nature and potential to evolve into qualitatively different processes remain insufficiently addressed. This study aims to develop an integrated and multilevel conceptual model explaining how indecision under uncertainty differentiates into constructive and harmful indecision processes through the interaction of cognitive, motivational, and organizational mechanisms. The central research question concerns why the same conditions of uncertainty may lead to learning and adaptation in some situations, but to decision deferral and action delay in others. Drawing on the Uncertainty Regulation Model developed by Griffin and Grote and the organizational sensemaking perspective proposed by Weick, the model conceptualizes indecision not as an outcome in itself, but as a critical transition point that may lead to two divergent processes. The Constructive Indecision Process involves acceptance of uncertainty, cognitive flexibility, proactive information seeking, evaluation of alternatives, organizational sensemaking, learning, decision, and action. In contrast, the Harmful Indecision Process begins when uncertainty is perceived as a threat and progresses through learned helplessness, hopelessness, cognitive closure and information avoidance, decision deferral, and action delay, ultimately resulting in organizational inertia and opportunity loss. Psychological safety climate and transformational/supportive leadership are incorporated as contextual moderators that may influence the direction of these processes and facilitate movement away from the harmful pathway. The study contributes to the Management and Organization literature by challenging the assumption that indecision is inherently dysfunctional and by proposing that its organizational consequences depend primarily on the direction and quality of the process through which indecision is managed.

Keywords: Uncertainty, Indecision Management, Constructive Indecision, Harmful Indecision, Organizational Learning.

SAFRANBOLU GASTRONOMİ KÜLTÜRÜNDE YÖRESEL BİR MİRAS: ETLİ YAPRAK SARMASI**Doç.Dr., İrfan YURT¹/ Dr.Öğr.Üyesi, Mustafa YILMAZ²**¹Karabük Üniversitesi, Gastronomi, irfanyurt@karabuk.edu.tr, 0000-0001-6568-5328²Karabük Üniversitesi, Gastronomi, mustafayilmaz@karabuk.edu.tr, 0000-0003-4122-0475**Özet**

Somut Olmayan Kültürel Miras listesinde yer alan Safranbolu, köklü geçmişi ve zengin mutfak kültürüyle Türk gastronomisinde özgün bir yere sahiptir. Bölge mutfağının öne çıkan geleneksel lezzetlerinden biri olan Safranbolu etli yaprak sarması, malzeme bileşimi, pişirme teknikleri ve sunum ritüelleri açısından yöresel kimliğin önemli bir taşıyıcısıdır. Ancak gastronomi mirasının sürdürülebilirliği, sözlü kültürle aktarılan geleneksel reçetelerin akademik yöntemlerle belgelenmesi ve standardize edilmesiyle mümkündür. Bu araştırmanın temel amacı, Safranbolu etli yaprak sarmasının tarihsel ve kültürel bağlamını incelemek, özgün niteliklerini belirlemek ve yöresel pişirme pratiklerine dayalı standart bir reçete geliştirmektir. Nitel araştırma yöntemiyle tasarlanan çalışmada, veri toplama aracı olarak yarı yapılandırılmış görüşme tekniği tercih edilmiştir. Bu kapsamda, Safranbolu mutfak kültürünü ve geleneksel pişirme tekniklerini en iyi temsil eden 12 kaynak kişi (yöresel aşçılar, hane halkı temsilcileri ve gastronomi kültür taşıyıcıları) ile derinlemesine görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Elde edilen veriler nitel içerik analizi ile incelenmiş; kullanılan yaprağın türü (bağ yaprağı), etin niteliği, baharat-harç dengesi ve pişirme kabı/yöntemi gibi temel parametreler saptanmıştır. Görüşmelerden sağlanan verilerin sentezlenmesi sonucunda, yörenin gastronomik kimliğini yansıtan en özgün ve birincil etli yaprak sarması reçetesi standardize edilmiştir. Çalışma, Safranbolu'nun gastronomik ürün envanterine katkı sunmayı, yerel culinary mirası korumayı ve ürünün gastronomi turizmindeki tescil/markalaşma süreçlerine bilimsel bir altyapı oluşturmayı hedeflemektedir.

Anahtar Kelimeler: Safranbolu Mutfak Kültürü, Yöresel Ürünler, Etli Yaprak Sarması, Standart Reçete, Gastronomi Turizmi.

A LOCAL HERİTAGE İN SAFRANBOLU’S GASTRONOMIC CULTURE: MEAT-STUFFED VİNE LEAF ROLLS

Assoc. Prof. Dr. İrfan YURT¹ / Assist. Prof. Dr. Mustafa YILMAZ²

¹Karabük University, Department of Gastronomy, irfanyurt@karabuk.edu.tr, 0000-0001-6568-5328

²Karabük University, Department of Gastronomy, mustafa.yilmaz@karabuk.edu.tr, 0000-0003-4122-0475

Abstract

Safranbolu, which is included in the Intangible Cultural Heritage List, holds a distinctive place in Turkish gastronomy with its long-standing history and rich culinary culture. One of the prominent traditional delicacies of the regional cuisine, Safranbolu-style meat-stuffed vine leaf rolls, is an important carrier of regional identity in terms of its ingredient composition, cooking techniques, and presentation rituals. However, the sustainability of gastronomic heritage is possible through the documentation and standardization of traditional recipes transmitted through oral culture using academic methods. The primary aim of this study is to examine the historical and cultural context of Safranbolu-style meat-stuffed vine leaf rolls, identify their authentic characteristics, and develop a standardized recipe based on local cooking practices. Designed using a qualitative research method, the study employed semi-structured interviews as the data collection technique. Within this scope, in-depth interviews were conducted with 12 key informants who best represent Safranbolu’s culinary culture and traditional cooking techniques, including local cooks, household representatives, and bearers of gastronomic culture. The obtained data were analyzed through qualitative content analysis, and key parameters such as the type of leaf used (vine leaf), the characteristics of the meat, the balance of spices and filling, and the cooking vessel/method were identified. As a result of synthesizing the data obtained from the interviews, the most authentic and primary recipe for meat-stuffed vine leaf rolls reflecting the gastronomic identity of the region was standardized. The study aims to contribute to Safranbolu’s gastronomic product inventory, preserve local culinary heritage, and provide a scientific basis for the registration and branding processes of the product within the context of gastronomic tourism.

Key Words: Safranbolu Culinary Culture, Local Products, Meat-Stuffed Vine Leaf Rolls, Standardized Recipe, Gastronomic Tourism

GİRİŞ

UNESCO Dünya Miras Listesi'nde yer alan Safranbolu, korunmuş mimari dokusunun yanı sıra köklü tarihsel birikimi ve özgün mutfak kültürüyle Türk gastronomi mirasında seçkin bir yere sahiptir (Temizkan ve Uslu, 2023). Somut olmayan kültürel mirasın en belirgin taşıyıcılarından biri olan yöresel mutfaklar, bir toplumun yaşam biçimini, coğrafi koşullarını, geleneksel pişirme pratiklerini ve kimliğini nesilden nesile aktaran dinamik bir yapıya sahiptir (Gülcü ve Torçuk, 2016). Safranbolu mutfak kültüründe de etli ve zeytinyağlı yemeklerin, hamur işlerinin ve komşu imeceleriyle hazırlanan geleneksel ikramların kültürel sürdürülebilirlikte kritik bir rolü bulunmaktadır (Temizkan ve Uslu, 2023).

Bu kültürel zenginliğin odağında yer alan "Safranbolu Etli Yaprak Sarması"; malzeme bileşimi, iç harç hazırlama teknikleri, pişirme kapları ve sunum ritüelleri açısından yöre mutfağını temsil eden en karakteristik geleneksel lezzetlerden biridir. Ancak günümüzde hızlı kentleşme, küreselleşme ve tüketim alışkanlıklarının değişmesi sebebiyle sözlü kültürle aktarılan pek çok geleneksel reçetede olduğu gibi, yöresel sarma pratiklerinde de deformasyonlar yaşanmakta ve reçete standardizasyonuna duyulan ihtiyaç her geçen gün artmaktadır (Gülcü ve Torçuk, 2016). Somut olmayan kültürel mirasın korunması ve gelecek kuşaklara doğru aktarılması, geleneksel ürünlerin akademik yöntemlerle belgelenmesi ve bilimsel parametrelerle standardize edilmesiyle mümkündür.

Bu araştırmanın temel amacı; Safranbolu etli yaprak sarmasının tarihsel ve kültürel bağlamını incelemek, ürünü tanımlayan özgün nitelikleri saptamak ve bölge mutfak kültürünü temsil eden 12 kaynak kişi (yöresel aşçılar, ev hanımları, akademisyenler ve kültür taşıyıcıları) ile gerçekleştirilen nitel derinlemesine görüşmeler doğrultusunda ürünün otantik reçetesini standardize etmektir. Çalışma; Safranbolu'nun gastronomik ürün envanterine bilimsel bir katkı sunmayı, yöresel culinary mirası korumayı ve ürünün gastronomi turizmi kapsamında coğrafi işaret tescili ve markalaşma süreçlerine sağlam bir altyapı oluşturmayı hedeflemektedir.

1. KURAMSAL ÇERÇEVE

Günümüz turizm ekonomisinde destinasyonların uluslararası ve bölgesel düzeyde rekabet gücünü belirleyen temel unsurlardan biri, o coğrafyaya özgü otantik gıda ürünleri ve somutlaşan gastronomi kimliğidir (Temizkan & Uslu, 2023). Bir yöreye ait lezzetin Coğrafi İşaret (Cİ) ile tescillenmesi ve gastronomi turizmi kapsamında markalaşması, o ürünün özgün reçetesinin bilimsel metodolojilerle doğrulanarak belgelenmesini gerektirmektedir (Gülcü & Torçuk, 2016). Yapılan akademik çalışmalarda, geleneksel gıda ürünlerinin akademik yöntemlerle standardize edilmesinin, hem yiyecek-içecek işletmelerinde kalite ve lezzet sürekliliğini sağlama hem de otantik turist deneyimini güvence altına alma açısından kritik bir role sahip olduğu vurgulanmaktadır (Cangi & Yağcı, 2017; Temizkan & Uslu, 2023).

Türk mutfak kültürü, tarihsel ve coğrafi birikimiyle dünyaca ünlü lezzet yelpazesine sahip köklü bir gastronomik mirası temsil etmektedir. Bu zengin mutfak mirasının temelini oluşturan geleneksel yemekler, toplumun tarihsel süreçlerini, sosyo-kültürel değerlerini ve yaşam pratiklerini günümüze taşıyan birer kültürel taşıyıcı işlevi görmektedir (Sertel & Türkmen, 2026). Gastronomi mirası, bir bölgenin coğrafi ve tarihsel süreç boyunca geliştirdiği yerel gıda maddelerini, pişirme tekniklerini, mutfak ekipmanlarını ve sofr ritüellerini kapsayan geniş bir kültürel alandır (Dogan et al., 2015; Temizkan & Uslu, 2023). Safranbolu, tarihsel süreçte İpek Yolu üzerinde konumlanması, Osmanlı saray mutfağıyla kurduğu sosyo-kültürel bağlar ve zengin biyolojik çeşitliliği sayesinde Anadolu gastronomisinde özgün bir kimlik kazanmıştır (Temizkan & Uslu, 2023). Yörede geleneksel mutfak pratikleri sadece beslenme ihtiyacını karşılamakla kalmayıp; imece kültürü, düğün, bayram, hıdırellez ve komşuluk ilişkilerinin sürdürüldüğü toplumsal bir birleştirici unsur işlevi görmektedir (Gülse Bal et al., 2019; Halıcı, 2015).

Türk mutfak kimliğinde sarma ve dolma kültürü, Orta Asya'dan Anadolu'ya ve Osmanlı saray mutfağına uzanan tarihsel gelişim çizgisinde en karmaşık yapılı ikramlıklar arasında yer almaktadır (Dogan et al., 2015; Gülcü & Torçuk, 2016). Etli yaprak sarması hem Anadolu genelinde hem de Osmanlı coğrafyasının farklı yerleşimlerinde

yaygın olarak icra edilen, yöresel çeşitliliklerle zenginleşen karakteristik bir yemektir. Anadolu mutfak kültüründe, özellikle Batı Karadeniz bölgesinde aile içi üretim pratikleri, imece ve özel gün organizasyonları ile özdeşleşmiştir. Etnobotanik araştırmalar, Türkiye’de sarma amacıyla kullanılan 87 farklı bitki taksonunun mevcudiyetini gösterse de, asma (*Vitis vinifera* L.) yaprağı kullanımının kültürel ve gastronomik bakımdan en yaygın tercih olduğu görülmektedir (Dogan et al., 2015; Dogan et al., 2017).

Sarmalık asma yaprakları taze veya salamura olarak tüketilmektedir. Ancak taze yaprağın mevsimlik ömrünün kısa olması sebebiyle, yaprakların bahar aylarında toplanıp salamura edilmesi ürünün yıl boyunca mutfaklarda kullanılmasını sağlayan stratejik bir koruma yöntemidir (Cangi & Yağcı, 2017). Salamura ve yemeklik asma yaprağında tüketiciler ile aşçıların aradığı temel kalite kriterleri; yaprakların ince damarlı, tüysüz, az dilimli, avuç içi büyüklüğünde, piştiğinde kararmayan ve ekşimsi aromaya sahip olmasıdır (Gülse Bal et al., 2019; Owayurt & Söylemezoğlu, 2023). Türkiye’de salamuralık yaprak üretimi ağırlıklı olarak Ege (Sultani Çekirdeksiz), Orta Karadeniz/Tokat (Narince) ve Trakya (Yapıncak) yörelerinde yoğunlaşmaktadır (Çelik et al., 2005; Gülse Bal et al., 2019).

Geleneksel gıda ürünlerinde kalite ve otantikliğin korunabilmesi, hammadde seçiminden pişirme tekniklerine kadar tüm süreçlerin standardize edilmesine bağlıdır (Cangi & Yağcı, 2017; Gülcü & Torçuk, 2016).

2. YÖNTEM

Bu çalışma, Safranbolu mutfak kültürünün önemli geleneksel öğelerinden biri olan Safranbolu etli yaprak sarmasının kültürel/gastronomik özelliklerini ortaya koymak ve özgün reçetesini standardize etmek amacıyla nitel araştırma deseninde tasarlanmıştır.

2.1. Araştırma Grubu ve Veri Kaynakları

Araştırmanın çalışma grubunu, Safranbolu mutfak kültürüne ve geleneksel pişirme pratiklerine hâkim olan 12 kaynak kişi oluşturmaktadır. Çalışma grubunun belirlenmesinde nitel araştırma yaklaşımlarından amaçlı örnekleme (purposive sampling) yöntemleri arasında yer alan *ölçüt örnekleme* ve *kartopu örnekleme* teknikleri bir arada kullanılmıştır.

Katılımcıların seçiminde göz önünde bulundurulmuş temel ölçütler şunlardır:

- Safranbolu’da doğup büyümüş olmak veya en az 5 yıldır Safranbolu’da ikamet ediyor olmak,
- Safranbolu geleneksel ev/sokak mutfağında etli yaprak sarması hazırlama konusunda tecrübe sahibi olmak veya yöresel restoranlarda profesyonel düzeyde bu yemeği icra etmek.

2.2. Veri Toplama Araçları ve Süreci

Bu çalışmada nitel araştırma yöntemlerini barındıran yarı yapılandırılmış görüşme tekniği kullanılmıştır. Alana uygun tespit edilen sorular, 15 Haziran -10 Ağustos 2026 tarihleri arasında Safranbolu’da tesadüfî olarak seçilen katılımcılar ile görüşmeler yapılmıştır. Katılımcılara toplamda 13 soru sorulmuştur. Sorular açık uçludur. Katılımcıların kendini istediği gibi ifade etmesi sağlanmıştır. Aynı zamanda katılımcılar ile yüz yüze görüşüldüğü için düşüncelerini ve tepkilerini gözlemlene fırsatı elde edilmiştir. Görüşmelerde yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır. Görüşme yapılan katılımcılar Katılımcı 1 (K1), Katılımcı 2 (K2), Katılımcı 3 (K3) şeklinde kodlanmıştır. İçerik analizi yapılarak, her ayrı soru için tablolar oluşturulmuştur.

Araştırmacılar tarafından hazırlanan ve gastronomi ile nitel araştırma alanında uzman akademisyenlerin görüşleri doğrultusunda revize edilen görüşme formunda şu ana temalara odaklanılmıştır:

- Kullanılan yaprağın türü, toplama/hazırlama zamanı ve ön işlem süreçleri (salamura/taze kullanım).
- Harç bileşimi (etin türü, yağ oranı, kullanılan pirinç/yarma, baharatlar, yeşillikler ve soğan doğrama/hazırlama tekniği).

- Sarma biçimi, boyutu ve tencereye dizim şekli.
- Pişirme kabı, pişirme süresi, sos/su ilavesi ve servise hazır hale getirilme aşamaları.

Görüşmeler, katılımcıların rızası doğrultusunda ses kaydına alınmış ve ortalama 25–40 dakika sürmüştür. Ses kayıtları daha sonra harfi harfine (verbatim) transkripte edilmiştir.

2.3. Verilerin Analizi

Elde edilen nitel veriler içerik analizi (content analysis) yöntemi ile çözümlenmiştir. Transkripsiyon metinleri kodlanmış, benzer kodlar bir araya getirilerek kategoriler ve temalar oluşturulmuştur. Reçete standardizasyonu sürecinde, 12 kaynak kişinin üzerinde tam uzlaşa sağladığı (%80 ve üzeri frekans) ortak malzeme, miktar ve işlem adımları esas alınmıştır.

Araştırma Soruları

1. Kaç yıldır Safranbolu’da yaşıyorsunuz ve bu yörenin mutfak kültürüyle bağınız nedir?
2. Safranbolu etli yaprak sarması yaparken nasıl bir yaprak tercih edersiniz? (*Hangi üzümün yaprağı, taze mi salamura mı, yaprağın boyutu/dokusu nasıl olmalı?*)
3. İç harçta kullanılan et/kıyma nasıl olmalıdır? (*Etin türü, yağ oranı, çekim şekli veya zırh kullanımı vb.*)
4. Yaprığı sarmaya hazır hale getirmek için hangi ön işlemleri uygularsınız?
5. Harcın içine hangi malzemeler ve ne oranda girer? (*Pirinç/yarma miktarı, salça türü, baharatlar, yeşillikler vb.*)
6. Soğanı ve yeşillikleri harca nasıl hazırlarsınız? (*Rendeleme mi, elde ince doğrama mı?*)
7. İç harcı karıştırırken/yoğururken dikkat ettiğiniz özel bir Püf noktası veya sıralama var mıdır?
8. Sarmaların boyutu ve şekli nasıl olmalıdır? (*Kalem gibi mi, orta boy mu?*)
9. Sarmaları tencereye dizmeden önce tencerenin tabanına bir şey koyar mısınız? (*Kemik, yaprak sapı vb.*)
10. Pişirme aşamasında ne kadar su/et suyu eklersiniz? Üzerine sos, yağ veya ek bir malzeme konur mu?
11. Yemeği hangi ateşte ve yaklaşık ne kadar süre pişirirsiniz? Piştiğini nasıl anlarsınız?
12. Safranbolu etli yaprak sarması geleneksel olarak yanında ne ile ve nasıl servis edilir? (*Manda yoğurdu, süzme yoğurt vb.*)
13. Bu yemeğin Safranbolu’daki özel günlerde (düğün, bayram, hıdırellez vb.) veya davet sofralarındaki yeri nedir?

3. BULGULAR

Çalışmanıza ilişkin bulguları bu kısma yazınız. Eğer çalışmanızda tablo ve şekil kullanacaksanız aşağıda verilen örneklere göre düzenleyiniz.

Tablo 1. Katılımcılar

Katılımcılar	Cinsiyet	Branş
Katılımcı 1	Erkek	Akademisyen
Katılımcı 2	Erkek	Akademisyen
Katılımcı 3	Kadın	Aşçı
Katılımcı 4	Kadın	Aşçı
Katılımcı 5	Erkek	Aşçı
Katılımcı 6	Kadın	Ev Hanımı
Katılımcı 7	Kadın	Ev Hanımı
Katılımcı 8	Erkek	Memur
Katılımcı 9	Erkek	Aşçı
Katılımcı 10	Kadın	Aşçı
Katılımcı 11	Kadın	Aşçı
Katılımcı 12	Kadın	Ev Hanımı

3.1. Katılımcıların Vermiş Oldukları Yanıtlara Yönelik Bulgular

Tablo 2. Kaç yıldır Safranbolu’da yaşıyorsunuz ve bu yörenin mutfak kültürüyle bağınız nedir? Araştırma Sorusuna İlişkin Bulgular

ARAŞTIRMA SORUSU	KATILIMCILAR	BULGULAR
1.Kaç yıldır Safranbolu’da yaşıyorsunuz ve bu yörenin mutfak kültürüyle bağınız nedir?	K6, K7, K12 (Ev Hanımı) K8 (Memur)	Safranbolu’da uzun yıllardır ikamet eden, geleneksel reçete ve mutfak kültürünü aile mirası olarak yaşatan kaynak kişiler.
	K3, K4, K5, K9, K10, K11 (Aşçı)	Bölgede uzun süredir yaşayan hem evlerinde hem de profesyonel mutfaklarda yöresel lezzetleri icra eden katılımcılar.
	K1, K2 (Akademisyen)	Akademik görev nedeniyle il dışından Safranbolu’ya gelip yerleşen (5–10 yıl arası ikamet), yöre mutfağını bilimsel ve kültürel boyutlarıyla inceleyen uzmanlar.

Tablo 3. Safranbolu etli yaprak sarması yaparken nasıl bir yaprak tercih edersiniz? Araştırma Sorusuna İlişkin Bulgular

ARAŞTIRMA SORUSU	KATILIMCILAR	BULGULAR
2. Safranbolu etli yaprak sarması yaparken nasıl bir yaprak tercih edersiniz?	K1, K3, K4, K6, K7, K9, K10, K11, K12	Yöresel Asma/Bağ Yapağı (Taze veya Salamura): İnce damarlı, tüysüz, çabuk pişen ve orta boyuttaki bağ yaprakları.
	K2, K5, K8	Taze Mevsimlik Yaprak: Haşlanarak kullanılan, ekşiliği muhafaza eden taze yapraklar.

Tablo 4. İç harçta kullanılan et/kıyma nasıl olmalıdır? Araştırma Sorusuna İlişkin Bulgular

ARAŞTIRMA SORUSU	KATILIMCILAR	BULGULAR
3. İç harçta kullanılan et/kıyma nasıl olmalıdır?	K1, K2, K3, K4, K5, K6, K9, K11	Sarmaya lezzet vermesi için orta yağlı veya hafif yağlı kıyma.
	K7, K8, K10, K12	Geleneksel kıvam için elle inceltirilmiş veya kıyma-kuzu karışımı satır et.

Tablo 5. Yaprığı sarmaya hazır hale getirmek için hangi ön işlemleri uygularsınız? Araştırma Sorusuna İlişkin Bulgular

ARAŞTIRMA SORUSU	KATILIMCILAR	BULGULAR
4.Yaprığı sarmaya hazır hale getirmek için hangi ön işlemleri uygularsınız?	K2, K3, K5, K6, K10	Salamura Ön İşlemi: Tuzu atmak için bir gece önceden soğuk suda bekletme ve defalarca yıkama.
	K1, K4, K7, K8, K9, K11, K12	Taze Yaprak Haşlama: Sıcak suda 3–5 dakika renk değiştirene ve yumuşayana kadar haşlama.

Tablo 6. Harcın içine hangi malzemeler ve ne oranda girer? Araştırma Sorusuna İlişkin Bulgular

ARAŞTIRMA SORUSU	KATILIMCILAR	BULGULAR
5. Harcın içine hangi malzemeler ve ne oranda girer?	K1, K2, K3, K4, K5, K6, K9, K10, K11, K12	Pirinç, Soğan, Salça, Baharat ve Yeşillik: Çiğden hazırlanan pirinç, soğan, domates/biber salçası, karabiber, nane, tuz ve maydanoz dengesi.
	K7, K8	Pirinç-Bulgur Karışımı: Geleneksel doku için pirincin yanına bir miktar bulgur ilavesi.

Tablo 7. Soğanı ve yeşillikleri harca nasıl hazırlarsınız? Araştırma Sorusuna İlişkin Bulgular

ARAŞTIRMA SORUSU	KATILIMCILAR	BULGULAR
6. Soğanı ve yeşillikleri harca nasıl hazırlarsınız?	K1, K2, K3, K4, K5, K6, K8, K9, K10, K11, K12	Elde İnce/Minik Yemeklik Doğrama: Soğanın suyunu salmaması ve dişe gelmesi için bıçakla minik doğrama.
	K7	Rendeleme: Zamandan tasarruf için rendelenip suyu hafif sıkılan soğan hazırlığı.

Tablo 8. İç harcı karıştırırken/yoğururken dikkat ettiğiniz özel bir püf noktası var mıdır? Araştırma Sorusuna İlişkin Bulgular

ARAŞTIRMA SORUSU	KATILIMCILAR	BULGULAR
7. İç harcı karıştırırken/yoğururken dikkat ettiğiniz özel bir püf noktası var mıdır?	K2, K3, K5, K6, K9, K11	Pirinçleri Kırmadan Yoğurma: Önce et, soğan, salça ve baharatları yoğurup, pirinci en son narin hareketlerle ekleme.
	K1, K4, K7, K8, K10, K12	Tüm Malzemeyi Çiğden Harmanlama: Malzemeleri zedelemekten homojen hale getirme.

Tablo 9. Sarmaların boyutu ve şekli nasıl olmalıdır? Araştırma Sorusuna İlişkin Bulgular

ARAŞTIRMA SORUSU	KATILIMCILAR	BULGULAR
8. Sarmaların boyutu ve şekli nasıl olmalıdır?	K3, K4, K6, K7, K10, K12	Tombul / Dolgun (Parmak Kalınlığında): İçi etli olduğu için göz dolduran, doyurucu ve orta boy sarma biçimi.
	K1, K2, K5, K8, K9, K11	Orta Boy / Tek Lokmalık: Çok sıkı olmayan, pişerken pirincin şişme payı bırakılan sarma stili.

Tablo 10. Sarmaları tencereye dizmeden önce tencerenin tabanına bir şey koyar mısınız? Üzerine sos/yağ konur mu? Araştırma Sorusuna İlişkin Bulgular

ARAŞTIRMA SORUSU	KATILIMCILAR	BULGULAR
9. Sarmaları tencereye dizmeden önce tencerenin tabanına bir şey koyar mısınız?	K2, K3, K4, K6, K7, K9, K10, K12	Sarmaların dibinin tutmasını önlemek ve yemeğe doğal ekşilik katmak için sap/yaprak serilmesi.
	K1, K5, K8, K11	Tencere tabanına lezzet vermesi amacıyla kemikli et yerleştirilmesi.

Tablo 11. Pişirme aşamasında ne kadar su/et suyu eklersiniz? Üzerine sos/yağ konur mu? Araştırma Sorusuna İlişkin Bulgular

ARAŞTIRMA SORUSU	KATILIMCILAR	BULGULAR
	K1, K2, K3, K6, K7, , K10, K12	Salça, tereyağı/zeytinyağı karıştırılarak sarmaların üzerine gezdirilir.
10. Pişirme aşamasında ne kadar su/et suyu eklersiniz? Üzerine sos/yağ konur mu?	K5, K9	Salça, tereyağı/zeytinyağına ek olarak sumak suyu karıştırılarak sarmaların üzerine gezdirilir.
	K4, K8, K11	Tencere tabanına lezzet vermesi amacıyla kemikli et yerleştirilmesi.

Tablo 12. Yemeği hangi ateşte ve yaklaşık ne kadar süre pişirirsiniz? Piştiğini nasıl anlarsınız? Üzerine sos/yağ konur mu? Araştırma Sorusuna İlişkin Bulgular

ARAŞTIRMA SORUSU	KATILIMCILAR	BULGULAR
11. Yemeği hangi ateşte ve yaklaşık ne kadar süre pişirirsiniz? Piştiğini nasıl anlarsınız?	K3, K4, K5, K6, K7, K10, K12	Kısık Ateşte 40–60 Dakika: Kaynamaya başladıktan sonra en kısık ateşte ağır ağır pişirme.
	K1, K2, K8, K9, K11	Ağır Pişirme (1.5–2 Saat): Etin ve yaprağın lokum gibi yumuşamasına kadar sürülen ağır pişirme süreci.

Tablo 13. Y Safranbolu etli yaprak sarması geleneksel olarak yanında ne ile ve nasıl servis edilir? Araştırma Sorusuna İlişkin Bulgular

ARAŞTIRMA SORUSU	KATILIMCILAR	BULGULAR
12. Safranbolu etli yaprak sarması geleneksel olarak yanında ne ile ve nasıl servis edilir?	K1, K2, K3, K4, K6, K7, K10, K12	Yufka Ekmeği ile Dürüm/Servis: Pişen sarmaların yöresel yufka ekmeğine sarılarak yenilmesi.
	K5, K8, K9, K11	Süzme / Manda Yoğurdu ve Yağ Kızdırma: Üzerine sarımsaklı yoğurt ve tereyağlı pul biber gezdirilerek servis yapılması.

Tablo 14. Bu yemeğin Safranbolu'daki özel günlerde veya davet sofralarındaki yeri nedir? Araştırma Sorusuna İlişkin Bulgular

ARAŞTIRMA SORUSU	KATILIMCILAR	BULGULAR
		Düğün, bayram ve komşu imecelerinde tencerelerce sarılan,

13. Bu yemeğin Safranbolu'daki özel K1, K2, K3, K4, K5, K6, Safranbolu sofralarının baş tacı olan günlerde veya davet sofralarındaki yeri K7, K8, K9, K10, K11, geleneksel ikramlık. nedir? K12

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, UNESCO Dünya Miras Listesi'nde yer alan Safranbolu'nun somut olmayan kültürel miras öğelerinden etli yaprak sarması tarihsel, sosyo-kültürel ve gastronomik boyutlarıyla incelenmiş; sözlü kültür aktarımıyla günümüze ulaşan geleneksel üretim pratikleri akademik metodoloji doğrultusunda belgelenecek standardize edilmiştir. Nitel araştırma deseninde tasarlanan sahada, akademisyenler, profesyonel aşçılar ve ev hanımlarından oluşan 12 kaynak kişiyle gerçekleştirilen derinlemesine görüşmeler sonucunda; ürünün hammadde tedarikinden sunum ritüellerine kadar uzanan tüm süreçlerinde %80 ve üzeri yüksek bir frekans uzlaşısı sağlanmıştır.

Elde edilen bulgular, Safranbolu etli yaprak sarmasının Anadolu mutfak kültüründeki diğer sarma türevlerinden ayrılan temel niteliklerini ve lezzet profilini belirleyen kritik parametreleri ortaya koymaktadır:

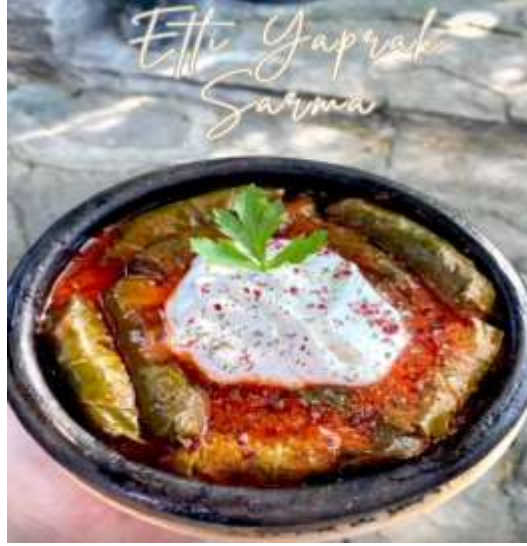
- **Hammadde Özellikleri ve Ön İşlemler:** Sarmada öncelikli olarak yörenin bağcılık kültürünü yansıtan ince damarlı, tüksüz, piştiğinde çabuk yumuşayan taze veya salamura asma/bağ yaprakları tercih edilmektedir. Salamura yaprakların tuzunun giderilmesi amacıyla bir gece önceden soğuk suda bekletilmesi, taze yaprakların ise renk değiştirene kadar (3–5 dakika) haşlanması ürünün temel tekstürel niteliğini oluşturmaktadır.
- **İç Harç Bileşimi ve Yoğurma Tekniği:** Harçta orta yağlı dana kıyması (veya geleneksel yapıya uygun elle inceltilmiş satır eti/kuzu-dana karışımı) kullanılmakta ve harç pişirilmeden çiğden hazırlanmaktadır. Soğanın suyunu salmaması ve dişe gelmesi amacıyla elde minik yemeklik doğranması, pirinçlerin kırılmasını önlemek adına önce et, soğan, salça, yağ ve baharatların yoğrulması, süzölmüş pirincin ise en son narin hareketlerle harca eklenmesi lezzet ve görünüm standardı açısından kritiktir.
- **Sarma Biçimi ve Pişirme Parametreleri:** Etli harcın yapısı gereği sarmalar içi dolgun, tombul / orta boy (parmak kalınlığında) sarılmaktadır. Tencere tabanına yapışmayı önlemek ve yemeğe doğal ekşilik kazandırmak amacıyla asma sapları, yapraklar veya kemikli etler yerleştirilmekte; üzerine salçalı-yagli (isteğe bağlı sumak sulu) sos eklenerek kısık ateşte ağır ağır (40–60 dakika veya 1.5–2 saat) pişirilmektedir.
- **Servis ve Mutfak Ritüelleri:** Ürün, geleneksel Safranbolu sofraya kültürüne uygun biçimde yöresel yufka ekmeğine sumaklı piyaz soğanla birlikte sarılıp dürüm yapılarak veya üzerine sarımsaklı süzme/manda yoğurdu ve kızdırılmış tereyağlı pul biber gezdirilerek sıcak servis edilmektedir. Düğün, bayram, ve komşu imecelerinin baş tacı olan ürün, toplumsal dayanışmanın ve kültürel belleğin önemli bir simgesidir.

Araştırma kapsamında geliştirilen 10 porsiyonluk standart yemek reçetesi; malzeme gramajları, ön hazırlık (47 dk aktif işçilik / eş zamanlı pirinç ıslatma ile toplam 60 dk), pişirme süreleri (90 dk) ve besin değerleriyle kayıt altına alınarak bölgesel culinary envantere kazandırılmıştır. Geleneksel gıda ürünlerinde yaşanan yozlaşma ve deformasyonların önüne geçilmesi, ancak bu tür bilimsel standardizasyon çalışmalarıyla mümkündür.

Çalışma sonuçları doğrultusunda şu öneriler geliştirilmiştir:

1. **Coğrafi İşaret ve Tescil Süreçleri:** Standardize edilen otantik reçete, Safranbolu etli yaprak sarmasının Coğrafi İşaret (CI) tescil başvuru dosyası ve mahreç işareti tescili için bilimsel bir altyapı olarak değerlendirilmelidir.

2. **Sektörel Entegrasyon ve Kalite Standardı:** Safranbolu’da faaliyet gösteren gastronomi işletmeleri, restoranlar ve konaklama tesislerinin menülerinde bu standart reçeteyi esas almaları sağlanarak bölgeye gelen gastronomi turistlerine otantik lezzet garantisi sunulmalıdır.
3. **Eğitim ve Kültürel Sürdürülebilirlik:** Aşçılık eğitimi veren mesleki kurumlar ile üniversitelerin Gastronomi ve Mutfak Sanatları bölümlerinde yöresel mutfak dersi müfredatlarına bu otantik pişirme pratikleri dahil edilerek somut olmayan kültürel mirasın gelecek kuşaklara aktarımı güvence altına alınmalıdır.



Resim 1Yöresel Olarak Sunulmuş Etli Yaprak Sarma. Resim Yazarlara Aittir

YEMEK REÇETESİ

10 Porsiyon

Reçete Adı :Safranbolu Etli Yaprak Sarması

Yemek Grup No: 2

Porsiyon Ölçüsü : 180 gr

Hazırlık Süresi : 60 dk

Porsiyon Ölçü : 1 porsiyon tabağı (10-12 adet)
Aracı

Pişirme Süresi : 90 dk (30+60 dk)

Pişirme Kabı ve Aracı : Kalın Tabanlı Döküm veya Çelik Tencere

Total Ağırlık (kg) : 2 kg

Pişirme Tekniği : Kısık Ateşte Ağır Ağır

Porsiyon Maliyeti : ..

İçindekil er	Brüt Miktar (gr)	Net Miktar (gr)	Ortala ma Ölçü	Yapılışı	Süre	Notlar
Yöresel asma/Ba ğ Yaprağı	1000	850 gr	100- 120 adet	Taze yaprak ise yıka sonra kaynar suda haşlayıp süzünüz. Salamura yaprak ise bir gece önceden soğuk suda bekletip tuzunu iyice yıkadıktan sonra süzünüz.	10'	İnce damarlı, tüysüz, piştiğinde çabuk yumuşayan Safranbolu bağ yaprağı tercih edilir.
Pirinç	200	200	1 Su barda ğı	Pirinci önceden yıkayıp oda sıcaklığındaki suda bekletin ve süzün	60'	Bulgurda kullanılabilir
Orta Yağlı Dana Kıyma	500	500	500 gr	Geniş bir karıştırma kabına orta yağlı dana kıymayı alınız. (Geleneksel tat için elle inceltirilmiş satır eti veya kuzu-dana karışımı tercih edilebilir).		Etin orta yağlı olması lezzet profilini belirleyen temel unsurdur.
Kuru Soğan	250	200	2-3 adet	Kuru soğanları yemeklik doğra. Taze maydanoz ve naneyi yıkayarak doğra.	5'	Orta boy kuru soğanları bıçakla elde minik yemeklik doğrayınız. Soğanın elde doğranması,
Taze Maydanoz ve nane	-	-	½ demet			

Tereyağı - - ½ su veya barda Zeytinyağı:	Geniş bir kapta kıymayı, doğranmış soğanları, ezilmiş sarımsağı, salçayı, ince kıyılmış taze maydanoz ve naneyi, zeytinyağını/tereyağını ve tüm baharatları (tuz, karabiber, nane, pul biber) köfte harcı gibi güzelce yoğurunuz.	6'	harcın sulanmaması ve dış gelmesi için kritiktir. Kesinlikle rendelemeyiniz.
Karabiber - - 1 çay kaşığı	Daha sonra Süzölmüş pirinci yoğrulmuş etli harca narin hareketlerle ekleyerek kırmadan yoğur.	1'	Not: Çiğden hazırlanan etli harçta pirinçlerin kırılmaması için ilk yoğurmaya pirinç dahil edilmez.
Pul ve toz biber 1 çay kaşığı			
Tuz - - 1 çay kaşığı			
Domates - - 1 yk Salçası			

Sarma Biçimi

Tencerenin tabanına sarmaların yapışmaması ve ekşilik vermesi için asma sapları ve yapraklar dizilir. Yaprığın damarlı iç yüzüne harç koyup içi dolgun, **tombul / orta boy (parmak kalınlığında)** sararak tencereye sıkıca dizin.

İsteğe göre tabana kemikli ette yerleştirilebilir. Sarma işlemi kişi sayısına göre değişebilir. Sarmalar çok sıkı sarılmaz yoksa içi pişmez.

Sos ve Pişirme

Üzerine salçalı-yagli (isteğe bağlı sumaklı) sıcak suyu gezdirip ağırlık tabağı kapatın. Kaynayana kadar orta ateşte, kaynadıktan sonra en kısık ateşte (ağır ateşte etler ve yaprak yumuşayana kadar pişirin. Eğer yapraklar henüz yumuşamadan suyunu erken çekerse, kenarından az miktarda sıcak su takviyesi yapabilirsiniz.

Sarmaların üzerini **aşmayacak kadar** yaklaşık 3 su bardağı soslu su eklenmeli; aksi takdirde etli sarma fazla sulu kalır ve pirinçler lapa olabilir.

Sunum Şekli

Safranbolu geleneksel sofraya ritüeline uygun biçimde yöresel yufka ekmeğine sumaklı piyaz soğanla birlikte sarıp dürüm yaparak veya üzerine sarımsaklı süzme/manda yoğurdu ve kızdırılmış tereyağı pul biber gezdirerek servis edilir.

KAYNAKLAR

- Cangi, R., & Yağcı, A. (2017). Bağdan sofraya yemeklik asma yaprak üretimi. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6 (Kapadokya Ulusal Bağcılık Çalıştayı Özel Sayı), 137-148. <https://doi.org/10.17100/nevbiltek.288316>
- Çelik, H., Çelik, S., Kunter, B., Söylemezoğlu, G., Boz, Y., Özer, C., & Atak, A. (2005). Bağcılıkta gelişme ve üretim hedefleri. *TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi Bildirileri* (Cilt 1, ss. 565–588). TMMOB
- Dogan, Y., Nedelcheva, A., Łuczaj, Ł., Drăgulescu, C., Stefkov, G., Maglajlić, A., Ferrier, J., Papp, N., Hajdari, A., Mustafa, B., Dajić-Stevanović, Z., & Pieroni, A. (2015). Of the importance of a leaf: the ethnobotany of sarma in Turkey and the Balkans. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 11(1), Article 26. <https://doi.org/10.1186/s13002-015-0002-x>
- Dogan, Y., Nedelcheva, A., & Pieroni, A. (2017). The diversity of plants used for the traditional dish sarma in Turkey: nature, garden and traditional cuisine in the modern era. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 29(6), 429-440. <https://doi.org/10.9755/ejfa.2016-09-1238>
- Gülcü, M., & Torçuk, A. İ. (2016). Yemeklik asma yaprağı üretimi ve pazarlamasında kalite parametreleri. *Meyve Bilimi*, 1(Özel Sayı), 75-79.
- Gülse Bal, H. S., Kaplan, E., & Kaplan, K. (2019). Bağcılık ve salamura yaprak konusunda çiftçi yönelimi ve değerlendirmeleri (Tokat ili Pazar ilçe örneği). M. Gül, Y. Acungil, D. Bozdoğan, & Ü. Şimşek (Ed.), 3. Uluslararası ÜNİDOKAP Karadeniz Sempozyumu Bildiri Kitabı (ss. 849–857). Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Yayınları.
- Ovayurt, Ç., & Söylemezoğlu, G. (2023). Türkiye'de ticari boyutta salamuralık olarak kullanılan asma yapraklarının fiziksel, duyuşal ve kalite özellikleri açısından değerlendirilmesi. *BAHÇE*, 52(Özel Sayı 1), 462-468.
- Sertel, A. R., & Türkmen, F. (2026). Batı Karadeniz geleneksel yemek kültürünün somut olmayan kültürel miras kapsamında değerlendirilmesi: Safranbolu örneği. *Kocatepe Turizm Araştırmaları Dergisi*, 2(1), 34–48.
- Temizkan, S. P., & Uslu, A. N. (2023). Safranbolu'daki yenilebilir otlar ve yemeklerde kullanımı. *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, 11(1), 434-452. <https://doi.org/10.21325/jotags.2023.1200>

**SAFRANBOLU MİMARİ MİRASININ YAPAY ZEKÂ DESTEKLİ ÇAĞDAŞ RESTORAN
TASARIMLARINDA YENİDEN YORUMLANMASI****Doç. Dr. Mustafa YILMAZ¹ Doç.Dr., İrfan YURT²**¹Karabük Üniversitesi, Gastronomi, mustafa.yilmaz@karabuk.edu.tr, 0000-0003-4122-0475²Karabük Üniversitesi, Gastronomi, irfanyurt@karabuk.edu.tr, 0000-0001-6568-5328**Özet**

Kültürel miras; toplumların kimliğini ve tarihsel sürekliliğini yansıtan mimari, sosyal ve kültürel değerleri kapsar. İyi korunmuş geleneksel kentsel dokusu ve sivil mimari örnekleriyle Safranbolu, önemli bir kültürel miras alanı oluşturmakta olup UNESCO Dünya Mirası Listesi'ne dahil edilmiştir. Bu çalışma, yapay zeka destekli bir tasarım yaklaşımı aracılığıyla Safranbolu'nun mimari mirasının çağdaş restoran tasarımında yeniden yorumlanmasına odaklanmaktadır. Çalışma, geleneksel mimari formları doğrudan kopyalamak yerine; taş ve ahşap malzemeler, geleneksel pencere düzenleri, çıkmalar ve cumbalar, sofa, avlu, ocak, sabit oturma elemanları, ahşap tavanlar, mahremiyet düzenlemeleri ve geleneksel sokak dokusu gibi Safranbolu evlerinin karakteristik unsurlarını tasarım referansları olarak ele almaktadır. Söz konusu unsurlar, çağdaş işlevsel, estetik ve gastronomik gereklilikler doğrultusunda yeniden değerlendirilmektedir. Alternatif mekansal yorumlar geliştirmek ve geleneksel mimari özelliklerin çağdaş restoran ortamlarıyla bütünleşme olanaklarını araştırmak amacıyla yapay zeka destekli görsel tasarım araçlarından yararlanılmaktadır. Önerilen tasarım; mimari miras, mekansal deneyim ve gastronomi arasında bütüncül bir ilişki kurmayı ve böylece Safranbolu'nun kültürel kimliğinin çağdaş bir şekilde yorumlanmasına ve deneyimsel olarak aktarılmasına katkıda bulunmayı amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Gastronomi deneyimi, restoran tasarımı, kültürel miraslar

**REINTERPRETING SAFRANBOLU'S ARCHITECTURAL HERITAGE IN AI-ASSISTED
CONTEMPORARY RESTAURANT DESIGN****Assoc. Prof. Dr. Mustafa YILMAZ² / Assoc. Prof. Dr. İrfan YURT¹****¹Karabük University, Department of Gastronomy, mustafa.yilmaz@karabuk.edu.tr, 0000-0003-4122-0475 ²Karabük University, Department of Gastronomy, irfanyurt@karabuk.edu.tr, 0000-0001-6568-5328****Abstract**

Cultural heritage encompasses architectural, social, and cultural values that reflect the identity and historical continuity of societies. Safranbolu, with its well-preserved traditional urban texture and civil architectural examples, represents an important cultural heritage area and has been included in the UNESCO World Heritage List. This study focuses on the reinterpretation of Safranbolu's architectural heritage within contemporary restaurant design through an artificial intelligence-supported design approach. Rather than directly reproducing traditional architectural forms, the study considers characteristic elements of Safranbolu houses, including stone and wood materials, traditional window arrangements, projections and bay windows, sofa, courtyard, hearth, built-in seating elements, wooden ceilings, privacy arrangements, and traditional street texture as design references. These elements are reconsidered according to contemporary functional, aesthetic, and gastronomic requirements. Artificial intelligence-supported visual design tools are utilized to develop alternative spatial interpretations and explore the integration of traditional architectural characteristics with contemporary restaurant environments. The proposed design aims to establish a holistic relationship between architectural heritage, spatial experience, and gastronomy, contributing to the contemporary interpretation and experiential transmission of Safranbolu's cultural identity.

Key Words: Gastronomy experience, restaurant design, cultural heritage

Giriş

Kültürel miras, toplumların geçmişten günümüze aktardıkları tarihsel, mimari, sosyal ve kültürel değerlerin önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Bu değerlerin korunması yalnızca fiziksel yapıların gelecek kuşaklara aktarılması açısından değil, aynı zamanda toplumların sahip olduğu kültürel kimliğin devamlılığının sağlanması açısından da önem taşımaktadır. Özellikle geleneksel yerleşim dokuları ve sivil mimari örnekleri, geçmiş dönemlerin yaşam biçimlerini, sosyal ilişkilerini, estetik anlayışlarını ve günlük yaşam pratiklerini yansıtan önemli kültürel kaynaklar arasında yer almaktadır. Bu nedenle geleneksel mimari mirasın korunması, yapıların fiziksel olarak muhafaza edilmesinin yanında, sahip oldukları mekânsal ve kültürel değerlerin günümüz yaşam koşulları içerisinde yeniden değerlendirilmesini de gerekli kılmaktadır. Türkiye, farklı medeniyetlerin izlerini taşıyan çok sayıda tarihi yerleşim alanına sahip olması bakımından önemli bir kültürel miras çeşitliliğine sahiptir. Bu yerleşim alanlarından biri olan Safranbolu, geleneksel kent dokusunu ve sivil mimari örneklerini büyük ölçüde koruyabilmiş olması nedeniyle Türkiye'nin önemli kültürel miras alanlarından biri olarak değerlendirilmektedir. Tarih boyunca farklı medeniyetlerin hâkimiyetinde kalan Safranbolu, özellikle Osmanlı döneminde gelişen yerleşim karakteri ile günümüzdeki mimari kimliğini kazanmıştır. Geleneksel Safranbolu evleri; taş ve ahşap malzeme kullanımı, çıkma ve cumbaları, bölümlü pencere düzenleri, sofa organizasyonu, sedirleri, ahşap tavanları ve geleneksel ocakları gibi birçok unsurun bir arada kullanılmasıyla özgün bir mimari değer barındırmaktadır (Günay, 1998; Bayazıt, 2014). Safranbolu'nun sahip olduğu bu özgün mimari ve kültürel değerler, kentin 1994 yılında UNESCO Dünya Miras Listesi'ne alınmasıyla uluslararası ölçekte de tescillenmiştir (Bayvas, 2009). Kentin tarihi dokusunun büyük ölçüde korunmuş olması, Safranbolu'yu yalnızca mimari açıdan değil, turizm ve gastronomi açısından da önemli bir destinasyon hâline getirmiştir. Turizm faaliyetlerinin gelişmesiyle birlikte kentte farklı kullanım amaçlarına yönelik yeni yapıların ve mekânların ortaya çıkması, geleneksel mimari mirasın çağdaş ihtiyaçlarla nasıl ilişkilendirileceği konusunu önemli hâle getirmiştir. Özellikle restoranlar, ziyaretçilerin sadece yemek yediği mekânlar değil, aynı zamanda da destinasyonun kültürel kimliğinin ve yerel değerlerinin deneyimlenebildiği alanlara dönüşmüştür. Bu açıdan restoran tasarımı, yerel mimari kimliğin ve gastronomik kültürün ziyaretçilere aktarılmasında önemli bir araç olarak değerlendirilebileceği düşünülmektedir.

Geleneksel mimari unsurların çağdaş yapılarda kullanılmasında dikkat edilmesi gereken temel konulardan biri, bu unsurların yalnızca görsel veya dekoratif öğeler olarak ele alınmamasıdır. Geleneksel bir yapının biçimsel özelliklerinin doğrudan kopyalanması, kültürel mirasın yüzeysel olarak sunulmasına sebep olmaktadır. Buna karşılık geleneksel mimarinin sahip olduğu mekânsal organizasyon, malzeme kullanımı, mahremiyet anlayışı, sosyalleşme biçimleri, iç ve dış mekân arasındaki ilişki ve kullanıcı deneyimi gibi özelliklerin çağdaş tasarım anlayışı içerisinde yeniden yorumlanması, kültürel mirasın günümüz koşullarında yaşatılmasına daha fazla katkı sağlayacaktır. Safranbolu mimarisi bu açıdan değerlendirildiğinde sofa, avlu, cumba, sedir, ocak, taş ve ahşap malzeme kullanımı, geleneksel pencere düzenleri ve sokak dokusu gibi unsurların çağdaş restoran tasarımına aktarılacak önemli tasarım referansları olduğu görülmektedir (Bayazıt, 2014; Bayvas, 2009; Günay, 1998; Oral, 2019). Günümüzde yapay zekâ teknolojilerinin gelişmesiyle birlikte mimari ve iç mekân tasarım süreçlerinde de yeni tasarım olanakları ortaya çıkmaktadır. Yapay zekâ destekli görsel üretim araçları, farklı mimari unsurların bir arada değerlendirilmesine, alternatif mekân tasarımlarının oluşturulmasına ve geleneksel mimari özelliklerin çağdaş tasarım anlayışı içerisinde yeniden yorumlanmasına imkân sağlamaktadır. Bu çalışmada, Safranbolu'nun geleneksel mimari mirasının çağdaş restoran tasarımında yeniden yorumlanması ele alınmaktadır. Çalışmanın temel amacı, Safranbolu mimarisinin karakteristik özelliklerini doğrudan kopyalamak yerine, bu özellikleri günümüz restoranlarının işlevsel ve estetik gereksinimleri doğrultusunda yeniden değerlendirmektir. Bu doğrultuda taş ve ahşap malzemeler, geleneksel pencere sistemleri, çıkma ve cumbalar, sofa, avlu, ocak, sedir, ahşap tavan elemanları, mahremiyet anlayışı ve geleneksel sokak dokusu tasarımın temel referansları olarak ele alınmaktadır. Söz konusu unsurların çağdaş restoran tasarımına aktarılmasıyla, geleneksel mimari kimlik ile günümüz gastronomi mekânı arasında bütüncül bir ilişki kurulması amaçlanmaktadır.

Çalışmada ayrıca yapay zekâ destekli tasarım yaklaşımından yararlanılarak Safranbolu mimari mirasının farklı çağdaş tasarım alternatifleri içerisinde değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Böylece geleneksel mimari unsurların yalnızca dekoratif öğeler olarak kullanılmasının önüne geçilerek, bu unsurların mekânsal organizasyon, kullanıcı deneyimi ve gastronomi deneyimi ile ilişkilendirilmesi hedeflenmektedir.

Safranbolu'nun Kısa Tarihçesi

Paleolitik Çağ'dan itibaren çeşitli medeniyetlere ev sahipliği yapan Safranbolu, su kaynakları ve verimli arazilere sahip bir vadinin yamacında gelişmiştir. Kentin bilinen ilk yazılı kaynakları Roma İmparatorluk Dönemi'ne ait olup, Bizans döneminde Dadybra adıyla anıldığı anlaşılmaktadır (Gökoğlu, 1952; Merçil, 2003). 1100 yılında Danişmentogulları'nın hâkimiyetine girerek Türk kültürüyle tanışan Safranbolu, 13. yüzyılda Çobanoğulları, 14. yüzyılda ise Candaroğulları yönetiminde kalmış; 1392 yılında Osmanlı topraklarına katılmıştır (Karacakaya, Yücedağ, & Yılmaz, 2013). Osmanlı döneminde Zalifre, Borlu, Taraklıborlu ve Zağfiranbolu gibi farklı adlarla anılan kent, Cumhuriyet döneminde Safranbolu adını almış ve 1955 yılında Karabük'e bağlı ilçe statüsüne kavuşmuştur (Bayvas, 2009). Şehir merkezi, Akçasu ve Gümüş derelerinin birleştiği alanda konumlanmaktadır (Günay, 1998). Safranbolu'da koruma çalışmaları 1976 yılında başlamış, 1985 yılında çok sayıda sivil mimari yapı ve anıt eser tescillenmiş, 1991 yılında Koruma Amaçlı İmar Planı kabul edilmiştir. Bu çalışmaların devamında kent, 1994 yılında UNESCO Dünya Kültür Mirası Listesi'ne dahil edilmiştir (Bayazıt, 2014; Bayvas, 2009).

2000'li yıllardan itibaren yeni yapıların geleneksel Safranbolu dokusuyla uyumlu biçimde tasarlanmasına yönelik duyarlılık artmış olsa da ekonomik ve benzeri kaygılar doğrultusunda yalnızca biçimsel ve göstermelik uygulamaların gerçekleştirilmesi riski devam etmektedir. Bu nedenle tarihi ve kültürel mirasın korunmasına yönelik bilincin toplumun farklı kesimlerinde geliştirilmesi ve gelecek kuşaklara aktarılması önem taşımaktadır. Özellikle eğitim sürecinde kültürel varlıkların korunmasına yönelik duyarlılığın güçlendirilmesi, kişisel ve ekonomik çıkarların önüne geçen bir koruma anlayışının oluşmasına katkı sağlayacaktır. Safranbolu'nun Dünya Kültür Mirası Listesi'nde yer alan önemli bir kentsel sit alanı olması, geleneksel mimari ile çağdaş yapılaşma arasında uyum sağlama arayışlarını da belirgin hale getirmiştir. Bununla birlikte Türkiye'de tarihi kent dokusunun korunduğu yerleşimler yalnızca Safranbolu ile sınırlı değildir. Amasra, Amasya, Bursa, İstanbul, Mardin, Beypazarı, Kastamonu, Kars, Erzurum, Ayvalık, Alaçatı ve Harran gibi farklı yerleşimlerde de geleneksel mimari özelliklerin korunduğu alanlar bulunmaktadır. Safranbolu'nun tarihi kimliği, kente önemli ekonomik ve sosyal kazanımlar sağlamış; özellikle turizm ve ticari faaliyetlerin gelişmesiyle birlikte kültürel mirasa yönelik toplumsal duyarlılığın artmasına katkıda bulunmuştur (Oral, 2019).

Safranbolu Mimari Kimliğinin Çağdaş Restoran Tasarımına Aktarılmasına Yönelik Tasarım Önerisi

Bu çalışmada önerilen restoran tasarımı, Safranbolu'nun geleneksel mimari kimliğinin çağdaş gastronomi mekânına aktarılması üzerine kurgulanmıştır.



Resim 1: Safranbolu'nun Mimari Mirasının Restoran Tasarımında Yeniden Yorumu

Bu kapsamda restoran içerisinde giriş, geçiş, sosyalleşme, yemek yeme ve özel kullanım alanları arasında kademeli bir mekânsal organizasyon oluşturulması önerilmektedir. Tasarımda geleneksel Safranbolu evlerinin çevreyle kurduğu ilişki, iç ve dış mekân arasındaki geçişler ve farklı mahremiyet düzeyleri çağdaş kullanım gereksinimleri doğrultusunda yeniden yorumlanmaktadır. Böylece kullanıcıların restorana girişten itibaren Safranbolu mimari kimliğini farklı mekânsal deneyimler aracılığıyla algılaması hedeflenmektedir.

Safranbolu mimarisinin karakteristik malzeme bileşenlerinden olan taş ve ahşap, önerilen restoran tasarımının temel malzemelerini oluşturmaktadır. Taş malzemenin özellikle zeminlerde, belirli duvar yüzeylerinde ve açık mutfak çevresinde kullanılması planlanmaktadır. Taşın doğal dokusunun korunması, mekânda yerel ve geleneksel bir atmosfer oluşturulmasına katkı sağlayacaktır.

Ahşap ise pencere doğramaları, kirişler, tavan elemanları, duvar bölücüleri, sedirler ve mobilyalarda kullanılmaktadır. Taşın daha ağır ve güçlü karakteri ile ahşabın sıcak ve doğal karakterinin birlikte kullanılması, geleneksel Safranbolu mimarisindeki malzeme ilişkisini çağdaş bir biçimde yeniden üretmektedir. Bu malzeme birlikteliğinin aynı zamanda restoran kullanıcılarında doğallık, sıcaklık ve yerellik algısını desteklemesi beklenmektedir.

Safranbolu evlerinde görülen ahşap doğramalı ve bölümlü pencere düzenleri, restoranın cephe ve iç mekân tasarımında referans alınmaktadır. Pencereelerde geleneksel düşey oranlar ve ahşap doğrama korunurken, günümüz yapı teknolojilerinin sunduğu cam ve doğrama çözümlerinden yararlanılması önerilmektedir.

Safranbolu evlerinin karakteristik özelliklerinden olan çıkma ve cumba, restoran tasarımında özel ve yarı özel oturma alanlarının oluşturulmasında kullanılmaktadır. Geleneksel cumbanın biçimsel özellikleri doğrudan kopyalanmak yerine, restoranın planlamasına uygun ölçekte yeniden yorumlanması önerilmektedir.

Bu alanların iki veya dört kişilik masalarla düzenlenmesi, kullanıcıya ana yemek salonundan farklı bir deneyim sunacaktır. Cumba biçimli oturma alanları aynı zamanda restoran içerisinde mekânsal çeşitlilik oluşturarak farklı kullanıcı gruplarının mahremiyet ve sosyalleşme ihtiyaçlarına olanak sağlayacağı düşünülmektedir.

Geleneksel Safranbolu evlerinde önemli bir işleve sahip olan ocak, önerilen restoran tasarımında açık mutfak ve canlı pişirme alanı olarak yeniden yorumlanmaktadır. Geleneksel ocakların mekân içerisindeki konumu ve yemek hazırlama işlevi dikkate alınarak, restoran mutfağının kullanıcı tarafından algılanabilir bir konumda tasarlanması önerilmektedir.

Taş çerçeve, ahşap detaylar ve geleneksel pişirme araçlarının sınırlı kullanımıyla oluşturulabilecek açık mutfak, gastronomik üretim sürecini kullanıcı deneyiminin bir parçası hâline getirebilir. Böylece geleneksel ocak ile günümüz restoranlarındaki açık mutfak anlayışı arasında işlevsel bir ilişki kurulmaktadır.

Safranbolu'nun geleneksel yerleşim karakterinden hareketle restoran tasarımında açık veya yarı açık bir avlu alanına yer verilmesi önerilmektedir. Avlu, restoranın kapalı yemek alanları ile dış çevre arasında geçiş sağlayan bir ara mekân olarak değerlendirilebilir.

Taş döşeme, ahşap oturma elemanları, yerel bitki kullanımı ve kontrollü bir su ögesi ile tasarlanabilecek avlu, özellikle uygun mevsimlerde yemek ve sosyalleşme amacıyla kullanılabilir. Bu alanın tasarımında Safranbolu'nun doğal çevresi ve geleneksel bahçe anlayışından yararlanılması, restoranın yerel kimliğini güçlendirebilir.

Safranbolu geleneksel konutlarında kullanılan sedirler, çağdaş restoran tasarımında alternatif oturma elemanları olarak değerlendirilebilir. Duvar kenarları, pencere önleri ve sofa çevresinde konumlandırılacak sabit sedirlerin modern masa ve sandalyelerle birlikte kullanılması, geleneksel oturma kültürünü çağdaş kullanıcı deneyimine taşıyabilir. Benzer şekilde, geleneksel ahşap tavan ve kiriş düzenleri sadeleştirilerek giriş, sofa ve özel yemek alanlarında çağdaş bir tasarım ögesi olarak kullanılabilir.

Safranbolu konutlarındaki mahremiyet anlayışı da restoran içerisinde farklı kullanım düzeylerinin oluşturulmasına katkı sağlayabilir. Ana yemek alanının yanı sıra yarı özel ve özel bölümlerin oluşturulması; ahşap bölücüler, yarı geçirgen yüzeyler, nişler ve farklı kotlar aracılığıyla sağlanabilir. Böylece farklı kullanıcı gruplarına yönelik daha kontrollü ve çeşitli mekânsal deneyimler sunulabilir.

Restoranın dolaşım kurgusu, Safranbolu'nun geleneksel sokak dokusundan esinlenerek tasarlanabilir. Taş zeminler, ahşap yüzeyler, daralıp genişleyen geçişler ve kontrollü aydınlatma kullanılarak kullanıcıya geleneksel sokak deneyimini çağrıştıran bir mekânsal atmosfer oluşturulabilir. Bakır servis ekipmanları, geleneksel mutfak araçları ve yerel objeler ise belirli niş, raf ve sergileme alanlarında sınırlı biçimde kullanılarak gastronomik kimliği destekleyebilir.

Aydınlatma tasarımında taş duvar, ahşap kiriş, pencere nişi ve sedir gibi mimari unsurların algılanmasını sağlayacak vurgu aydınlatmalarına yer verilmesi önerilmektedir. Geleneksel motiflerin ise doğrudan kopyalanmak yerine sadeleştirilerek ahşap bölücüler, duvar panelleri, tekstil ve aydınlatma elemanlarında kullanılması, geleneksel kimlik ile çağdaş tasarım arasında denge kurulmasına yardımcı olabilir.

Tasarım yaklaşımında mimari unsurların yalnızca dekoratif öğeler olarak değil, gastronomi deneyiminin bir parçası olarak değerlendirilmesi önem taşımaktadır. Açık mutfak, geleneksel ocak referansları, sedirler, avlu, taş ve ahşap yüzeyler ile yerel servis unsurlarının birlikte kullanılması, mekânın bütüncül bir deneyim sunmasını sağlayabilir. Menü, servis biçimi ve sunum ekipmanlarının da bu mimari kimlikle ilişkilendirilmesi, Safranbolu'nun gastronomik ve kültürel mirasının kullanıcıya daha bütüncül biçimde aktarılmasına katkı sağlayacaktır.

Sonuç olarak Safranbolu mimarisinin çağdaş restoran tasarımına aktarılmasında temel yaklaşım, geleneksel yapıların biçimsel olarak kopyalanması yerine sahip oldukları mekânsal ve kültürel özelliklerin yeniden yorumlanmasıdır. Taş ve ahşap malzemeler, sofa, avlu, ocak, sedir, tavan düzenlemeleri, mahremiyet ve sokak ilişkisi bu yaklaşımın temel bileşenlerini oluşturmaktadır. Böylece geleneksel mimariyi taklit eden değil, kullanıcıya bu mirası çağdaş bir gastronomi ortamında deneyimleten bir tasarım anlayışı ortaya konulabilir.

Sonuç

Safranbolu mimari mirasının çağdaş restoran tasarımında yeniden yorumlanması, geleneksel mimari değerlerin günümüz gastronomi mekânlarına aktarılması açısından önemli bir potansiyel taşımaktadır. Çalışmada taş ve ahşap malzemeler, sofa, avlu, cumba, sedir, geleneksel ocak, ahşap tavan ve mahremiyet anlayışı gibi mimari unsurların çağdaş işlevlerle bütünleştirilmesine yönelik öneriler geliştirilmiştir. Yapay zekâ destekli tasarım yaklaşımı ise bu unsurların farklı mekânsal alternatifler içerisinde yeniden değerlendirilmesine olanak sağlamıştır. Bu doğrultuda geleneksel mimari öğelerin yalnızca dekoratif unsurlar olarak değil, kullanıcı deneyimi ve gastronomik deneyimin bir parçası olarak ele alınması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. Önerilen yaklaşımın, Safranbolu'nun mimari ve gastronomik kimliğinin çağdaş restoran mekânlarında görünür kılınmasına ve kültürel mirasın güncel tasarım anlayışı içerisinde deneyimlenmesine katkı sağlayabileceği değerlendirilmektedir.

Kaynakça

- Bayazıt, N. (2014). Safranbolu geleneksel konutları ve toplumsal değişme. İstanbul: Safranbolu Belediyesi Safranbolu Araştırmalar Merkezi Kültür Yayını.
- Bayvas, A. (Haz.). (2009). Türkiye'nin dünya miras alanları: Koruma ve yönetimde güncel durum. Ankara: UNESCO Türkiye Millî Komisyonu Somut Kültürel Miras İhtisas Komitesi.
- Gökoğlu, A. (1952). Paphlagonia-Paflagonia, Kastamonu, Sinop, Çankırı, Safranbolu, Bartın, Bolu, Gerede, Mudurnu, İskilip, Bafra, Alaçam ve civarı gayrimenkul eski eserleri ve arkeolojisi. Kastamonu: Doğrusöz Matbaası.
- Günay, R. (1998). Türk ev geleneği ve Safranbolu evleri. İstanbul: YEM Yayın. Karacakaya, R., Yücedağ, İ., & Yılmaz, N. (Haz.). (2013). Arşiv belgelerinde Karabük. İstanbul: Safranbolu Belediyesi Kültür Yayınları.
- Karacakaya, R., Yücedağ, İ., & Yılmaz, N. (Haz.). (2013). Safranbolu Şer'iyye Sicili: 2116 numaralı defter. İstanbul: Safranbolu Belediyesi Kültür Yayınları.
- Merçil, E. (2003). Selçuklular devrinde Karadeniz ve Safranbolu. İçinde I. Ulusal Tarih İçinde Safranbolu Sempozyumu (4-6 Mayıs 1999). Karabük: Türk Tarih Kurumu Basımevi.
- Oral, B. (2019). Geleneksel mimariye öykünme bağlamında günümüz Safranbolu sivil mimarisi. *İnsan ve İnsan*, 6(21), 597-631.

FARKLI KAYNAK HIZLARINDA SOĞUK METAL TRANSFERİ (CMT) İLE KAYNAKLANMIŞ 5754 VE 6061-T6 ALÜMİNYUM SAÇLARIN MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Dr. Öğr. Üyesi, Erman FERİK¹ / Özgür YILMAZ² / Öğr. Gör., Gürhan DENİZ³ / Doç. Dr., Süleyman Serdar PAZARLIOĞLU⁴ / Prof. Dr. Faruk VAROL⁵

¹Marmara Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, erman.ferik@marmara.edu.tr, 0000-0002-9694-5732

²Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, ozgur.yilmaz_94@hotmail.com, 0000-0003-3048-7094

³Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Arifiye Meslek Yüksekokulu, Makine ve Metal Teknolojileri Bölümü, gdeniz@subu.edu.tr, 0000-0002-5071-9975

⁴Marmara Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, spazarlioglu@marmara.edu.tr, 0000-0002-7870-8418

⁵Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Arifiye Meslek Yüksekokulu, Makine ve Metal Teknolojileri Bölümü, fvarol@subu.edu.tr, 0000-0003-2952-2251

Özet

Bu çalışmada, 1,5 mm kalınlığındaki 6061-T6 ve 5754 serisi alüminyum saçlar, alüminyum esaslı (AlMg4,5Mn) tel kullanılarak soğuk metal transferi (ing. CMT) yöntemiyle birleştirilmiştir. Numuneler, 40, 48, 60, 80 ve 120 cm/dk kaynak ilerleme hızlarında alın birleştirme (ing. butt joint) tekniğiyle oluşturulmuştur. Deneylerde kaynak kaynak ilerleme hızları değiştirilirken kaynak akımı, voltajı ve koruyucu gaz debisi sabit bırakılmıştır. Birleştirmelerin mekanik özelliklerini tespit etmek amacıyla ilk çekme özellikleri analiz edilmiş ve mikrosertlik değerleri ölçülmüştür. Numunelerin mikroyapı ve makroyapıları özellikleri optik mikroskop ve SEM görüntüleri ile incelenmiş, kaynak ısı girdisi ile meydana gelen elementsel geçişleri incelemek amacıyla ayrıca EDS analizi gerçekleştirilmiştir. CMT yöntemiyle farklı kaynak hızlarından 6061-T6 ve 5754 serisi alüminyum saçların CMT yöntemiyle birleştirilebilirliği ve mekanik özellikleri değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: CMT, Al 6061-T6, Al 5754, Çekme dayanımı, Mikrosertlik

INVESTIGATION OF THE MECHANICAL PROPERTIES OF 5754 AND 6061-T6 ALUMINUM SHEETS WELDED BY COLD METAL TRANSFER (CMT) AT DIFFERENT WELDING SPEEDS
Asst. Prof., Erman FERİK¹ / Özgür YILMAZ² / Lect. Gürhan DENİZ³ / Assoc. Prof. Süleyman Serdar PAZARLIOĞLU⁴ / Prof. Faruk VAROL⁵

¹Marmara University, Faculty of Technology, Department of Metallurgy and Materials Engineering,
erman.ferik@marmara.edu.tr, 0000-0002-9694-5732

²Sakarya University of Applied Sciences, Graduate Education Institute, ozgur.yilmaz_94@hotmail.com,
0000-0003-3048-7094

³Sakarya University of Applied Sciences, Arifiye Vocational School, Department of Machinery and Metal Technologies, gdeniz@subu.edu.tr, 0000-0002-5071-9975

⁴Marmara University, Faculty of Technology, Department of Metallurgy and Materials Engineering,
spazarlioglu@marmara.edu.tr, 0000-0002-7870-8418

⁵Sakarya University of Applied Sciences, Arifiye Vocational School, Department of Machinery and Metal Technologies, fvarol@subu.edu.tr, 0000-0003-2952-2251

Abstract

In this study, 1.5 mm thick 6061-T6 and 5754 series aluminum sheets were joined using cold metal transfer (CMT) and aluminum-based (AlMg4,5Mn) wire. The samples were made using the butt joint technique at welding speeds of 40, 48, 60, 80, and 120 cm/min. Although the welding speeds were modified, the welding current, voltage, and shielding gas flow rate were maintained at a consistent level. To examine the mechanical qualities of the joints, the initial tensile properties and microhardness values were measured. The samples' microstructure and macrostructure were analysed using optical microscopy and SEM imagery, with EDS analysis conducted to investigate the elemental changes induced by welding heat input. The weldability and mechanical characteristics of 6061-T6 and 5754 series aluminium sheets were assessed via the CMT technique at varying welding velocities.

Keywords: CMT, Al 6061-T6, Al 5754, Tensile Strength, Microhardness

1. GİRİŞ

Son yıllarda, çevresel koruma ve yakıt verimliliği gereksinimlerinin artmasıyla otomotiv hafifletmesi en etkili çözümlerden biri haline gelmiştir (Rajeshkumar et al., 2021; Yang et al., 2013). Alüminyum alaşımları, hafiflikleri, işlenebilirlikleri, estetik görünimleri, korozyon dirençleri ve düşük maliyetleri nedeniyle geniş bir uygulama alanına sahiptir (Leon et al., 2020; Rathinasuriyan et al., 2021). Özellikle otomotiv ve havacılık sektörlerinde, yakıt verimliliğini artırma amacıyla hafif ve dayanıklı alüminyum alaşımlarına olan ilgi giderek artmaktadır (Badarinarayan et al., 2009; Chowdhury et al., 2012; Rhodes et al., 1997; Tran et al., 2008; Zhang et al., 2011).

6061-T6 alüminyum alaşımları, yüksek mukavemet, üstün süneklik, elektrik iletkenliği, şekillendirilebilirlik ve korozyon direnci gibi özellikleri sayesinde köprüler, yüksek hızlı gemiler ve açık deniz projelerinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Fridlyander et al., 2002; Jiang & Liu, 2019; Miller et al., 2000; Nie et al., 2018; Nturanabo et al., 2015; Sauvage et al., 2015; Wang et al., 2022; Šekularac & Milošev, 2018). Ayrıca, demiryolu taşıtları, araç şasileri, inşaat ve havacılık gibi alanlarda da önemli bir yer tutmaktadır (Yadav et al., 2021). Hafifliği, mükemmel korozyon direnci ve yüksek özgül mukavemeti nedeniyle, son yıllarda mühendislik yapılarında kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır (Gang & Caiqi, 2021; Liu et al., 2017; Wang et al., 2021; Wu et al., 2020; Xiong et al., 2017; Zhu et al., 2020).

5754 alüminyum alaşımı ise mükemmel kaynaklanabilirlik, yüksek korozyon direnci, soğuk şekillendirilebilirlik, yüksek yorulma mukavemeti, sertlik, işlenebilirlik ve kimyasal direnci gibi birçok avantaja sahiptir. Ancak, bu alaşımın en büyük dezavantajı nispeten düşük akma mukavemetidir (Ezequiel et al., 2020; Merklein et al., 2012; Rudawska & Wahab, 2019; Taktak et al., 2017).

Alüminyum alaşımlarının yüksek termal iletkenlikleri, termal genleşme katsayıları, hızlı katılaşma oranları ve geniş katılaşma sıcaklık aralığı, gözeneklilik, termal çatlaklar ve yumuşama gibi kaynak problemlerine neden olmaktadır. Bu sorunların üstesinden gelmek için son yıllarda alüminyum alaşımlarının birleştirilmesinde sürtünme karıştırma kaynağı (ing. FSW) ve CMT gibi yenilikçi kaynak yöntemleri geliştirilmiştir (Kashaev et al., 2018; Pakdil et al., 2011; Tian et al., 2018b).

CMT birleştirme yöntemi, 2005 yılında Fronius tarafından geliştirilen ve daha az ısı gerektiren metal inert gaz (ing. MIG) kaynağının geliştirilmiş bir versiyonudur. Düşük sıçrama ve gözeneklilik, geliştirilmiş ark kararlılığı, kontrollü erimiş metal transferi ve yüksek boşluk köprüleme kapasitesi gibi avantajları sayesinde galvanizli ince çelik saclar ve farklı metaller ile alaşımlarının birleştirilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Cao et al., 2013; Chen et al., 2017; Feng et al., 2009; Furukawa, 2006; Kumar et al., 2016; Meco et al., 2013; Tian et al., 2018a; Zhang et al., 2009).

Bu çalışmada, otomotiv, havacılık, uzay, savunma ve inşaat sektörlerinde kullanılan 6061-T6 alüminyum sacılar ile basınçlı kaplar, hidrolik uygulamalar, gemi inşa ekipmanları ve otomotiv sektöründe kullanılan 5754 alüminyum alaşım sacıların CMT yöntemiyle kaynaklanabilirliği ve özellikleri incelenmiştir. Daha önceki birleştirme yöntemlerinden farklı olarak, CMT yöntemi kullanılarak 6xxx ve 5xxx serisi alüminyum sacıların çeşitli kaynak ilerleme hızlarında kaynaklanabilirliği ve mekanik özellikleri değerlendirilmiştir. Birleştirmelerin çekme özellikleri analiz edilmiş ve mikrosertlik değerleri ölçülmüştür. 6061-T6 ve 5754 serisi alüminyum sacıların CMT yöntemiyle birleştirilebilirliğini değerlendirmek amacıyla numunelerin mikro ve makro yapıları ile SEM görüntüleri incelenmiş, ayrıca EDS analizi gerçekleştirilmiştir.

2. DENEYSEL METOT

Tablo 1 ve **2**, iyi şekillendirilebilirlik, kaynaklanabilirlik ve mükemmel korozyon direnci nedeniyle çeşitli endüstriyel uygulamalarda kullanılan 5754 alüminyum alaşımının spektrometrik analizini ve mekanik özelliklerini göstermektedir.

Tablo 1. Tablo 5754 alüminyum sacın kimyasal bileşimi (Elementler (ağırlıkça %)).

Si	Fe	Mn	Mg	Cu	Cr	Ni	Zn	Ti	Al
0,114	0,327	0,241	2,76	0,0075	0,0075	0,0018	0,001	0,0056	96,4

Tablo 2. 5754 alüminyum sacın mekanik özellikleri.

Çekme Dayanımı (N/mm ²)	Akma Dayanımı (N/mm ²)	Uzama (%)	Sertlik (HV)
220	127	20	67

6061-T6 alüminyum alaşımlarının spektral analizi ve mekanik özellikleri, orta düzeyde mukavemeti, mükemmel şekillendirilebilirliği ve yüksek korozyon direnci sayesinde çeşitli sektörlerde yaygın olarak kullanılmakta olup kimyasal bileşim ve mekanik performans özellikleri **Tablo 3** ve **Tablo 4**'te verilmiştir.

Tablo 3. 6061-T6 alüminyum sacın kimyasal bileşimi (Elementler (ağırlıkça %)).

Si	Fe	Mn	Mg	Cu	Cr	Ni	Zn	Ti	Al
0,64	0,367	0,114	0,8	0,275	0,193	0,005	0,157	0,029	97,4

Tablo 4. 6061-T6 alüminyum sacın mekanik özellikleri.

Çekme Dayanımı (N/mm ²)	Akma Dayanımı (N/mm ²)	Uzama (%)	Sertlik (HV)
334	295	13	110

AlMg4,5Mn kaynak telinin spektral analizi ve mekanik özellikleri, alüminyum, magnezyum ve mangan içeren bir MIG kaynak teli olması, deniz suyu korozyonuna karşı yüksek direnç göstermesi ve -196 °C gibi düşük sıcaklıklarda yüksek mukavemetli alüminyum alaşımlarının kaynağında kullanılmakta olup kimyasal bileşim ve mekanik performans özellikleri Tablo 5 ve Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 5. AlMg4,5Mn kaynak telinin kimyasal bileşimi (Elementler (ağırlıkça %)).

Mn	Mg	Cr	Al
0,50- 1,0	0,50- 1,0	0,05- 0,25	Kalan

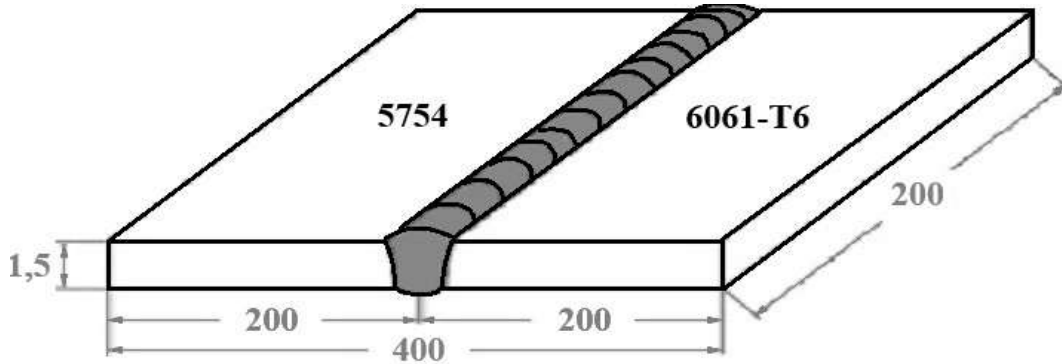
Tablo 6. AlMg4,5Mn kaynak telinin mekanik özellikleri.

Çekme Dayanımı (N/mm ²)	Akma Dayanımı (N/mm ²)	Uzama (%)
>250	>120	>16

3. YÖNTEM

3.1. CMT Kaynak Prosesi

CMT kaynak işlemine geçilmeden önce, 1,50 mm kalınlığındaki 5754 ve 6061-T6 alüminyum saclar 200x200x1,50 mm boyutlarında kesilmiş ve yüzeydeki kir ve yağları gidermek amacıyla asetonla temizlenmiştir.



Şekil 1. 5754 ve 6061-T6 kaynaklı numunelerin boyutları.

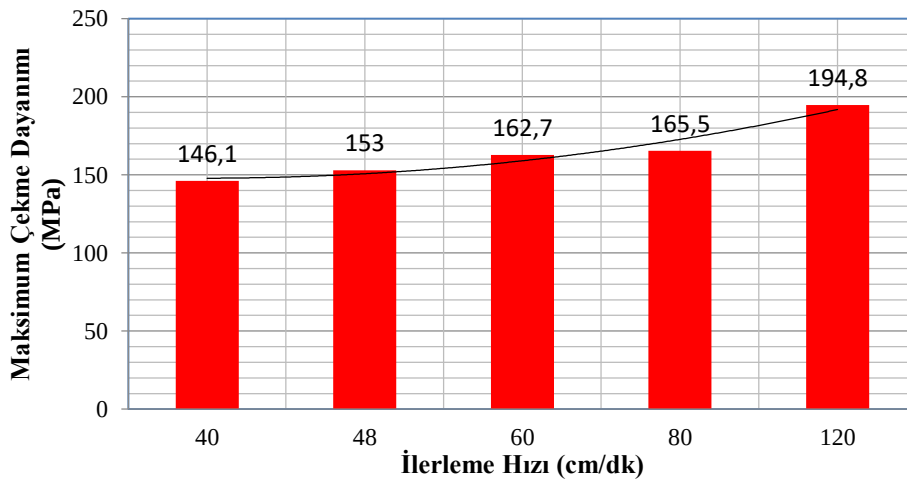
CMT kaynak işlemi, Fronius A-4600 CMT kaynak ekipmanı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Yüksek görev hassasiyeti sağlamak amacıyla, sabit bir kaynak ilerleme hızı elde etmek için bir kaynak robotu kullanılmıştır. Numuneler alın altına yerleştirilerek konumlandırılmış ve distorsiyonu önlemek amacıyla özel olarak tasarlanan vida kalıp sistemine sabitlenmiştir.

Deneyisel çalışmalarda, sabit kaynak ilerleme hızını sağlamak için bir kaynak robotu tercih edilmiştir. Farklı kaynak uygulamalarında farklı ilerleme hızları kullanılmıştır. 5754 ve 6061-T6 alüminyum numuneleri, AlMg4,5Mn alaşımından üretilmiş 1,2 mm çapındaki MIG kaynak teli kullanılarak CMT yöntemiyle birleştirilmiştir. Koruyucu gaz olarak %100 argon tercih edilmiş, kaynak işlemi 40, 48, 60, 80 ve 120 cm/dk hızlarında uygulanmıştır. Kaynak akım şiddeti 80 amper olarak belirlenmiş, torç açısı ise 20° olarak ayarlanmıştır. Çalışmada saf argon gazı kullanılmış ve gaz basıncı dakikada 12 litre olacak şekilde ayarlanmıştır. Araştırma süresince sabit kaynak akımı, gaz akış oranı ve torç açısı korunarak kaynak işlemi gerçekleştirilmiş, parçalar arasında boşluk bırakılmamıştır.

4. DENEYSEL SONUÇLAR

4.1. Çekme deneyi sonuçları

Çekme numuneleri, EN895 standartlarına uygun olarak hazırlanmış ve “kaynak hızı” ile “maksimum çekme mukavemeti” olmak üzere iki temel özellik incelenmiştir. Çekme testinde, çekme hızı 10 mm/dk olarak sabitlenmiştir. Bu iki değişken arasındaki ilişki **Şekil 2’**de gösterilmektedir.

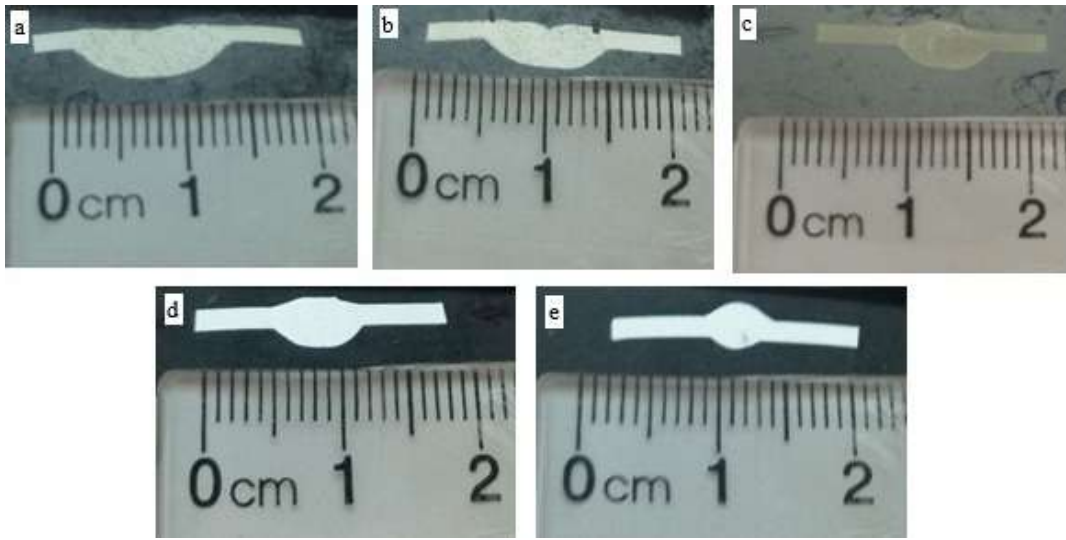


Şekil 2. Farklı kaynak hızları için çekme mukavemeti grafikleri.

Şekil 2'de gösterildiği gibi, çekme mukavemeti kaynak hızına bağlı olarak değişim göstermiştir. Tablo verileri incelendiğinde, en yüksek çekme mukavemeti 120 cm/dk kaynak hızında elde edilmiştir. Bu doğrultuda, optimum kaynak hızı 120 cm/dk olarak belirlenmiştir. Kaynak hızının artmasıyla ısı girdisi azalmakta, malzemedeki mukavemet değişimleri ise kaynak hızına bağlı ısı girdisiyle ilişkilendirilmektedir. Bu nedenle, 5754 ve 6061-T6 alüminyum saclara uygulanabilecek en uygun kaynak hızının 120 cm/dk olduğu sonucuna varılmıştır.

4.2. Makroyapı

Kaynaklı numuneler, makro ve mikro inceleme için kesilmiş, ardından zımparalanarak farklı zımpara numaralarıyla polisaj işlemi uygulanmıştır. Yüzey, keçe ve alümina solüsyonu ile parlatıldıktan sonra Keller ayırıcısı (ing. etching) ile dağlanmıştır. Makro yapı incelemeleri gerçekleştirilerek, 1,5 mm kalınlığındaki 5754 ve 6061-T6 alüminyum sacların soğuk metal transferi kaynak işlemi sonucunda elde edilen özellikleri değerlendirilmiştir.

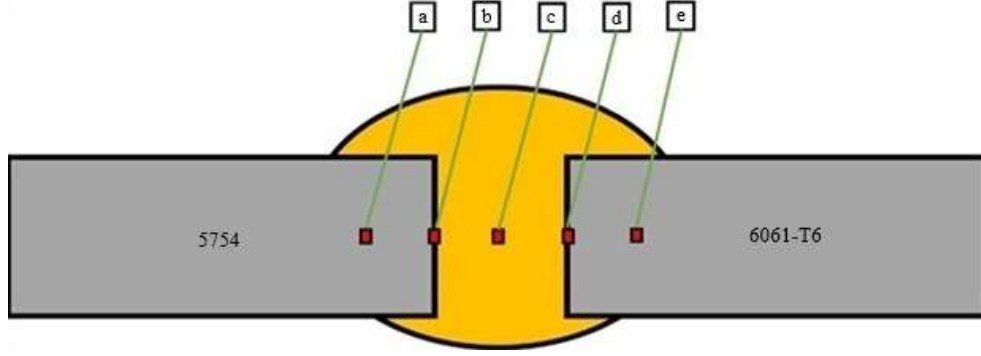


Şekil 3 Farklı kaynak hızlarındaki makro yapı görüntüleri, a) 40 cm/dk, b) 48 cm/dk, c) 60 cm/dk, d) 80 cm/dk, e) 120 cm/dk.

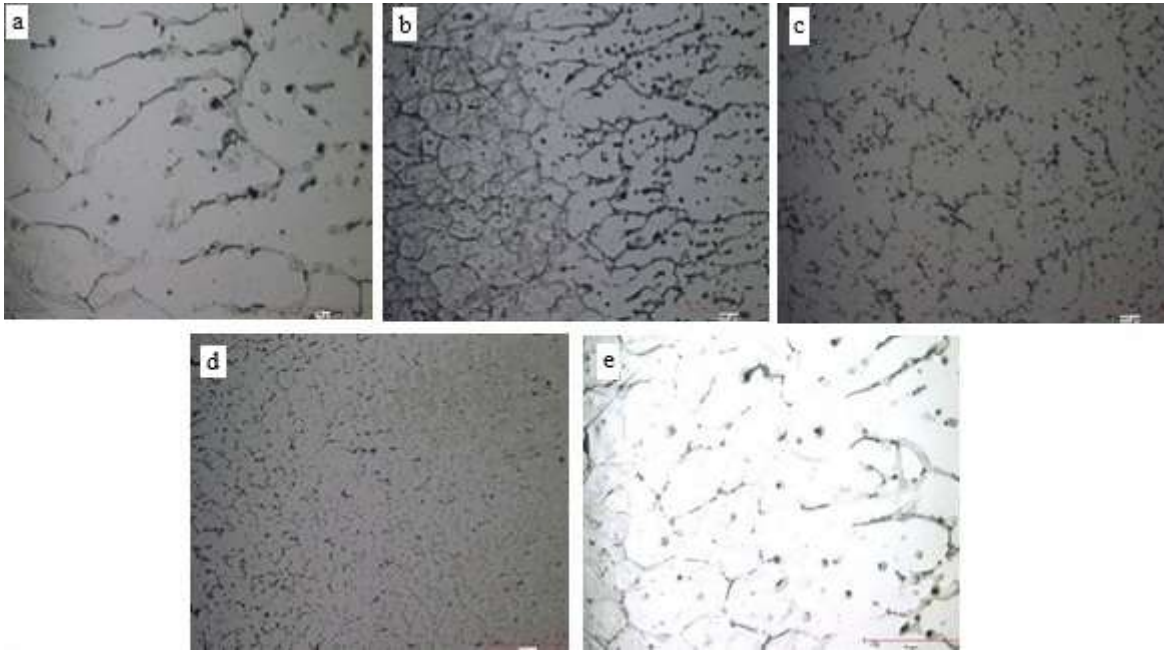
Şekil 3'te görüldüğü gibi, 40, 48 ve 60 cm/dk kaynak hızlarında yüksek miktarda kaynak kökü oluşurken, kaynak üst şapka (cap) miktarı daha azdır. Buna karşın, 80 ve 120 cm/dk kaynak hızlarında kaynak ıslatma (ing. wetting) kabiliyeti diğer numunelere kıyasla daha iyi seviyededir. Ayrıca, maksimum mukavemet değerleri de bu hızlarda (80 ve 120 cm/dk) elde edilmiştir. Bu durumun, artan kaynak hızıyla birlikte kaynak bölgesine giren kaynak metalinin azalmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.3. Mikroyapı

Şekil 4 ve Şekil 5, mikroyapı görüntülerini şematik ve diyagram olarak göstermektedir. Şekil 5'te, 48 cm/dk hızda kaynaklanan bir numunenin farklı bölgelerinde alınan mikroyapı görüntüleri verilmiştir. A ve E bölgeleri ısı tesiri altındaki bölge (ITAB), B ve D bölgeleri ara bölgeyi (kaynak-ITAB), C bölgesi ise kaynak bölgesini temsil etmektedir.

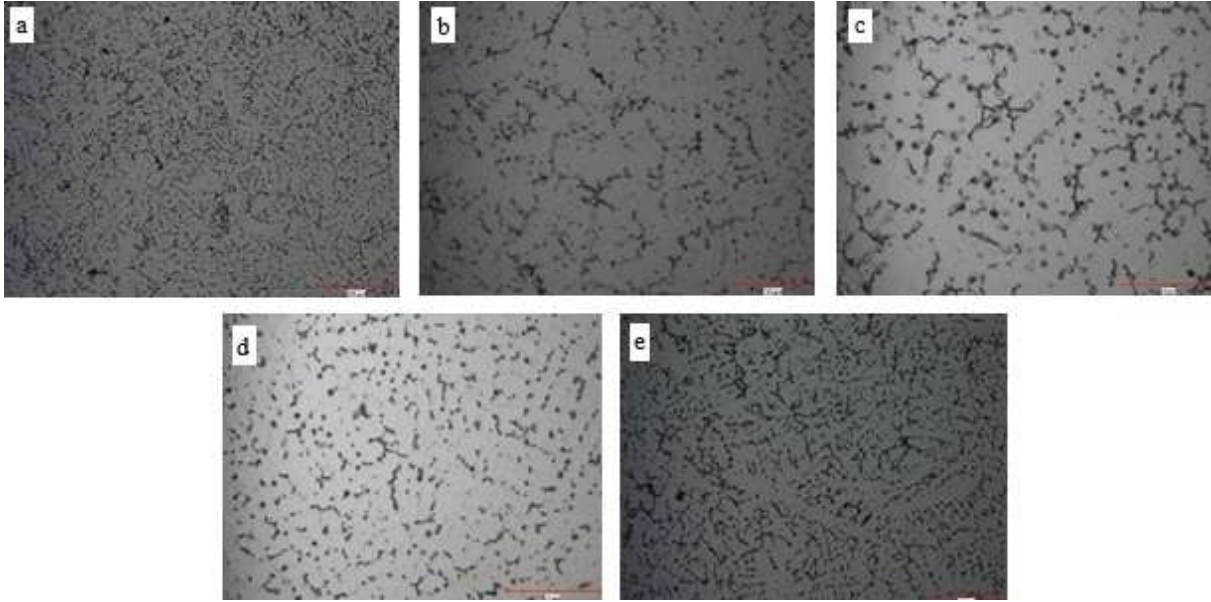


Şekil 4. Mikroyapı görüntülerinin alındığı noktalar.



Şekil 5. 48 cm/dk kaynak hızıyla birleştirilen numunenin mikroyapı görüntüleri, a) 5754 ITAB, b) 5754 ITAB-Kaynak Bölgesi, c) Kaynak Bölgesi, d) Kaynak Bölgesi-6061-T6, e) 6061-T6 ITAB

Şekil 6'da, farklı kaynak hızlarında elde edilen mikroyapı görüntüleri sunulmaktadır.

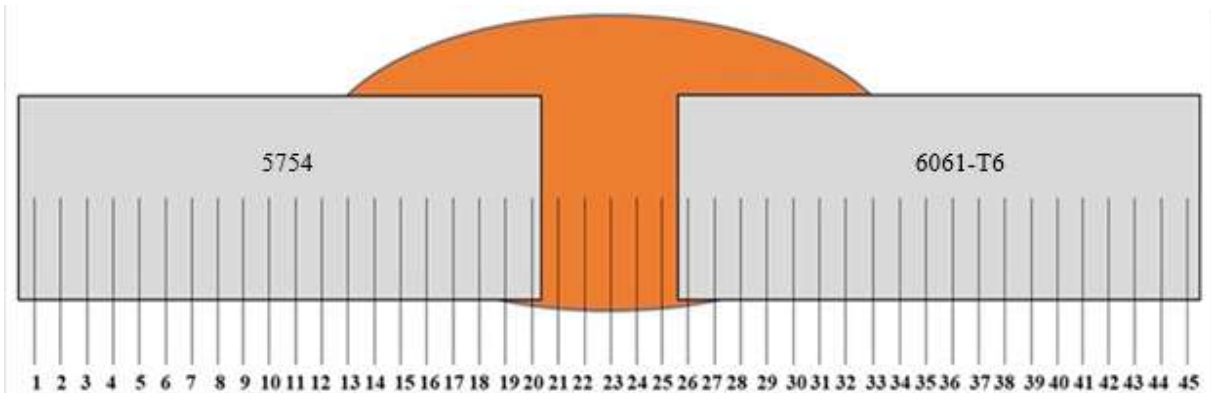


Şekil 6. Farklı kaynak ilerleme hızlarında kaynak bölgesi mikroyapı görüntüleri, a) 40 cm/dk, b) 48 cm/dk, c) 60 cm/dk, d) 80 cm/dk, e) 120 cm/dk.

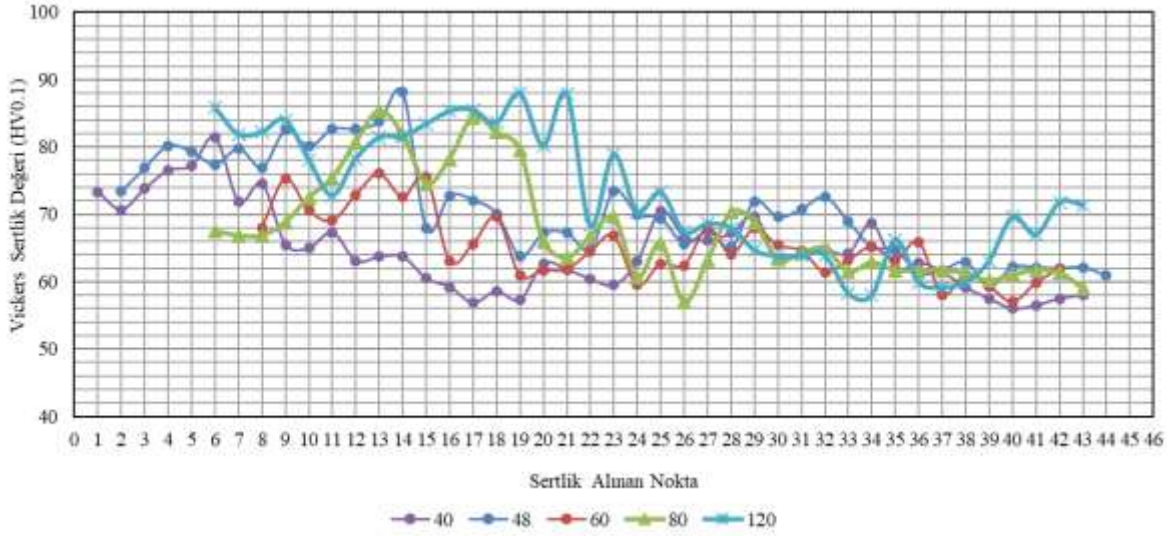
Şekil 5 ve **Şekil 6**'daki mikroyapı görüntüleri incelendiğinde, kaynak metalinin, ITAB ve temel malzemeye kıyasla daha ince taneli bir yapıya sahip olduğu görülmektedir. Kaynak metalinde ince, eşeksiz ve homojen dağılımlı taneler bulunurken, ITAB bölgesi, kaynak termal çevrimi nedeniyle daha büyük ve kaba taneli, heterojen bir mikroyapı sergilemektedir. Bu bölge, diğer bölgelere göre farklı bir yapı ve özellik göstermektedir. ITAB bölgesinden kaynak metalinin merkezine doğru ilerledikçe tanelerin incelendiği belirlenmiştir. Kaynak akımı ile uygulanan ısıdan sonra, kaynak metalinin bulunduğu bölgenin hızlı katılaşması sebebiyle, ITAB'den kaynak metalinin merkezine geçildikçe tane yapısının daha da incelendiği düşünülmektedir (Ding et al., 2014; Gou et al., 2015; Mutombo & Du Toit, 2011).

4.3. Mikrosertlik

Mikrosertlik ölçümünde Vickers sertlik testi yöntemi kullanılmış olup, 100 gr yük, 10 saniye bekleme süresi ve piramit biçiminde elmas batıcı uç (ing. indenter) uygulanmıştır. Sertlik değerleri, temel malzemeden başlayarak kaynak bölgesi boyunca ölçülmüştür. **Şekil 7** ve **Şekil 8**'de, kaynak metal, ITAB ve temel malzeme bölgelerinden alınan sertlik noktaları şematik ve diyagramatik olarak gösterilmektedir. Bazı ölçümler, bazı kaynaklı numunelerde üst şapka ve kök boyutlarının farklılık göstermesi nedeniyle gerçekleştirilememiştir.



Şekil 7. Sertlik ölçümlerinin alındığı noktalar.

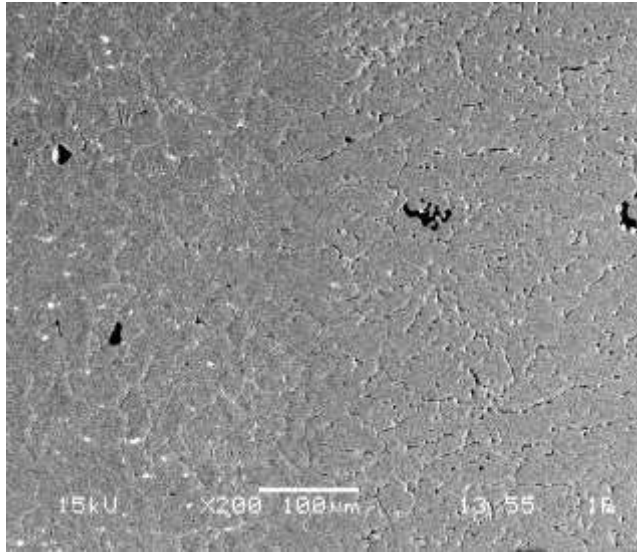


Şekil 8. Farklı kaynak hızlarında mikrosertlik değerleri grafiği (cm/dk).

Şekil 8'deki grafik incelendiğinde, 40, 48, 60, 80 ve 120 cm/dk kaynak hızlarında farklılıkların olduğu ve mikrosertlik değerlerinin kaynak hızına bağlı olarak değiştiği görülmektedir. Ayrıca, her iki tarafta da ITAB ve kaynak metalinin temel malzemeye kıyasla daha yüksek sertlik değerine sahip olduğu belirlenmiştir. En yüksek sertlik değeri, 5754 AlMg alaşımının ITAB bölgesinde tespit edilmiştir. Araştırma sonuçları, ITAB bölgesinin diğer bölgelere göre daha yüksek sertlik değerleri gösterdiğini ortaya koymaktadır. Kaynak akımının artmasıyla ısı girdisinin yükselmesi, bu sertlik artışına neden olmuştur.

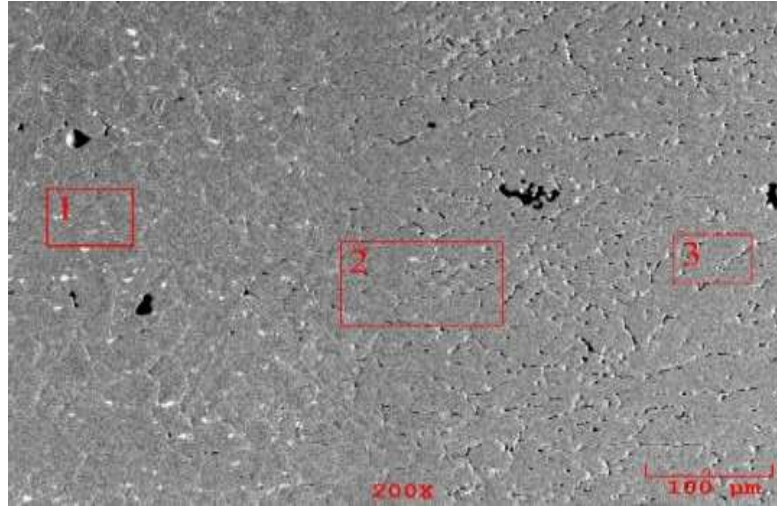
3.5. SEM Görüntüleri ve EDS İncelemesi

Kaynaklı numunelerin farklı bölgelerinden çeşitli SEM görüntüleri alınmış ve bu bölgelerdeki elemental değişimleri belirlemek amacıyla EDS analizleri gerçekleştirilmiştir. Şekil 9, 48 cm/dk kaynak hızında kaynatılan numunenin arayüz bölgesine (5754 – Kaynak Bölgesi) ait SEM görüntüsünü göstermektedir. 5754 ITAB bölgesi ile kaynak bölgesinin farklı mikroyapısal özelliklere sahip olduğu açıkça görülmektedir.



Şekil 9. 48 cm/dk kaynak hızına sahip numunenin arayüz bölgesi (5754 - Kaynak Bölgesi) SEM görüntüsü.

Şekil 10'da, 48 cm/dk kaynak hızında birleştirilen numunenin arayüz bölgesine (5754 - Kaynak Bölgesi) ait bölgesel EDS analizi sunulmaktadır.

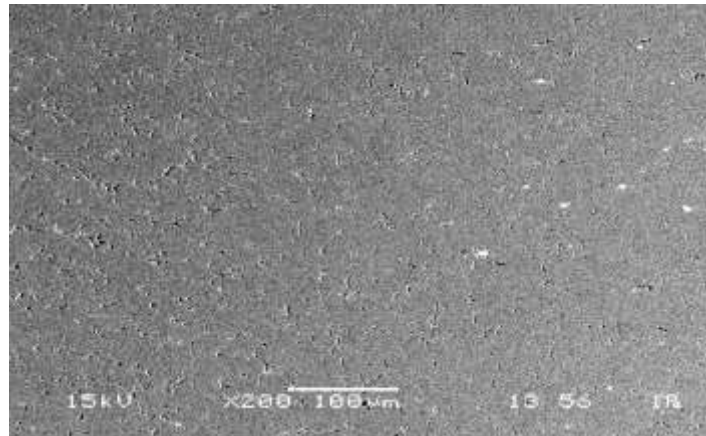


Alınan Bölge	Mg	Si	Mn	Cu	Al
1	0,940	0,306	0,267	1,050	97,437
2	2,195	0,068	0,354	0,939	96,444
3	3,493	0,049	0,594	0,652	95,212

Şekil 10. 48 cm/dk kaynak hızıyla birleştirilen numunenin arayüz bölgesi (5754 - Kaynak Bölgesi) EDS incelemesi.

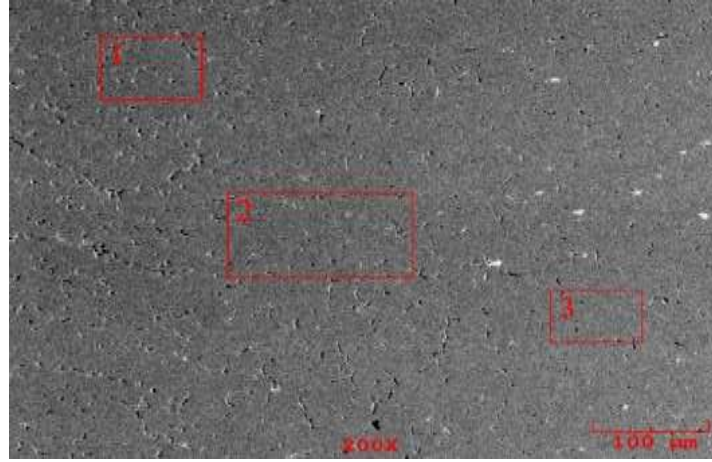
Şekil 10'da, arayüz bölgesinden elde edilen EDS analiz sonuçları gösterilmektedir. Yapılan incelemede, kaynak metalinde Si elementi ve diğer elementlerin varlığı tespit edilmiştir. Yapıdaki Si' nin temel malzemeden geçtiği düşünülmekte olup, ayrıca Si' nin kaynak metalinde bulunan Mg ile etkileşime girerek Mg_2Si fazını oluşturabileceği öngörülmektedir. 6061-T6 bölgesi ile kaynak bölgesi arasında elemental dönüşümler gerçekleştiği değerlendirilmiştir. Buna ek olarak, 5754 bölgesi ile kaynak bölgesi arasında da elemental değişimlerin meydana geldiği belirlenmiştir.

Şekil 11'de, 48 cm/dk kaynak hızında birleştirilen numunenin arayüz bölgesine (Kaynak Bölgesi - 6061-T6) ait SEM görüntüsü sunulmaktadır.



Şekil 11 48 cm/dk kaynak hızına sahip numunenin arayüz bölgesi (Kaynak Bölgesi – 6061-T6) SEM görüntüsü.

Şekil 12'de, 48 cm/dk kaynak hızında birleştirilen numunenin arayüz bölgesine (Kaynak Bölgesi - 6061-T6) ait bölgesel EDS analizi sunulmuştur. 6061-T6 ITAB bölgesi ile kaynak bölgesinin farklı mikroyapısal özelliklere sahip olduğu görülmektedir.



Alınan Bölge	Mg	Si	Mn	Cu	Al
1	3,367	-	0,268	0,957	95,409
2	2,691	0,139	0,340	0,457	96,372
3	2,829	0,005	0506	1,009	95,651

Şekil 12 48 cm/dk kaynak hızıyla birleştirilen numunenin arayüz bölgesi (Kaynak Bölgesi - 6061-T6) EDS incelemesi.

Şekil 12'de, arayüz bölgesinden elde edilen EDS analiz sonuçları gösterilmektedir. Analiz sonucunda, kaynak metalinde Si elementi tespit edilmemiştir. Yapıdaki Si'nin, kaynak metalindeki Mg ile etkileşime girmemesi ve Mg_2Si fazının oluşmamasının, arayüzde düşük sertlik ve mukavemet değerlerine yol açabileceği düşünülmektedir. Ayrıca, 6061-T6 bölgesi ile kaynak bölgesi arasında elemental değişimlerin gerçekleştiği belirlenmiştir.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

5754 ve 6061-T6 alüminyum sacların, AlMg4,5Mn kaynak teli kullanılarak soğuk metal transferi yöntemiyle farklı hızlarda alın kaynağı yapılabilirliği incelenmiştir.

Farklı kaynak hızlarında çekme mukavemeti, sertlik ve makro yapı değerlendirmeleri gerçekleştirilmiş olup elde edilen sonuçlar şu şekilde özetlenebilir:

- Göreceli olarak düşük ısı girdisi nedeniyle temel malzemede sınırlı bir ergime meydana gelmiştir. Kaynak hızının artmasıyla çekme mukavemetinin yükseldiği belirlenmiştir.
- Makro yapı incelemelerinde, kaynak hızındaki artışın kaynak üst şapkasının büyümesine, kaynak kökünün ise küçülmesine neden olduğu gözlemlenmiştir. Mikro yapıdaki farklı bölgelerde ise hız artışıyla yapısal değişiklikler meydana gelmiştir.

- Kaynak hızının artması, bazı bölgelerde temel malzemeden kaynak bölgesine doğru sertlik değerlerinin yükselmesine yol açmıştır.
- SEM görüntüleri ve EDS analizleri, kaynak ve ITAB bölgelerinde oluşan ısının mikroyapıyı değiştirdiğini ve elemental difüzyonlara sebep olduğunu ortaya koymuştur.

KAYNAKLAR

- Badarinarayan, H., Shi, Y., Li, X., & Okamoto, K. (2009). Effect of tool geometry on hook formation and static strength of friction stir spot welded aluminum 5754-O sheets. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 49(11), 814–823. <https://doi.org/10.1016/j.ijmachtools.2009.06.001>
- Cao, R., Yu, G., Chen, J. H., & Wang, P. C. (2013). Cold metal transfer joining aluminum alloys-to-galvanized mild steel. *Journal of Materials Processing Technology*, 213(10), 1753–1763. <https://doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2013.04.004>
- Chen, M., Zhang, D., & Wu, C. (2017). Current waveform effects on CMT welding of mild steel. *Journal of Materials Processing Technology*, 243, 395–404. <https://doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2017.01.004>
- Chowdhury, S. H., Chen, D. L., Bhole, S. D., Cao, X., & Wanjara, P. (2012). Lap shear strength and fatigue life of friction stir spot welded AZ31 magnesium and 5754 aluminum alloys. *Materials Science and Engineering: A*, 556, 500–509. <https://doi.org/10.1016/j.msea.2012.07.019>
- Ding, J. K., Wang, D. P., Ying, W. A. N. G., & Hui, D. U. (2014). Effect of post weld heat treatment on properties of variable polarity TIG welded AA2219 aluminium alloy joints. *Transactions of Nonferrous Metals Society of China*, 24(5), 1307–1316. [https://doi.org/10.1016/S1003-6326\(14\)63193-9](https://doi.org/10.1016/S1003-6326(14)63193-9)
- Ezequiel, M., Figueroa, I. A., Elizalde, S., Cabrera, J. M., Braham, C., Morin, L., & Gonzalez, G. (2020). Numerical and experimental study of a 5754-aluminum alloy processed by heterogeneous repetitive corrugation and straightening. *Journal of Materials Research and Technology*, 9(2), 1941–1947. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2019.12.026>
- Feng, J., Zhang, H., & He, P. (2009). The CMT short-circuiting metal transfer process and its use in thin aluminium sheets welding. *Materials & Design*, 30(5), 1850–1852. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2008.07.015>
- Fridlyander, I. N., Sister, V. G., Grushko, O. E., Berstenev, V. V., Sheveleva, L. M., & Ivanova, L. A. (2002). Aluminum alloys: Promising materials in the automotive industry. *Metal Science and Heat Treatment*, 44(9), 365–370. <https://doi.org/10.1023/A:1021901715578>
- Furukawa, K. (2006). New CMT arc welding process–welding of steel to aluminium dissimilar metals and welding of super-thin aluminium sheets. *Welding International*, 20(6), 440–445. <https://doi.org/10.1533/wint.2006.3598>
- Gang, W., & Caiqi, Z. (2021). Experimental and theoretical study on the bearing capacity of FGC joints for single-layer aluminium alloy lattice shell structures. *Structures*, 33, 2445–2458. <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2021.05.067>
- Gou, G., Zhang, M., Chen, H., Chen, J., Li, P., & Yang, Y. P. (2015). Effect of humidity on porosity, microstructure, and fatigue strength of A7N01S-T5 aluminum alloy welded joints in high-speed trains. *Materials & Design*, 85, 309–317. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2015.06.177>
- Jiang, Y., & Liu, F. (2019). Effects of Sc or/and Ge addition on microstructure and mechanical properties of as-cast 6016 Al alloy. *Journal of Alloys and Compounds*, 809, 151829. <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2019.151829>

- Kashaev, N., Ventzke, V., & Çam, G. (2018). Prospects of laser beam welding and friction stir welding processes for aluminum airframe structural applications. *Journal of Manufacturing Processes*, 36, 571–600. <https://doi.org/10.1016/j.jmapro.2018.10.005>
- Kumar, N. P., Vendan, S. A., & Shanmugam, N. S. (2016). Investigations on the parametric effects of cold metal transfer process on the microstructural aspects in AA6061. *Journal of Alloys and Compounds*, 658, 255–264. <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2015.10.166>
- Leon, J. S., Bharathiraja, G., & Jayakumar, V. (2020). A review on friction stir welding in aluminium alloys. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 954(1), 012007. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/954/1/012007>
- Liu, H., Ding, Y., & Chen, Z. (2017). Static stability behavior of aluminum alloy single-layer spherical latticed shell structure with temcor joints. *Thin-Walled Structures*, 120, 355–365. <https://doi.org/10.1016/j.tws.2017.09.019>
- Meco, S., Pardal, G., Eder, A., & Quintino, L. (2013). Software development for prediction of the weld bead in CMT and pulsed-MAG processes. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 64, 171–178. <https://doi.org/10.1007/s00170-012-3990-x>
- Merklein, M., Allwood, J. M., Behrens, B. A., Brosius, A., Hagenah, H., Kuzman, K., ... & Weckenmann, A. (2012). Bulk forming of sheet metal. *CIRP Annals*, 61(2), 725–745. <https://doi.org/10.1016/j.cirp.2012.05.007>
- Miller, W. S., Zhuang, L., Bottema, J., Wittebrood, A., De Smet, P., Haszler, A., & Vieregge, A. (2000). Recent development in aluminium alloys for the automotive industry. *Materials Science and Engineering: A*, 280(1), 37–49. [https://doi.org/10.1016/S0921-5093\(99\)00653-X](https://doi.org/10.1016/S0921-5093(99)00653-X)
- Mutombo, K., & Du Toit, M. (2011). Corrosion fatigue behaviour of aluminium alloy 6061-T651 welded using fully automatic gas metal arc welding and ER5183 filler alloy. *International Journal of Fatigue*, 33(12), 1539–1547. <https://doi.org/10.1016/j.ijfatigue.2011.06.012>
- Nie, F., Dong, H., Chen, S., Li, P., Wang, L., Zhao, Z., ... & Zhang, H. (2018). Microstructure and mechanical properties of pulse MIG welded 6061/A356 aluminum alloy dissimilar butt joints. *Journal of Materials Science & Technology*, 34(3), 551–560. <https://doi.org/10.1016/j.jmst.2016.11.004>
- Nturanabo, F., Masu, L. M., & Govender, G. (2015). Automotive light-weighting using aluminium metal matrix composites. *Materials Science Forum*, 828, 485–491. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/MSF.828-829.485>
- Pakdil, M., Çam, G., Koçak, M., & Erim, S. (2011). Microstructural and mechanical characterization of laser beam welded AA6056 Al-alloy. *Materials Science and Engineering: A*, 528(24), 7350–7356. <https://doi.org/10.1016/j.msea.2011.06.010>
- Rajeshkumar, R., Niranjani, V. L., Devakumaran, K., & Banerjee, K. (2021). Structure-property correlation of weld metal zone and interface regions of cold metal transfer welded dissimilar Al-Mg-Mn alloys joint. *Materials Today: Proceedings*, 46, 2498–2509. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.01.507>
- Rhodes, C. G., Mahoney, M. W., Bingel, W. H., Spurling, R. A., & Bampton, C. C. (1997). Effects of friction stir welding on microstructure of 7075 aluminum. *Scripta Materialia*, 36(1), 69–75. [https://doi.org/10.1016/S1359-6462\(96\)00344-2](https://doi.org/10.1016/S1359-6462(96)00344-2)
- Rudawska, A., & Wahab, M. A. (2019). The effect of cataphoretic and powder coatings on the strength and failure modes of EN AW-5754 aluminium alloy adhesive joints. *International Journal of Adhesion and Adhesives*, 89, 40–50. <https://doi.org/10.1016/j.ijadhadh.2018.11.005>

- Sauvage, X., Bobruk, E. V., Murashkin, M. Y., Nasedkina, Y., Enikeev, N. A., & Valiev, R. Z. (2015). Optimization of electrical conductivity and strength combination by structure design at the nanoscale in Al–Mg–Si alloys. *Acta Materialia*, 98, 355–366. <https://doi.org/10.1016/j.actamat.2015.07.039>
- Šekularac, G., & Milošev, I. (2018). Corrosion of aluminium alloy AlSi7Mg0.3 in artificial sea water with added sodium sulphide. *Corrosion Science*, 144, 54–73. <https://doi.org/10.1016/j.corsci.2018.08.038>
- Taktak, W., Taktak, R., Haddar, N., & Elleuch, R. (2017). Study of the influence of cold working on mechanical behavior and ductile fracture of 5754 aluminum alloy: Experimental and numerical simulations. *Journal of Theoretical and Applied Mechanics*, 55(3), 923–935. <https://doi.org/10.15632/jtam-pl.55.3.923>
- Tian, Y., Shen, J., Hu, S., Liang, Y., & Bai, P. (2018a). Effects of ultrasonic peening treatment on surface quality of CMT-welds of Al alloys. *Journal of Materials Processing Technology*, 254, 193–200. <https://doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2017.11.029>
- Tian, Y., Shen, J., Hu, S., Wang, Z., & Gou, J. (2018b). Effects of ultrasonic vibration in the CMT process on welded joints of Al alloy. *Journal of Materials Processing Technology*, 259, 282–291. <https://doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2018.05.004>
- Tran, V. X., Pan, J., & Pan, T. (2008). Fatigue behavior of aluminum 5754-O and 6111-T4 spot friction welds in lap-shear specimens. *International Journal of Fatigue*, 30(12), 2175–2190. <https://doi.org/10.1016/j.ijfatigue.2008.05.025>
- Wang, H., Li, P., & Wang, J. (2021). Shape optimization and buckling analysis of novel two-way aluminum alloy latticed shells. *Journal of Building Engineering*, 36, 102100. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2020.102100>
- Wang, J., Chen, X., Yang, L., & Zhang, G. (2022). Effect of preheat & post-weld heat treatment on the microstructure and mechanical properties of 6061-T6 aluminum alloy welded sheets. *Materials Science and Engineering: A*, 841, 143081. <https://doi.org/10.1016/j.msea.2022.143081>
- Wu, Y., Liu, H., Chen, Z., & Liu, Y. (2020). Study on low-cycle fatigue performance of aluminum alloy temcor joints. *KSCE Journal of Civil Engineering*, 24(1), 195–207. <https://doi.org/10.1007/s12205-020-0554-8>
- Xiong, Z., Guo, X., Luo, Y., Zhu, S., & Liu, Y. (2017). Experimental and numerical studies on single-layer reticulated shells with aluminium alloy gusset joints. *Thin-Walled Structures*, 118, 124–136. <https://doi.org/10.1016/j.tws.2017.05.007>
- Yadav, R., Sharma, A., Vohra, S., Dewangan, S., & Chowrasia, M. K. (2021). Investigation into defects occurred in friction stir welded joint of 6061-T6 aluminium alloy. *Materials Today: Proceedings*, 46, 8910–8916. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.05.360>
- Yang, S., Zhang, J., Lian, J., & Lei, Y. (2013). Welding of aluminum alloy to zinc coated steel by cold metal transfer. *Materials & Design*, 49, 602–612. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2013.01.045>
- Zhang, H. T., Feng, J. C., He, P., Zhang, B. B., Chen, J. M., & Wang, L. (2009). The arc characteristics and metal transfer behaviour of cold metal transfer and its use in joining aluminium to zinc-coated steel. *Materials Science and Engineering: A*, 499(1–2), 111–113. <https://doi.org/10.1016/j.msea.2007.11.124>
- Zhang, Z., Yang, X., Zhang, J., Zhou, G., Xu, X., & Zou, B. (2011). Effect of welding parameters on microstructure and mechanical properties of friction stir spot welded 5052 aluminum alloy. *Materials & Design*, 32(8–9), 4461–4470. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2011.03.058>
- Zhu, P., Zhang, Q., Luo, X., Ouyang, y., & Yin, J. (2020). Experimental and numerical studies on ductile-fracture-controlled ultimate resistance of bars in aluminum alloy gusset joints under monotonic tensile loading. *Engineering Structures*, 204, 109834. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2019.109834>

**FERROBOR İLE AISI 1020 ÇELİĞİ YÜZEYİNİN TUNGSTEN İNERT GAZ KAYNAĞI
KULLANILARAK ALAŞIMLANDIRILMASI****Doç. Dr. Süleyman Serdar PAZARLIOĞLU¹/ Cihad Furkan CAN²**¹Marmara Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, Malzeme Üretim Teknikleri ve Karakterizasyonu, spazarlioglu@marmara.edu.tr, ORCID numarası: 0000-0002-7870-8418²Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, cihadfurkancan@gmail.com, ORCID numarası: 0009-0001-4266-8004**Özet**

Bu çalışmada; AISI 1020 çeliğinin yüzeyi ferrobor ile 3 farklı akımda, sabit ilerleme hızı ve voltajda olmak üzere tungsten inert gaz kaynağı kullanılarak alaşımlandırıldı. Alaşımlandırma sonrası sertlik, optik mikroskop, X-ışınları difraksiyonu ve taramalı elektron mikroskobu incelemeleri yapılarak, akıma bağlı olarak alaşımlama tabakasının mikroyapısal ve sertlik değişimi araştırıldı. Alaşımlama tabakasında farklı morfolojik yapılarda farklı fazların (Köşeli: Fe₂B, Eş Eksenli: Fe₂₃B₆ ve İğnemsî: Fe₇C₃) oluştuğu ve artan alaşımlama akımına bağlı olarak alaşımlama tabakalarının sertliğinin artış gösterdiği ve AISI 1020 çeliğinin sertliğinde 3.38 ila 5.31 kat aralığında artış sağlandığı belirlendi.

Anahtar Kelimeler: AISI 1020 çeliği, Ferrobor, Tungsten İnert Gaz Kaynağı

**ALLOYING OF THE SURFACE OF AISI 1020 STEEL WITH FERROBORON USING TUNGSTEN
INERT GAS (TIG) WELDING****Assoc. Prof., Suleyman Serdar PAZARLIOĞLU¹/ Cihad Furkan CAN²**¹Marmara University, Faculty of Technology, Department of Metallurgy and Materials Engineering,
Materials Production Techniques and Characterization, spazarlioglu@marmara.edu.tr, ORCID

number: 0000-0002-7870-84182

² Marmara University, Institute of Pure and Applied Sciences, cihadjurkancan@gmail.com, ORCID
number: 0009-0001-4266-8004**Abstract**

In this study, the surface of AISI 1020 steel was alloyed with ferroboration using the tungsten inert gas (TIG) welding process at three different current levels while maintaining constant travel speed and voltage. Following the alloying process, hardness measurements, optical microscopy, X-ray diffraction (XRD), and scanning electron microscopy (SEM) analyses were performed to investigate the effect of welding current on the microstructural characteristics and hardness of the alloyed layers. The results revealed that different phases with distinct morphologies were formed in the alloyed layer, namely angular Fe₂B, equiaxed Fe₂₃B₆, and needle-like Fe₇C₃. Furthermore, the hardness of the alloyed layers increased with increasing alloying current, resulting in a hardness improvement of 3.38 to 5.31 times compared with the untreated AISI 1020 steel.

Keywords: AISI 1020 steel, Ferroboration, Tungsten Inert Gas Welding

1. GİRİŞ

AISI 1020 çeliği ekonomik olması, yeterli mekanik özelliklere sahip olması (Akma dayanımı: 320 MPa, Çekme dayanımı: 450 MPa), sünekliği (kırılınca kadar %35-40 aralığında boyca uzama) ve iyi kaynak edilebilme kabiliyeti sebebiyle inşaatlarda, köprülerde, gaz ve sıvı taşıma sistemlerinde sıklıkla kullanılmaktadır. Bununla birlikte, düşük aşınma direnci ve sertliği ile zayıf korozyon direnci nedeniyle bazı endüstrilerdeki kullanımı ise kısıtlıdır. Sertliğin artırılması aşınma direncini de artırmaktadır. Bunu sağlamak içinde en geleneksel yaklaşım çeliklerin östenitleme sıcaklığına çıkarılıp, yeterince uygun süre bekletilerek suda, havada ve fırında soğutulmasını içeren ısıtılma işlemi prosedürüdür (Kumar ve Das, 2022; Reddy ve diğ., 2026). Çalik, AISI 1020 çeliğinin suda, havada ve fırında soğutulmasının mikroyapısı ve sertliği üzerine etkilerini incelemiş, suda soğutmada; %15 ferrit, %70 perlit, %5 martenzit ve %10 kalıntı östenit, havada soğutmada; %45 ferrit ve %55 perlit ve fırında soğutmada ise %55 ferrit ve %45 perlitten oluşan mikroyapılara sahip olduğunu ve sırasıyla sertliğinin ilgili ortamlar için 476, 149 ve 125 HV_{0.1} olduğunu belirtmiştir (Çalik, 2024). Ancak suda soğutmanın etkisiyle AISI 1020 çeliğinin yüzeyinde oluşan kısmi sertlik artışı; su verme ısıtılma işleminin etkisiyle oluşan iç gerilmeleri ve çatlama riskini azaltmak için uygulanan ve 450 ila 600 °C sıcaklıklarda 1 saat sürelerde gerçekleştirilen temperleme işlemleriyle, sırasıyla %25 ve %40 azaldığı belirtilmiştir (Özbek & Saraç, 2021). Sertlikteki azalmayı gidermenin yollarından birisi borlamadır, çünkü; borlanmış yüzeyler 1000 °C'ye kadar iyi bir ısı direncine sahiptir ve 650 °C' den sonra aşınma direnci mükemmeldir. Bunun nedeni, borlanmış yüzeyde 650 °C yüzey sıcaklığından sonra oksidasyon filminin oluşmasıdır. Oksidasyon filmi metal-metal temasını engeller ve sürtünme katsayısının azalmasını sağlar (Selçuk ve diğ., 2000). Bunun yanı sıra borlama AISI 1020 çeliğinin korozyona karşı dayanımını da artırmaktadır (Tsipaz ve diğ., 1987). Borlama, bor atomlarının metal iş parçasının yüzeyine yayıldığı ve daha sonra yüzeydeki atomlarla etkileşime girerek sert borür tabakaların (FeB ve Fe₂B) oluşturulduğu; katı, sıvı ve gaz ortamlarında gerçekleştirilebilen ve genellikle 800 – 1050 °C sıcaklık aralığında 0.5– 10 saat süreyle yapılan bir yüzey mühendisliği işlemidir (Türkmen ve Yalamaç, 2022; Krelling ve diğ., 2019). Ancak; borlama işleminin birtakım dezavantajları vardır: Birincisi; FeB varlığının kırılma direnci ve sürtünme katsayısını düşürür (Petrova ve Suwattananont, 2005). İkincisi; borlama ortamındaki borlama maddelerinin ve bileşimlerinin borlama tabakası içerisinde, demir borür fazlarının dışında sodyum klorür ve demir oksit fazlarının oluşumuna neden olabilmesidir (Kul ve diğ., 2016). Üçüncüsü ise; borlama işlemin maliyetidir. Borlama ajanı olarak kullanılan bor karbür' ün (B₄C) 1 kg fiyatı, KDV ve nakliye masrafları hariç yaklaşık 162 dolardır. 1 kg borik asit ve boraks karışımının fiyatı ise, yerel olarak tedarik edildiğinde KDV ve nakliye dahil yaklaşık 10 dolardır. Ticari borlama işlemlerinde, uzun işlem süreleri yüksek elektrik maliyetlerine de yol açmaktadır (Chang ve diğ., 2010). Bu problemlerin çözümüne yönelik arayışlar, lazer veya plazma transfer ark (PTA) teknikleri gibi daha hızlı yöntemlerin kullanımını teşvik etmiştir (Eroglu, 2009). Ancak; bu teknikler pahalıdır ve teknolojik olarak karmaşık ve sistemin hassas kontrolünü gerektirir. Bununla birlikte, tungsten inert gaz (TIG) yüzey alaşımlama ile oluşturulan sert kaplamalar, diğerlerine kıyasla ekonomik ve kolay bir yöntem olup, çok çeşitli malzemeler üzerinde yüksek kaliteli katmanlar oluşturulmasına olanak tanımaktadır (Sen ve diğ., 2014). Tungsten ark ısıtısı, alaşımlama tozunun ve alt tabakanın ince bir tabakasını aynı anda eritebilmekte ve alt tabakaya metalürjik olarak bağlı yoğun bir kaplama tabakası sağlayabilmektedir. Ayrıca, malzemelerin dengesiz sentezi için benzersiz bir fırsat sunmakta ve alaşım elementlerinin genişletilmiş katı çözeltisi ile hızla katılaşmış ince mikro yapılar üretilebilmektedir. Ferrobör, %10 ile %20 arasında bor içeren demir ve bordan oluşan ikili bir alaşımdır. Çelik ve diğer demir esaslı malzemeler için en uygun maliyetli bor katkı maddesidir (Sahin ve diğ., 2010). Literatürde 110 amperde olmak üzere ferrobörün katkı malzemesi olarak Fe-W-B (Abakay ve diğ., 2015), Fe-Nb-B (Kilinc ve diğ., 2014), Fe-V-B (Kılınç ve diğ., 2021), AISI 1020 çeliğinin yüzeyinin TIG yüzey alaşımlama ile alaşımlandırılmasında kullanılabilirliği üzerine çeşitli çalışmalar vardır; ancak, farklı akımlarda ve tek başına ne gibi etkilere sahip olduğu ile ilgili çalışma yoktur.

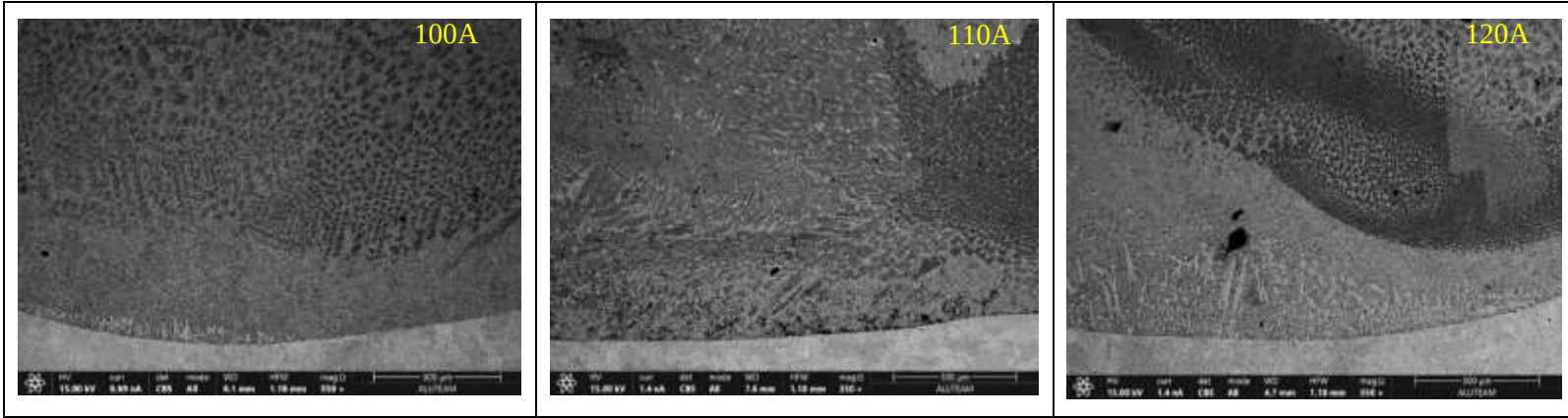
Bu çalışmada AISI 1020 çeliği yüzeyi 100, 110 ve 120 amperde, 20 voltta ve 1 mm/s hızda olmak ferrobor ile alaşımlandırılmış ve alaşımlandırma işlemi sonrası, değişen akıma bağlı olarak alaşımlama tabakalarının mikroyapısal ve sertlik özellikleri incelenmiştir.

2. YÖNTEM

Bu çalışmada; AISI 1020 çeliğinden (Kimyasal bileşimi: %0.17 C, %0.4 Si, %0.3 Mn, %0.002 S, %0.02 P, Kalan: Fe) Osmanlı Çelik (Dudullu, Ümraniye) 60×30×5 mm boyutlarında olacak şekilde numuneler kesilmiş olup, yüzey alaşımlama işlemleri öncesi mekanik ve ultrasonik olarak temizlenmiştir. Alaşımlamada kullanılan ferrobor (Kimyasal bileşimi: %18 B, %1 Si, %0.3 C, %0.1 P, %0.01 S ve Kalan: Fe) 10-50 mm' lik kayaçlar halinde olmak üzere Aveks İç ve Dış Tic. Anonim Şti. (Dudullu, Ümraniye) firmasından satın alınmış olup, -90 µm' nin altında olacak şekilde önce öğütülmüş ve takriben elenmiştir. Öğütme işlemi sonrası, yeterince miktarda polivinil alkol ilavesi ile laminasyona neden olmaksızın 60x0,5x5 mm boyutlarında olacak şekilde 100 MPa basınç altında preslenmiş ve polivinil alkol uzaklaştırılınca kadar 400 °C sıcaklıkta 2 saat süre ile ön sinterlenmiş, son olarak ise altlık malzemesi yüzeyine (merkeze konumlanacak şekilde) yerleştirilmiştir. Yüzey alaşımlama işlemleri 2 mm çapında WT-2 pct ThO₂ tipi elektrot kullanılarak, 70° lik açıda, 20 voltta, üç farklı akımda (100, 110 ve 120 amper), 3Litre/dakikalık debide %99.9 saflıktaki argon gazı atmosferinde, 1 mm/s hızda gerçekleştirilmiştir. Mikroyapı ve sertlik incelemeleri için yandan kesitten olmak üzere Struers Discotom 5 kesme cihazı kullanılarak numuneler kesildi. Mikroyapı incelemeleri için alaşımlanmış numuneler ilk olarak soğuk bakalite alma yöntemiyle bakalite alındı, ardından; 120, 240, 400, 600, 800, 1000, 1200 ve 2400 meshlik SiC zımparalarla 100 devir/dakika hızda zımparalandı ve 1 ve 0,25 µm Al₂O₃ çözeltileriyle parlatıldı. Parlatmadan sonra numuneler %2'lik Nital çözeltisiyle dağlandı. Dağlanmış numunelerin optik mikroyapı görüntüleri Nikon Epiphot 200 optik mikroskop ile incelendi. Mikroyapı incelemeleri yandan kesit (alaşımlama tabakası, arayüzey ve altlık malzemesini içine alacak şekilde) ile alaşımlama tabakasından olmak üzere sırasıyla taramalı elektron mikroskopu (SEM) ve optik mikroskopla incelendi. Akıma bağlı olarak alaşımlama tabakalarında oluşan fazlar Cu-Kα radyasyonu kullanılarak 10-90° 2θ açısında 0,002°/sn adım aralığıyla Shimadzu XRD-6100 cihazında, miktarları ise X'Pert Pro yazılımındaki Retvield analizi ile bulundu. Alaşımlanmış yüzeylerdeki katmanların kimyasal bileşimleri X-ışını enerji dağılımı (EDX) eklentili ZEISS MA/EVO 10 marka SEM cihazı ile gözlemlendi. Sertlik ölçümleri 200 g yük ve 10 saniye bekleme süresiyle Future Tech FM 300 marka mikro sertlik cihazı kullanılarak yapıldı.

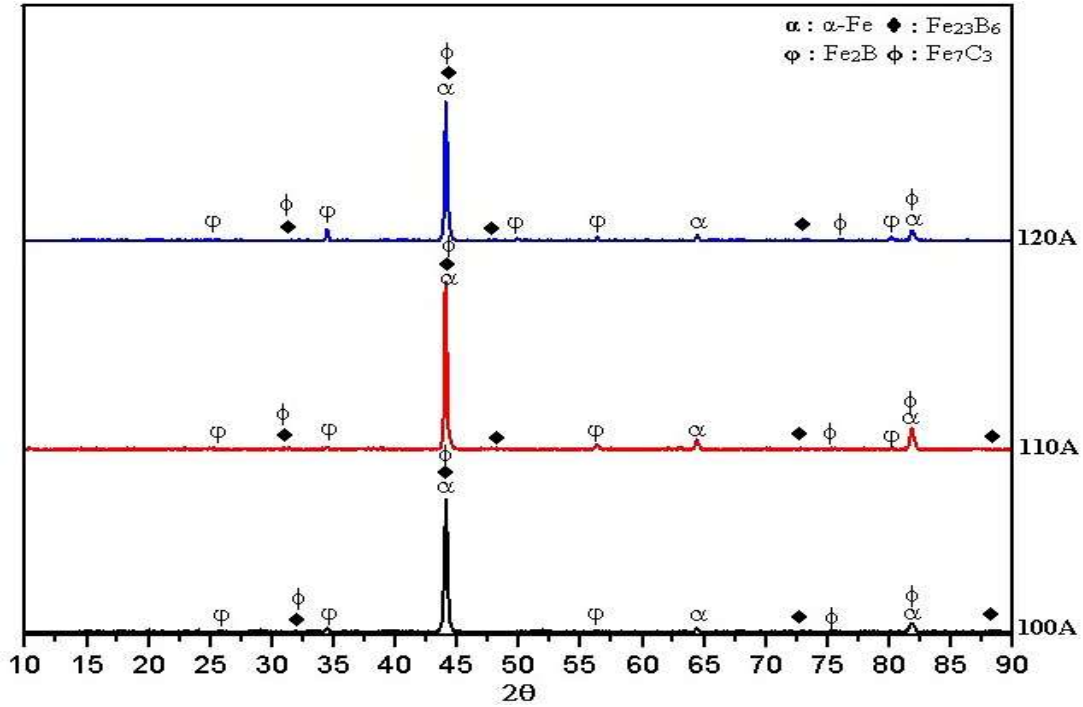
3. BULGULAR

Şekil 1 artan akımla birlikte alaşımlama tabakalarının morfolojik görünüşleri değişmektedir. 100A' de alaşımlama tabakasının daha çok grimsi düz zemin içerisinde yer yer dağılan irili ufaklı ve daha koyu gri renkli taneleri içerdiği görülmektedir. 110A' da alaşımlama tabakasında; 100A' ya kıyasla gri zeminin azaldığı ve koyu gri ile gözüken tanelerin büyüdüğü ve kısmen de olsa iğnemsî şekle sahip tanelerin özellikle geçiş bölgesinin hemen üzerinde olmak üzere kristalize olduğu gözlemlendi. 120A' da alaşımlama neticesinde geçiş bölgesine dik veya paralel olarak yönelmiş eş eksenli veya dendritik forma sahip katılaşmaların meydana geldiği gözlemlendi.



Şekil 1 Akıma bağlı olarak alaşımlama tabakası ve geçiş bölgesindeki değişim

Şekil 2' de görüldüğü üzere; akımdan bağımsız olmak üzere, alaşımlama tabakalarında α -Fe, Fe_2B , Fe_{23}B_6 ve Fe_7C_3 fazları dedekte edilmiştir. **Tablo1'** de görüleceği üzere artan akımla α -Fe oranı azalmış, Fe_2B , Fe_{23}B_6 ve Fe_7C_3 fazlarının oranları ise artmıştır.

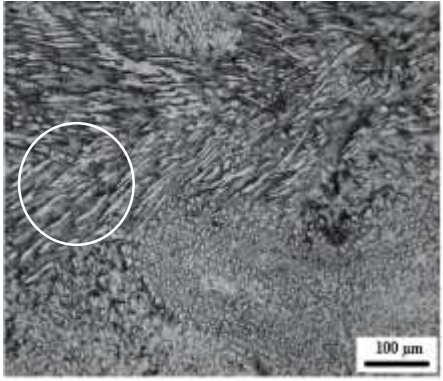
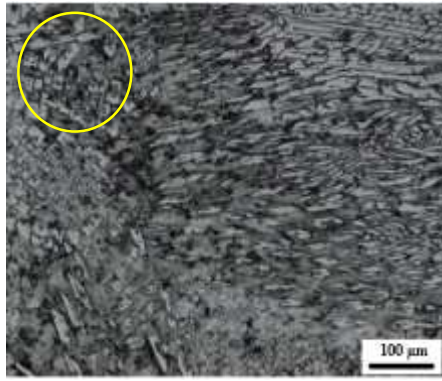
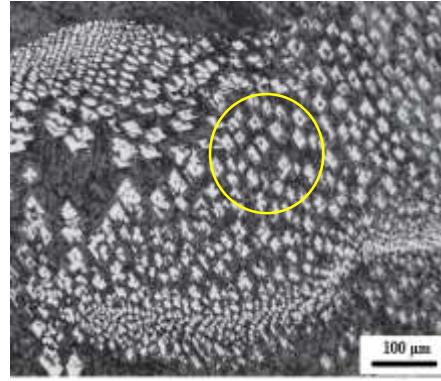
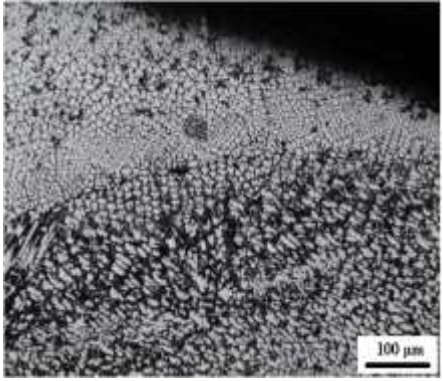
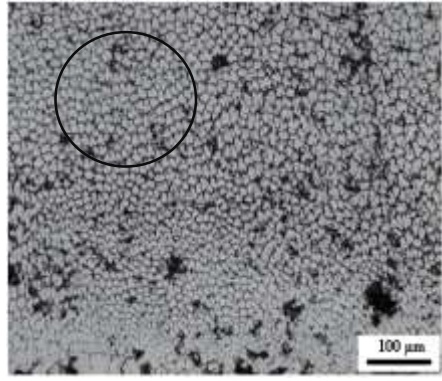
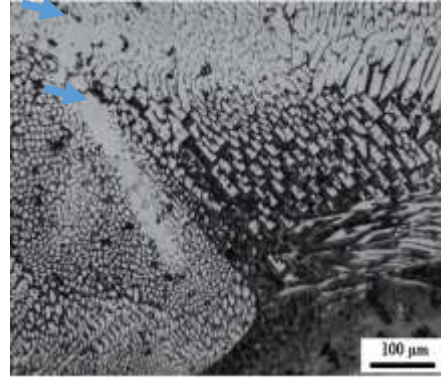
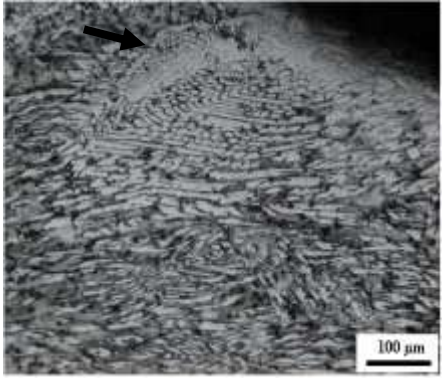
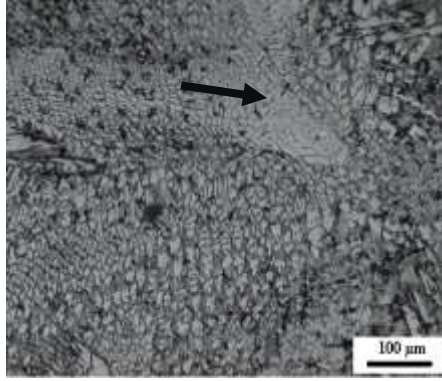
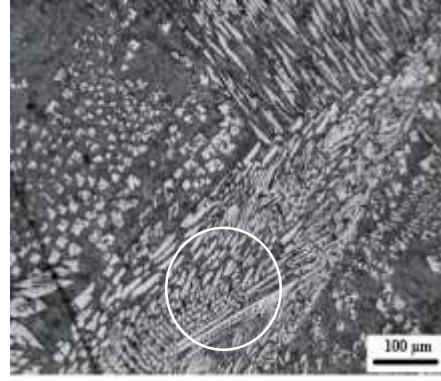


Şekil 2 Alaşımlama tabakalarının XRD paternleri

Tablo1 Alaşımlama tabakasındaki fazlar ve oranlarının akıma bağlı olarak değişimi

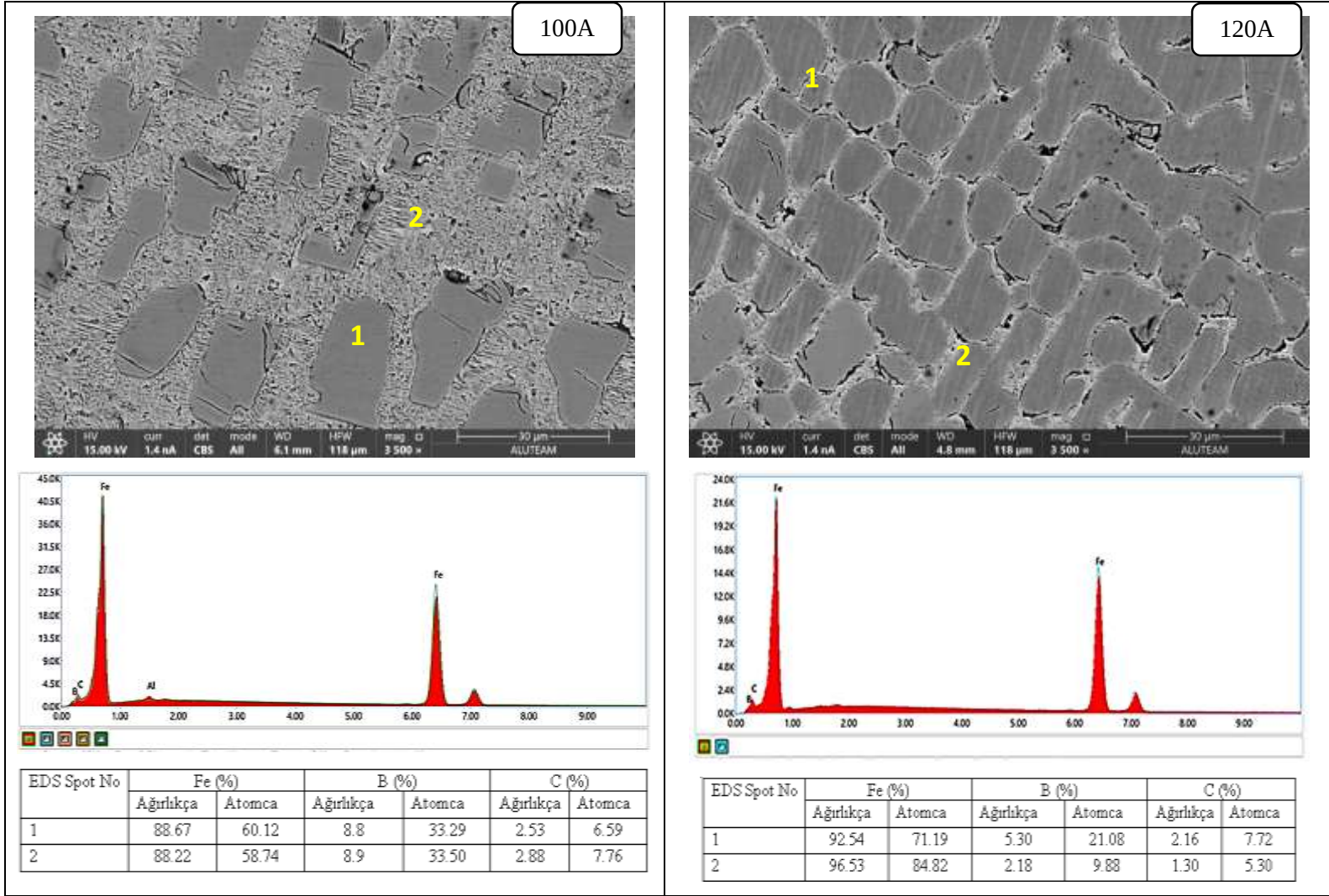
Akım (Amper)	α -Fe (%)	Fe_2B (%)	Fe_{23}B_6 (%)	Fe_7C_3 (%)
100	78.2	2.3	12.7	6.8
110	30.4	4.1	35.1	30.4
120	21.3	8.5	38.9	31.3

Şekil 3 artan akıma bağlı olarak alaşımlama tabakaları içerisinde oluşan mikroyapılara ait optik mikroyapı resimlerini göstermektedir. İlgili mikroyapı resimlerinde köşeli, iğnemi ve eş eksenli morfolojik görünümlere sahip yapıların oluştuğu görülmektedir.

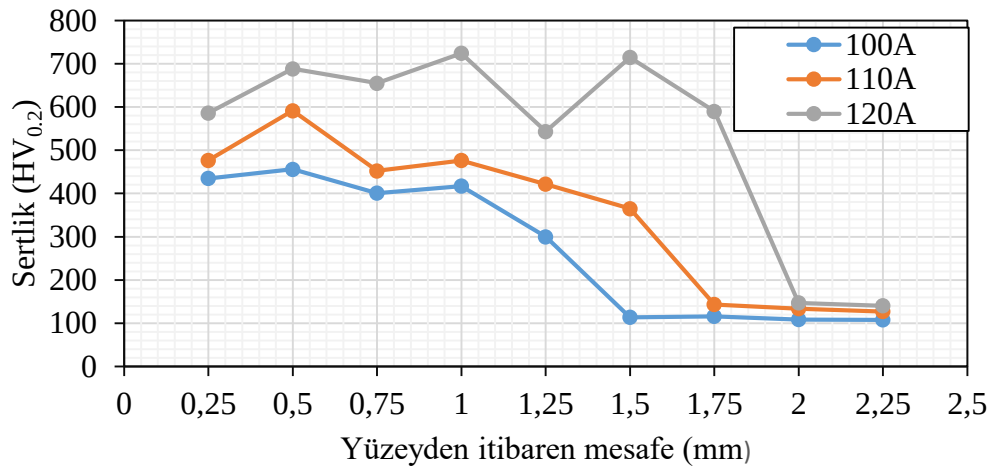
Alaşımlama tabakalarının farklı bölgelerinden alınan optik mikroyapı görüntüleri			
Amper	Üst kısmı	Orta kısmı	Alt kısmı
100			
110			
			

Şekil 3 Artan akıma bağlı olarak alaşımlama tabakaları içerisinde oluşan mikroyapılara ait optik mikroyapı resimleri

Şekil 4 100A ve 120A' da alaşımlanan numunelerin alaşımlama tabakalarının SEM ve EDS analizlerini göstermektedir.



Şekil 4 100A ve 120A’ da alaşımlanan numunelerin alaşımlama tabakalarının SEM ve EDS analizleri



Şekil 5 Akıma bağlı olarak alaşımlama tabakalarının yüzeyden itibaren sertliklerindeki değişim

Şekil 5 akıma bağlı olarak alaşımlama tabakalarının yüzeyden itibaren sertliklerindeki değişimi göstermektedir.

4. SONUÇ ve TARTIŞMA

Şekil 1' de görüldüğü üzere artan akımla birlikte alaşımlama tabakalarının morfolojik görünüşleri değişmektedir. 100A' da alaşımlama tabakasının daha çok grimsi düz zemin içerisinde yer yer dağılan irili ufaklı ve daha koyu gri renkli taneleri içerdiği görülmektedir. Gri zeminin **Şekil 2'** deki XRD analizinde de görüleceği üzere α -Fe olduğu kanaatine varıldı. 110A' da alaşımlama tabakasında; 100A' ya kıyasla gri zeminin azaldığı ve koyu gri ile gözüken tanelerin büyüdüğü ve kısmen de olsa iğnemsî şekle sahip tanelerin özellikle geçiş bölgesinin hemen üzerinde olmak üzere kristalize olduğu gözlemlendi. 120A' da alaşımlama neticesinde geçiş bölgesine dik veya paralel olarak yönelmiş eş eksenli veya dendritik forma sahip katılaşmaların meydana geldiği gözlemlendi. Alaşımlama katmalarındaki bu farklı şekillerdeki bölgelerin oluşum nedeni; alaşımlama katmanlarının üst bölgelerinde çok daha yüksek olan katılaşma hızı değişiklikleridir. Geçiş bölgelerinden alaşımlama tabakası yüzeyine kadar katılaşma hızı (R) artarken aynı zamanda sıcaklık gradyanı (G) azalır. Bu nedenle, akıma bağlı olmaksızın geçiş bölgeleri düzlemsel büyüme, hücrel veya eş eksenli dendritik yapılardan oluşmaktadır (Kılınç, 2024). Geçiş bölgelerindeki bu yapılar metalürjik olarak altlık malzemesiyle iyi bağ kurulduğunun da ispatıdır (Chew ve diğ., 2015).

Bu çalışmada Fe_2B fazının optik mikroyapı resimlerinde ve XRD analizinde (**Şekil 2**) önceki çalışmadan oranla daha az oranda gözlemlenmesinin nedeni, ilgili çalışmalarda elementel demir ve/veya grafit ile bir arada alaşımlama tabakasını oluşturmak amacıyla kullanılmasıdır. Bu birlikteliklerin amacı; erime bölgesindeki karbon veya bor içeriğinin artırılması ve hipoötektik bir mikro yapıdan, birincil Fe_2B borürlerinden ve az miktarda ferrit- Fe_2B ötektiklerinden oluşan oldukça hiperötektik bir yapıya geçişi sağlamaktır (Yaz, 2013). Fe dendritlerinin birincil katılaşması sırasında, eriyik B ve C ile güçlü bir şekilde zenginleşmektedir. Daha sonra; Fe_2B ve $\text{Fe}_3(\text{C},\text{B})$ fazları, artık eriyikteki B / (C + B) oranına bağlı bir ötektik reaksiyondan çökelir. Bu nedenle, mikro yapılar, ötektik sert faz yapısı ile çevrili birincil Fe dendritleri ile karakterize edilir. 800 °C' nin altındaki sıcaklıklarda, $\text{Fe}_3(\text{C},\text{B})$ fazı katı hal dönüşümüne uğrayarak $\text{Fe}_{23}(\text{C},\text{B})_6$ fazına dönüşür. Artan kümelenme ve ana $\text{Fe}_3(\text{C},\text{B})$ fazının daha yüksek yerel B / (C + B) oranı ile bu dönüşüm süreci tamamlanmaz ve/veya Fe_2B fazı, $\text{Fe}_{23}(\text{C},\text{B})_6$ fazına ek olarak oluşur. Bu faz dönüşüm süreçleri yerel dengeler tarafından yönetilir. Bu nedenle, yerel B / (C + B) oranına bağlı olarak, Fe_2B , ve $\text{Fe}_{23}(\text{C},\text{B})_6$ sert fazları yan yana bulunabilmektedir. Fe-C-B üçlü sisteminde Fe_{23}B_6 fazı, B' nin güçlü segregasyon etkisi ve hızlı dengesiz katılaşmadan dolayı sıvı fazın faz alanının daha düşük sıcaklıklara kaymasıyla veya dengeli soğutma koşullarında 600-1100 °C aralığında meydana gelen peritektoid reaksiyonla ($\text{Fe}_3(\text{B},\text{C}) + \text{Fe} \rightarrow \text{Fe}_{23}(\text{C},\text{B})_6$) oluşmaktadır (Lentz ve diğ., 2016). Bu çalışmada Fe_3C fazı yerine Fe_7C_3 fazı dedekte edilmiştir. Bunun nedeni gerek altlık malzemesi gerekse ferrobör bünyesinde bulunan karbonun, alaşımlama tabakası içerisindeki toplam karbon seviyesinin artmasına katkıda bulunması ve karbonca aşırı zengin bölgelerin oluşması (Litasov ve diğ., 2015) ve alaşımlama sonrası dengeli koşullardaki soğumaya kıyasla daha yüksek hızda soğuması ve $\text{Fe}_3\text{C}'$ den daha hızlı çekirdeklenerek büyümesidir (Bauer-Grosse ve diğ., 1981). Ayrıca; Fe_{23}B_6 ' nin Fe_7C_3 ' den tüm akım değerleri daha yüksek oranda dedekte edilmiştir. Bunun iki nedeni vardır: Birincisi entalpisinin daha düşük oranda olması: Fe_{23}B_6 : -16.49 kJ/mol (Ohodnicki, Jr. ve diğ., 2008), Fe_7C_3 : +18.8 kJ/mol (Hallstedt ve diğ., 2010), ikincisi ise Fe_{23}B_6 ' nin YMK yapısından dolayı demir tane sınırlarına segrege olması HSP yapısına sahip olan Fe_7C_3 göre daha düşük aktivasyon enerjisi gerektirmesidir (Lee ve diğ., 2025).

Şekil 3 artan akıma bağlı olarak alaşımlama tabakaları içerisinde oluşan mikroyapılara ait optik mikroyapı resimlerini göstermektedir. Optik mikroyapı incelemelerinden akımın morfolojik yapıyı etkilediği görülmektedir. **Şekil 2'** de dedekte edilen Fe_2B fazı (sarı çerçeveli dairede görüldüğü üzere), ferrobör ve PTA (Bourithis ve Papadimitriou, 2009) veya lazerle (Kulka ve diğ., 2020) yüzey alaşımlama tekniklerinin kullanıldığı diğer düşük karbonlu çeliklerle benzer morfolojik yapılarda olduğu (köşeli) gözlemlenmiştir. Fe_{23}B_6 fazının görünümü ise siyah çerçeveli daire içerisinde gösterildiği üzere eş eksenlidir (Ma ve diğ., 2023). Fe_7C_3 fazı beyaz çerçeveli daire içerisinde görüldüğü üzere iğnemsî şekillidir (Geng ve diğ., 2018). Siyah ok ile gösterilen açık bölgeler

ötektik dönüşüm sonrası oluşan α -Fe+Fe₂B fazlarının bir arada bulundukları bölgelerdir (Vinh ve diğ., 2024). Mavi ok ile gösterilen bölgeler ise α -Fe' dir.

Fe₂B içerisindeki bor oranı ağırlıkça %9' dur (Ortiz-Domínguez ve diğ., 2023). 100A' da alaşımlanmış numunenin EDS Spot No 1 ile gösterilen EDS analizi Fe₂B ile, 2 ile gösterilen ise α -Fe + Fe₂B faz bölgesiyle uyumludur (Şekil 4). Fe₂₃B₆ fazındaki B' nin %atomik oranı %20.7 ile %28.7 arasında değişebilmektedir (Quirinale ve diğ., 2017), bu da 120A' da alaşımlanmış numuneye ait EDS Spot 1 için Fe₂₃B₆ ile uyumludur. Düşük karbon konsantrasyonlarında (%1-3 atomca), M₂₃C₆ baskın olurken, daha yüksek karbon seviyelerinde (%5-6 atomca) M₇C₃ oluşumu desteklenir (Xiao ve diğ., 2025). 120A' da alaşımlanmış numunenin EDS Spot No 2 ile gösterilenler, M₇C₃ ile uyumludurlar.

Şekil 5 akıma bağlı olarak alaşımlama tabakalarının yüzeyden itibaren sertliklerindeki değişimi göstermektedir. Alaşımlama sonrası altlık malzemesi olarak kullanılan AISI 1020 çeliğinin sertliği 126.34±15.40 HV olarak ölçülmüştür ve bu değer Gupta ve diğerleri tarafından belirtilen 134 HV' den bir miktar düşüktür (Gupta ve diğ., 2026). Bu durum alaşımlamada kullanılan TIG kaynağının oluşturduğu yüksek ısının etkisiyle bir miktar yumuşamasından kaynaklanabileceği kanaatine varılmıştır. Alaşımlama tabakasının en üst kısmından alınan sertlikler artan akıma bağlı olarak sırasıyla 434.9, 476.7 ve 586.3 HV, alaşımlama tabakalarından alınan ortalama sertlik değerleri ise 427.20±23.64, 483.62±64.28 ve 671.72±126.92 HV_{0.2} olarak ölçülmüştür. Bu değerlerden görüleceği üzere ferrobör ile alaşımlama AISI 1020 çeliğinin yüzey sertliğinde 3.38 ile 5.31 kat artışa katkı sağlamıştır. Bu artış, α -Fe' e kıyasla çok daha yüksek sertlik değerlerine sahip olan Fe₂B (1100-2000 HV_{0.01}), Fe₂₃B₆ (950- 1050 HV_{0.01}) ve Fe₇C₃ (1050-1500 HV_{0.01} (Buytoz, 2006)) fazlarının varlığı nedeniyle. Ayrıca α -Fe +Fe₂B (897±82 HV_{0.01} (Kılınç ve diğ., 2022)) birlikteliği de sertlik artışına katkı sağlar. Artan akımla XRD analizi neticesinde elde edilen faz oranları arttığı daha önce de belirtilmişti. Demir-börür ve demir-karbür fazlarının oranının artması sertliğin artmasına katkı sağladığı görülmektedir. Özellikle demir-börür fazlarının artışı bu çalışmada sertliği artırıcı bir etmen olmuştur. Çünkü karbürlerle kıyaslandığında börürler alaşımlama tabakasının sertliğinin artmasında daha fazla etkilidir (Lentz ve diğ., 2018). Fe₂₃B₆ intermetalik bileşiği, kaplama matrisi içinde homojen olarak dağılır ve böylece dağılım güçlendirmesine katkıda bulunur ve genel sertliği artırır (Zou ve diğ., 2025).

5. DEĞERLENDİRME

Bu çalışmada üç farklı akımda ferrobör ile AISI 1020 çeliği yüzeyi TIG yüzey alaşımlama yöntemi kullanılarak alaşımlandırılmış olup, artan akımla alaşımlama tabakalarının sertliğinin arttığı; bunda etmen olan temel faktörlerin ise optik mikroyapı, SEM ve EDS analizleri ile varlıkları tespit edilen intermetalik bileşiklerin (Fe₂B, Fe₂₃B₆ ve Fe₇C₃) olduğu belirlenmiştir. Ferrobör ile alaşımlama sayesinde AISI 1020 çeliğinin sertliğinin yaklaşık 3.38 ile 5.31 kat aralığında artırılabilceği tespit edildi.

Teşekkür

Bu çalışma **FYL-2023-11007** kodlu proje kapsamında gerçekleştirilmiş olup, ekonomik katkılarından dolayı Marmara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi (BAPKO)' ne katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Abakay, E., Kilinc, B., Sen, S., & Sen, U. (2015). Wear properties of TIG surface alloyed steel with 50%Fe-10%W-40%B alloy. *Acta Physica Polonica A*, 127(4), 957–960. <http://dx.doi.org/10.12693/APhysPolA.127.957>
- Bauer-Grosse, E., Frantz, C., Le Caer, G., & Heiman, N. (1981). Formation of Fe_7C_3 and Fe_5C_2 type metastable carbides during the crystallization of an amorphous $\text{Fe}_{75}\text{C}_{25}$ alloy. *Journal of Non-Crystalline Solids*, 44(2–3), 277–286. [https://doi.org/10.1016/0022-3093\(81\)90030-2](https://doi.org/10.1016/0022-3093(81)90030-2)
- Bourithis, L., & Papadimitriou, G. D. (2009). The effect of microstructure and wear conditions on the wear resistance of steel metal matrix composites fabricated with PTA alloying technique. *Wear*, 266(11–12), 1155–1164. <https://doi.org/10.1016/j.wear.2009.03.032>
- Buytoz, S. (2006). Microstructural properties of M_7C_3 eutectic carbides in a Fe–Cr–C alloy. *Materials Letters*, 60(5), 605–608. <https://doi.org/10.1016/j.matlet.2005.09.046>
- Çalık, A. (2009). Effect of cooling rate on hardness and microstructure of AISI 1020, AISI 1040 and AISI 1060 steels. *International Journal of Physical Sciences*, 4(9), 514–518. <https://doi.org/10.5897/IJPS.9000188>
- Chang, C. M., Chen, Y. C., & Wu, W. (2010). Microstructural and abrasive characteristics of high carbon Fe–Cr–C hardfacing alloy. *Tribology International*, 43(5), 929–934. <https://doi.org/10.1016/j.triboint.2009.12.045>
- Chew, Y., Pang, J. H. L., Bi, G., & Song, B. (2015). Thermo-mechanical model for simulating laser cladding induced residual stresses with single and multiple clad beads. *Journal of Materials Processing Technology*, 224, 89–101. <https://doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2015.04.031>
- Eroglu, M. (2009). Boride coatings on steel using shielded metal arc welding electrode: Microstructure and hardness. *Surface and Coatings Technology*, 203(16), 2229–2235. <https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2009.02.010>
- Geng, B., Zhou, R., Li, L., Lv, H., Li, Y., Bai, D., & Jiang, Y. (2018). Change in primary $(\text{Cr, Fe})_7\text{C}_3$ carbides induced by electric current pulse modification of hypereutectic high chromium cast iron melt. *Materials*, 12(1), 32. <https://doi.org/10.3390/ma12010032>
- Gupta, A., Yuvaraj, N., & Kumar, V. (2026). Effect of process parameters of rotating arc MIG welding on the mechanical and microstructural properties of AISI 1020 steels with filler ER70S6. *Canadian Metallurgical Quarterly*, 1–18. <https://doi.org/10.1080/00084433.2026.2640528>
- Hallstedt, B., Djurovic, D., von Appen, J., Dronskowski, R., Dick, A., Körmann, F., Hickel, T., & Neugebauer, J. (2010). Thermodynamic properties of cementite (Fe_3C). *Calphad*, 34(1), 129–133. <https://doi.org/10.1016/j.calphad.2010.01.004>
- Kılınç, B., Ceğil, O., Abakay, E., Şen, U., & Şen, S. (2014). Characterization of Fe–Nb–B base hardfacing of steel. *Acta Physica Polonica A*, 125(2), 656–658. <http://dx.doi.org/10.12693/APhysPolA.125.656>
- Kılınç, B., Kocaman, E., Şen, Ş., & Şen, U. (2021). Effect of vanadium content on the microstructure and wear behavior of $\text{Fe}_{(13-x)}\text{V}_x\text{B}_7$ ($x = 0-5$) based hard surface alloy layers. *Materials Characterization*, 179, 111324. <https://doi.org/10.1016/j.matchar.2021.111324>
- Kılınç, B., Kocaman, E., Şen, Ş., & Şen, U. (2022). Effect of titanium content on the microstructure and wear behavior of $\text{Fe}_{(13-x)}\text{Ti}_x\text{B}_7$ ($X=0-5$) Hardfacing Alloy. *Journal of Mining and Metallurgy, Section B: Metallurgy*, 58(1), 29–41. <https://doi.org/10.2298/JMMB210430047K>
- Kılınç, B. (2024). The influence of B content on the microstructure and hardness of in situ formed TiC-TiB_2 reinforced Fe-Based Hardfacing Coatings. *Journal of Materials and Mechatronics: A*, 5(2), 327–340. <https://doi.org/10.55546/jmm.1584040>

- Krelling, A. P., Teixeira, F., da Costa, C. E., de Almeida, E. A. S., Zappelino, B., & Milan, J. C. G. (2019). Microabrasive wear behavior of borided steel abraded by SiO₂ particles. *Journal of Materials Research and Technology*, 8(1), 766–776. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2018.06.004>
- Kul, M., Oskay, K. O., Temizkan, A., Karaca, B., Kumruoğlu, L. C., & Topçu, B. (2016). Effect of boronizing composition on boride layer of boronized GGG-60 ductile cast iron. *Vacuum*, 126, 80–83. <https://doi.org/10.1016/j.vacuum.2016.01.021>
- Kulka, M., Mikołajczak, D., Makuch, N., Dziarski, P., Przestacki, D., Panfil-Pryka, D., Piasecki, A., & Miklaszewski, A. (2020). Laser surface alloying of austenitic 316L steel with boron and some metallic elements: Microstructure. *Materials*, 13(21), 4852. <https://doi.org/10.3390/ma13214852>
- Kumar, S., & Das, A. K. (2022). Wear resistance and hardness properties of TiB₂–Fe coating developed on AISI 1020 steel by tungsten inert gas (TIG) cladding. *Ceramics International*, 48(20), 30052–30065. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2022.06.274>
- Lee, D., Trang, T. T. T., Kim, Dong-Hyun, Yoon, G.-Y., Park, S.-J., Lee, J. S., & Heo, Y.-U. (2025). Boron-induced unique precipitation behavior at the grain boundary and its effect on the brittle fracture in a Fe-Mn-Al-C-based austenitic lightweight alloy. *Scripta Materialia*, 259, 116574. <https://doi.org/10.1016/j.scriptamat.2025.116574>
- Lentz, J., Röttger, A., & Theisen, W. (2018). Hardness and modulus of Fe₂B, Fe₃(C,B), and Fe₂₃(C,B)₆ borides and carboborides in the Fe-C-B system. *Materials Characterization*, 135, 192–202. <https://doi.org/10.1016/j.matchar.2017.11.012>
- Litasov, K. D., Rashchenko, S. V., Shmakov, A. N., Palyanov, Y. N., & Sokol, A. G. (2015). Thermal expansion of iron carbides, Fe₇C₃ and Fe₃C, at 297–911K determined by in situ X-ray diffraction. *Journal of Alloys and Compounds*, 628, 102–106. <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2014.12.138>
- Ma, C., Yang, L., & Li, J. (2023). Grain refinement in solidification of undercooled Fe₂B intermetallic compound alloy. *AIP Advances*, 13(10), 105228. <https://doi.org/10.1063/5.0171016>
- Nguyen, V. V., Nguyen, T. T., & Balanovskiy, A. E. (2024). Boriding of low-carbon steel by plasma method: Microstructure and coating properties. *Tribology in Industry*, 46(3), 476–485. <https://doi.org/10.24874/ti.1609.01.24.03>
- Ohodnicki, P. R., Cates, N. C., Laughlin, D. E., McHenry, M. M., & Widom, M. (2008). Ab initio theoretical study of magnetization and phase stability of the (Fe,Co,Ni)₂₃B₆ and (Fe,Co,Ni)₂₃Zr₆ structures of Cr₂₃C₆ and Mn₂₃Th₆ prototypes. *Physical Review B*, 78, 144414. <http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevB.78.144414>
- Ortiz-Domínguez, M., Morales-Robles, Á. J., Gómez-Vargas, O. A., & de Jesús Cruz-Victoria, T. (2023). Analysis of diffusion coefficients of iron monoboride and diiron boride coating formed on the surface of AISI 420 steel by two different models: Experiments and modelling. *Materials*, 16(13), 4801. <https://doi.org/10.3390/ma16134801>
- Özbek, N. A., & Saraç, E. (2021). Effects of tempering heat treatment temperatures on mechanical properties of AISI 1020 and AISI 1040 carbon steels. *Gazi Journal of Engineering Sciences*, 7(1), 17–25. <https://doi.org/10.30855/gmbd.2021.01.03>
- Petrova, R. S., & Suwattananont, N. (2005). Surface modification of ferrous alloys with boron. *Journal of Electronic Materials*, 34(5), 575–582. <https://doi.org/10.1007/s11664-005-0068-7>

- Quirinale, D. G., Messina, D., Rustan, G. E., Kreyssig, A., Prozorov, R., & Goldman, A. I. (2017). In-situ investigation of magnetism in metastable phases in levitated Fe₈₃B₁₇. *Physical Review Applied*, 8(5), 054046. <https://doi.org/10.1103/PhysRevApplied.8.054046>
- Reddy, P. P. K., Dewangan, S., Singh, R. S., Singhal, U., Biswas, A. (2026). Heat treatment effects on microstructure and hardness of low-carbon AISI 1020 steel. *Journal of The Institution of Engineers (India): Series D*. 107, 789–800. <https://doi.org/10.1007/s40033-024-00714-8>
- Sahin, S., Meric, C., & Saritas, S. (2010). Production of ferroboron powders by solid boronizing method. *Advanced Powder Technology*, 21(4), 483–487. <https://doi.org/10.1016/j.appt.2010.01.011>
- Selçuk, B., İpek, R., Karamış, M. B., & Kuzucu, V. (2000). An investigation on surface properties of treated low carbon and alloyed steels (boriding and carburizing). *Journal of Materials Processing Technology*, 103(2), 310–317. [https://doi.org/10.1016/S0924-0136\(99\)00488-4](https://doi.org/10.1016/S0924-0136(99)00488-4)
- Şen, Ş., Abakay, E., & Şen, U. (2014). Wear properties of the surface alloyed AISI 1020 steel with vanadium and boron by TIG welding technique. *Acta Physica Polonica A*, 125(2), 251–253 <https://doi.org/10.12693/APhysPolA.125.251>
- Tsipas, D. N., Noguera, H., & Rus, J. (1987). Corrosion behaviour of boronized low carbon steel. *Materials Chemistry and Physics*, 18(3), 295–303. [https://doi.org/10.1016/0254-0584\(87\)90143-X](https://doi.org/10.1016/0254-0584(87)90143-X)
- Türkmen, İ., & Yalamaç, E. (2022). Effect of alternative boronizing mixtures on boride layer and tribological behaviour of boronized SAE 1020 steel. *Metals and Materials International*, 28(5), 1114–1128. <https://doi.org/10.1007/s12540-021-00987-8>
- Xiao, N., Tao, Y., Liu, Y., Kong, H., Sun, Q., & Ma, N. (2025). Wear performance and microstructures of Fe-Cr-C alloy cladding on heterogeneous welded joints of NM450/ER70-G/ZG30SiMn. *China Welding*, 34(4), Makale 100009. <https://doi.org/10.1016/j.cwe.2025.100009>
- Yaz, M. (2013). In situ formation of square shaped Fe₂B borides in coated surface produced by GTAW. *Journal of Optoelectronics and Advanced Materials*, 15(9–10), 1037–1046.
- Zou, Z., Li, J., Wang, X., Tang, C., & Chen, X. (2025). Wear resistance enhancement of rotary tillage blades through structural optimization and surface strengthening. *Materials*, 18(21), Makale 5006. <https://doi.org/10.3390/ma18215006>

BİR TİYAZOLİDİN-4-ON TÜREVİNİN α -GLUKOZİDAZ İNHİBİSYON AKTİVİTESİNİN *IN VITRO* DEĞERLENDİRİLMESİ**Doç Dr., Feyzi Sinan TOKALI¹ Doç Dr., Orhan ULUÇAY^{2*}**¹Kafkas Üniversitesi, Kars Meslek Yüksekokulu, Malzeme ve Malzeme İşleme Teknolojileri Bölümü, 36100, Kars, Türkiye, feyzitokali@kafkas.edu.tr, 0000-0001-5532-8802²Kafkas Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Biyomühendislik Bölümü, 36100, Kars, Türkiye, orhanulucay@kafkas.edu.tr, 0000-0002-0820-5372**Özet**

Diyabet, dünya genelinde giderek artan prevalansı ve neden olduğu ciddi komplikasyonlar nedeniyle önemli bir halk sağlığı sorunu olarak değerlendirilmektedir. α -Glukozidaz (α -Glu), karbohidratların sindiriminde görev alan ve kan glukoz düzeylerinin düzenlenmesinde önemli rol oynayan bir enzimdir. Bu nedenle α -Glu inhibisyonu, tip 2 diyabetin kontrolüne yönelik önemli terapötik yaklaşımlardan biridir. Bu çalışmada, α -Glu inhibisyon potansiyeline sahip bir tiyazolidin-4-on türevinin sentezlenmesi ve *in vitro* aktivitesinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Hedef bileşiğin yapısı NMR ve HRMS spektroskopik yöntemleri kullanılarak karakterize edilmiştir. Bileşiğin α -Glu inhibisyon aktivitesinde, *Saccharomyces cerevisiae* kaynaklı α -glukozidaz ve referans inhibitör olarak akarboz kullanılmıştır. Sentezlenen tiyazolidin-4-on türevi, 11.41 nM IC₅₀ değeri ile güçlü bir α -Glu inhibisyon aktivitesi göstermiştir. Bu değer, 68.85 nM IC₅₀ değerine sahip akarboza kıyasla yaklaşık 6 kat daha güçlü bir inhibisyona işaret etmektedir. Elde edilen sonuçlar, sentezlenen tiyazolidin-4-on türevinin α -Glu inhibisyonu açısından umut verici bir aday olduğunu ve yeni antidiyabetik ajanların geliştirilmesi açısından değerlendirilebileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Diyabet; α -Glukozidaz; İnhibisyon, Tiyazolidin-4-on

EVALUATION OF THE *in vitro* α -GLUCOSIDASE INHIBITORY ACTIVITY OF A THIAZOLIDIN-4-ONE DERIVATIVE**Assoc. Prof. Dr. Feyzi TOKALI¹ / Assoc. Prof. Dr. Orhan ULUÇAY^{2*}**¹Department of Materials and Materials Processing Technologies, Kars Vocational School, Kafkas University, 36100 Kars, Türkiye, feyzitokali@kafkas.edu.tr, 0000-0001-5532-8802²Department of Bioengineering, Faculty of Engineering and Architecture, Kafkas University, 36100, Kars, Türkiye, orhanulucay@kafkas.edu.tr, 0000-0002-0820-5372**Abstract**

Diabetes is a major public health problem due to its increasing prevalence worldwide and the serious complications associated with the disease. α -Glucosidase (α -Glu) is an important enzyme involved in carbohydrate digestion and contributes to the regulation of postprandial blood glucose levels. Therefore, inhibition of α -Glu is considered an established therapeutic approach for the management of type 2 diabetes. In this study, a thiazolidin-4-one derivative was synthesized and its α -Glu inhibitory activity was evaluated *in vitro*. The structure of the synthesized compound was characterized using NMR and HRMS analyses. α -Glu inhibitory activity was determined using α -glucosidase from *Saccharomyces cerevisiae*, with acarbose as the reference inhibitor. The synthesized thiazolidin-4-one derivative exhibited strong α -Glu inhibitory activity, with an IC₅₀ value of 11.41 nM. In comparison, acarbose showed an IC₅₀ value of 68.85 nM, indicating that the synthesized compound was approximately sixfold more potent under the experimental conditions used. Overall, these findings suggest that the synthesized thiazolidin-4-one derivative is a promising α -Glu inhibitor and may serve as a potential lead for further studies toward the development of new antidiabetic agents.

Keywords: Diabetes; α -Glucosidase; Inhibition; Thiazolidin-4-one

INTRODUCTION

Diabetes is a chronic metabolic disorder that develops as a result of impaired insulin secretion, reduced insulin action, or a combination of both mechanisms [1, 2]. Persistent hyperglycemia contributes to the development of serious complications, including cardiovascular disease, nephropathy, retinopathy, and neuropathy, which can markedly reduce quality of life and place a considerable economic and social burden on healthcare systems [3, 4]. The continuing rise in the prevalence of diabetes worldwide has turned the disease into a major public health concern rather than an individual health problem alone. For this reason, the development of new and safe therapeutic strategies capable of achieving effective glycemic control remains an important area of research.

α -Glucosidase (α -Glu) is an important enzyme involved in the final stage of carbohydrate digestion and catalyzes the hydrolysis of oligosaccharides and disaccharides into glucose in the intestine [5]. Inhibition of this enzyme slows the conversion of complex carbohydrates into glucose and reduces the rate of intestinal glucose absorption, thereby limiting the rapid increase in postprandial blood glucose levels [6]. For this reason, α -Glu is regarded as an important therapeutic target, particularly in the management of type 2 diabetes. However, currently available α -Glu inhibitors may cause undesirable gastrointestinal effects such as abdominal discomfort, bloating, and diarrhea. This has encouraged continued efforts to identify more effective and better-tolerated α -Glu inhibitors [7, 8].

Thiazolidin-4-one derivatives represent an important class of heterocyclic compounds because of their structural diversity and their ability to interact with different biological targets. These compounds have attracted considerable attention in medicinal chemistry owing to their broad range of pharmacological properties, including antimicrobial, anti-inflammatory, anticancer, and antidiabetic activities [9-14]. In particular, the thiazolidin-4-one core can be readily modified with different substituents, allowing structure-activity relationships to be explored and new biologically active derivatives to be developed. Because of these features, thiazolidin-4-one derivatives are considered a promising chemical scaffold for the design of new candidate molecules for metabolic disorders, including diabetes.

In this study, a thiazolidin-4-one derivative was synthesized and structurally characterized, followed by evaluation of its inhibitory effect on α -Glu *in vitro*. The study was designed to determine the potential of the synthesized compound as an α -Glu inhibitor based on the activity results obtained.

Results and Discussion

Chemistry

In this study, a new thiazolidin-4-one derivative was synthesized to investigate its α -Glu inhibitory activity. In the first step of the synthetic procedure, 4-hydroxybenzaldehyde (1) was reacted with thiophene-2-carbonyl chloride in the presence of triethylamine to afford the corresponding ester derivative (2) [15]. Compound 2 was then reacted with thiosemicarbazide in the presence of acetic acid as a catalyst to give the corresponding thiosemicarbazone derivative (3) [16]. In the final step, compound 3 was reacted with ethyl bromoacetate in the presence of sodium acetate to obtain the target thiazolidin-4-one derivative (4) (Figure 1) [17]. The structures of the synthesized compounds were confirmed by NMR and HRMS spectroscopic analyses (Figures 2-4).

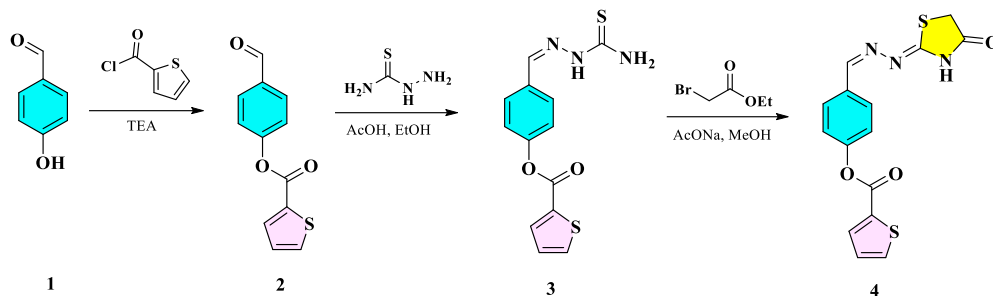


Figure 1. Synthetic Route to Compound 4

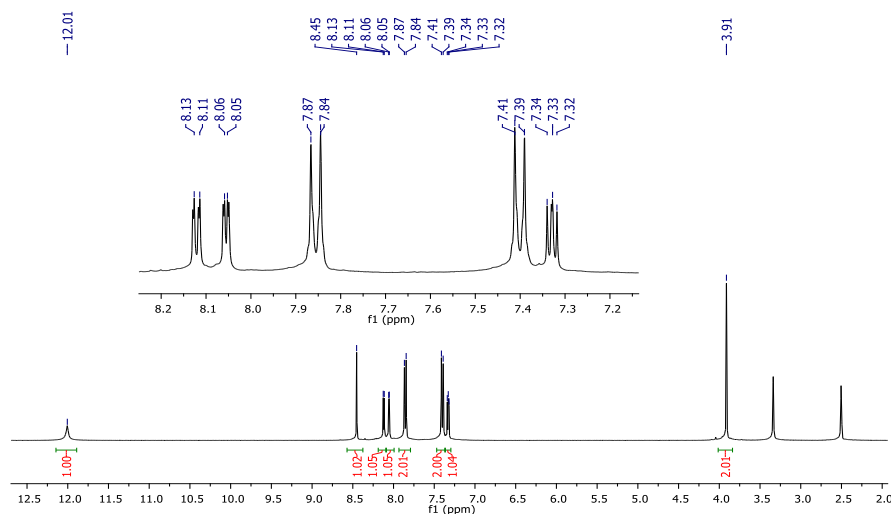


Figure 2. ¹H NMR Spectrum of Compound 4

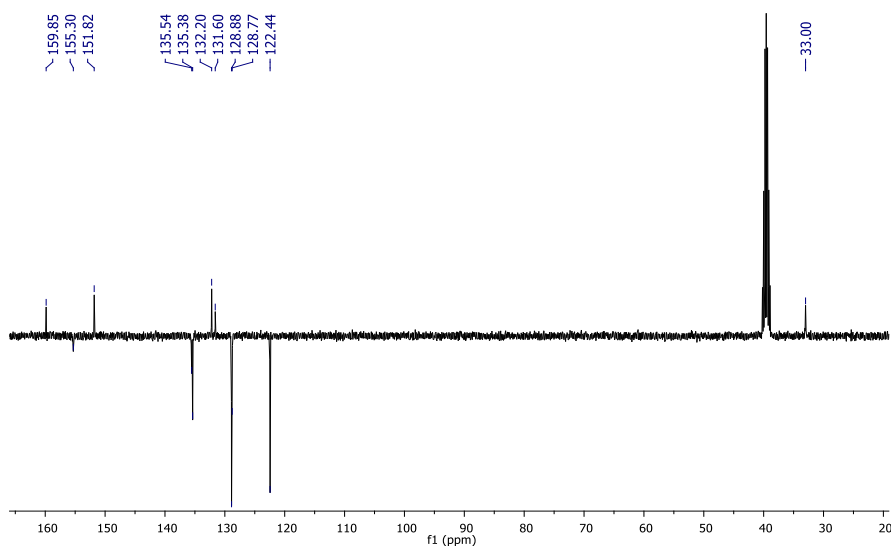


Figure 3. ¹³C NMR Spectrum of Compound 4

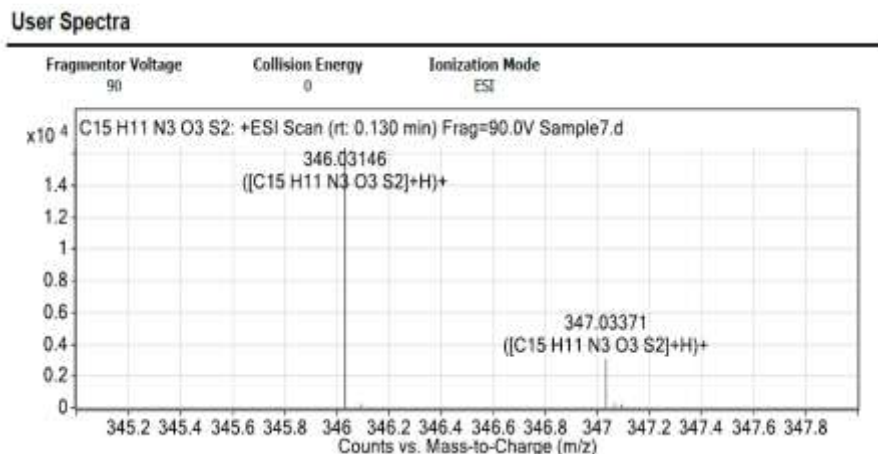


Figure 4. HRMS Spectrum of Compound 4

In vitro α -Glu inhibition

The α -Glu inhibitory activity of the synthesized target compound (4) was evaluated *in vitro*. Acarbose, a clinically used α -Glu inhibitor, was employed as the reference inhibitor, and the inhibitory activity of compound 4 was compared with that of acarbose [18]. The inhibition results are presented in Table 1.

Table 1. α -Glu Inhibitory Activities of Compound 4 and the Reference Inhibitor Acarbose

Compounds	α -Glu IC ₅₀ (nM)	R ²
4	11.41	0.935
Acarbose	68.85	0.973

As shown in Table 1, compound 4 exhibited an IC₅₀ value of 11.41 nM against α -Glu, whereas the reference inhibitor acarbose showed an IC₅₀ value of 68.85 nM. These findings indicate that compound 4 displayed approximately sixfold greater inhibitory potency than acarbose under the experimental conditions. In addition, the high R² values obtained for compound 4 and acarbose (0.935 and 0.973, respectively) indicate a good fit between the experimental data and the generated dose-response curves. Taken together, these results suggest that the synthesized thiazolidin-4-one derivative is a promising candidate for α -Glu inhibition.

Nevertheless, since the present findings are based solely on *in vitro* enzyme inhibition, further kinetic and structural studies are required to clarify the inhibitory mechanism and characterize the interactions between the compound and the enzyme in greater detail. Overall, compound 4 showed notable α -Glu inhibitory activity, supporting the potential of thiazolidin-4-one derivatives as a useful scaffold for further studies targeting α -Glu.

Materials and Methods

Synthesis of Compound 4

In the first step, 4-hydroxybenzaldehyde (10 mmol) was dissolved in 30 mL of ethyl acetate, followed by the addition of thiophene-2-carbonyl chloride (10 mmol). The reaction mixture was placed in an ice bath and cooled to 0-5 °C. Triethylamine (12 mmol) was then added dropwise, and the mixture was stirred at room temperature for 1 h. After completion of the reaction, the mixture was filtered through filter paper and the solvent was removed under reduced pressure. The resulting crude product (2) was purified by recrystallization from ethanol.

In the second step, compound 2 (10 mmol) was dissolved in 20 mL of ethanol and thiosemicarbazide (10 mmol) was added. After the addition of 3-4 drops of acetic acid, the reaction mixture was refluxed for 2 h. Upon

completion of the reaction, the mixture was cooled to room temperature, and the resulting solid product (3) was collected by filtration and dried in air.

In the final step, compound 3 (10 mmol) was dissolved in 30 mL of methanol. Ethyl bromoacetate (12 mmol) and sodium acetate (10 mmol) were then added, and the reaction mixture was refluxed for 1 h. After completion of the reaction, the mixture was cooled to room temperature and the resulting crude product (4) was collected by filtration. The target compound (4) was purified by recrystallization from ethanol.

4-((E)-(((Z)-4-oxothiazolidin-2-ylidene)hydrazinylidene)methyl)phenyl thiophene-2-carboxylate (**4**) [17]: White solid; yield: 97%; mp: 241-243 °C. FTIR (cm⁻¹): ν_{max} 3091, 3037, 2753, 1706, 1646, 1607, 1253, 1062. ¹H NMR (400 MHz, DMSO) δ 12.01 (s, ¹H), 8.45 (s, ¹H), 8.12 (d, J = 5.0 Hz, ¹H), 8.06 (d, J = 2.6 Hz, ¹H), 7.86 (d, J = 8.7 Hz, ²H), 7.40 (d, J = 8.6 Hz, ²H), 7.36-7.30 (m, 1H), 3.91 (s, ²H). ¹³C NMR (101 MHz, DMSO) δ 159.9, 155.3, 151.8, 135.5, 135.4, 132.2, 131.6, 128.9, 128.8, 122.4, 33.0. HRMS (Q-TOF) m/z calcd for C₁₅H₁₁N₃O₃S₂ [M+H]⁺: 346.0320; found: 346.0315.

α -Glu Inhibition

α -Glucosidase (α -Glu) inhibitory activity was determined according to the method reported by Tao et al. [19]. *p*-Nitrophenyl- α -D-glucopyranoside (*p*-NPG) was used as the substrate, and α -glucosidase derived from *Saccharomyces cerevisiae* was used as the enzyme source. The substrate solution was prepared at a concentration of 5 mM in phosphate buffer (pH 7.4). The reaction mixture consisted of 75 μ L of phosphate buffer, 20 μ L of α -glucosidase solution (0.15 U/mL), and the test compounds at different concentrations. The prepared reaction mixtures were incubated at 40 °C for 30 min. Following incubation, enzyme activity was determined by measuring the absorbance of *p*-nitrophenol formed during the enzymatic reaction at 405 nm. The α -Glu inhibitory activities of the test compounds were calculated relative to the control, and IC₅₀ values were obtained from the corresponding dose-response curves [20]. Acarbose was used as the reference inhibitor.

Generative AI statement: Our research team utilized AI-assisted tools solely for language enhancement and readability improvement during the manuscript preparation process.

Funding: Not applicable.

Competing interests: The authors declare no competing interests.

REFERENCES

- [1] Mohd, S., Kumar, L. L., Harish, V., Kumar, R., Chaudhary, A., & Sharma, V. (2025). Diabetes mellitus: Complications, emerging therapeutic targets, and evolving treatment approaches. *Obesity Medicine*, 58, 100652. <https://doi.org/10.1016/j.obmed.2025.100652>
- [2] Hossain, M. J., Al-Mamun, M., & Islam, M. R. (2024). Diabetes mellitus, the fastest growing global public health concern: Early detection should be focused. *Health Science Reports*, 7(3), e2004. <https://doi.org/10.1002/hsr2.2004>
- [3] Islam, K., Islam, R., Nguyen, I., Malik, H., Pirzadah, H., Shrestha, B., Lentz, I. B., Shekoohi, S., & Kaye, A. D. (2025). Diabetes Mellitus and Associated Vascular Disease: Pathogenesis, Complications, and Evolving Treatments. *Advances in Therapy*, 42(6), 2659. <https://doi.org/10.1007/s12325-025-03185-9>
- [4] Tomic, D., Shaw, J. E., & Magliano, D. J. (2022). The burden and risks of emerging complications of diabetes mellitus. *Nature Reviews. Endocrinology*, 18(9), 525. <https://doi.org/10.1038/s41574-022-00690-7>
- [5] Hossain, U., Das, A. K., Ghosh, S., & Sil, P. C. (2020). An overview on the role of bioactive α -glucosidase inhibitors in ameliorating diabetic complications. *Food and Chemical Toxicology*, 145, 111738. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2020.111738>
- [6] Dong, Q., Hu, N., Yue, H., & Wang, H. (2020). Inhibitory Activity and Mechanism Investigation of Hypericin as a Novel α -Glucosidase Inhibitor. *Molecules*, 26(15), 4566. <https://doi.org/10.3390/molecules26154566>
- [7] Du, C., & Zhao, Z. (2025). Characteristic analysis of adverse reactions to natural and synthetic alpha-glucosidase inhibitors: A descriptive analysis using World Health Organisation-VigiAccess. *Journal of Chromatography B*, 1267, 124800. <https://doi.org/10.1016/j.jchromb.2025.124800>
- [8] Gong, L., Feng, D., Wang, T., Ren, Y., Liu, Y., & Wang, J. (2020). Inhibitors of α -amylase and α -glucosidase: Potential linkage for whole cereal foods on prevention of hyperglycemia. *Food Science & Nutrition*, 8(12), 6320. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1987>
- [9] Drzał, W., & Trotsko, N. (2025). Review of Recent Advances in Thiazolidin-4-One Derivatives as Promising Antitubercular Agents (2021–Present). *Molecules*, 30(10), 2201. <https://doi.org/10.3390/molecules30102201>
- [10] Aqlan, F. M., Al-Bogami, A. S., Alqahtani, N. F., Wani, M. Y., & Khan, S. A. (2022). Thiazolidinone: A structural motif of great synthetic and biological importance. *Journal of Molecular Structure*, 1250, 131771. <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2021.131771>
- [11] Mech, D., Kurowska, A., & Trotsko, N. (2020). The Bioactivity of Thiazolidin-4-Ones: A Short Review of the Most Recent Studies. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(21), 11533. <https://doi.org/10.3390/ijms222111533>
- [12] De Siqueira, L. R. P., De Moraes Gomes, P. A. T., De Lima Ferreira, L. P., De Melo Rêgo, M. J. B., & Leite, A. C. L. (2019). Multi-target compounds acting in cancer progression: Focus on thiosemicarbazone, thiazole and thiazolidinone analogues. *European Journal of Medicinal Chemistry*, 170, 237-260. <https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2019.03.024>
- [13] Roszczenko, P., Holota, S., Szewczyk, O. K., Dudchak, R., Bielawski, K., Bielawska, A., & Lesyk, R. (2021). 4-Thiazolidinone-Bearing Hybrid Molecules in Anticancer Drug Design. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(21), 13135. <https://doi.org/10.3390/ijms232113135>
- [14] Pradhan, T., Gupta, O., Kumar, V., & Chawla, G. (2023). A comprehensive review on the antidiabetic attributes of thiazolidine-4-ones: Synthetic strategies and structure–activity relationships. *Archiv der Pharmazie*, 356(2), 2200452. <https://doi.org/10.1002/ardp.202200452>

- [15] Tokalı, F. S., Alım, Z., & Yırtıcı, Ü. (2023). Carboxylate- and sulfonate-containing quinazolin-4(3H)-one rings: Synthesis, characterization, and carbonic anhydrase I–II and acetylcholinesterase inhibition properties. *ChemistrySelect*, 8(8), e202204191. <https://doi.org/10.1002/slct.202204191>
- [16] Demir, Y., Şenol, H., Uluçay, O., Ateşoğlu, Ş., & Tokalı, F. S. (2026). Morpholine-modified thiosemicarbazones and thiazolidin-4-ones against Alzheimer's key enzymes: From synthesis to inhibition. *Computational Biology and Chemistry*, 120, 108683. <https://doi.org/10.1016/j.compbiolchem.2025.108683>
- [17] Tokalı, F. S., Taşlımı, P., Tüzün, B., Karakuş, A., Sadeghian, N., & Gülçin, İ. (2023). Synthesis of new carboxylates and sulfonates containing thiazolidin-4-one ring and evaluation of inhibitory properties against some metabolic enzymes. *Journal of the Iranian Chemical Society*, 20(10), 2631–2642. <https://doi.org/10.1007/s13738-023-02861-3>
- [18] Farid, S. M., Noori, M., Montazer, M. N., Ghomi, M. K., Mollazadeh, M., Dastyafteh, N., Irajie, C., Zomorodian, K., Mirfazli, S. S., Mojtavavi, S., Faramarzi, M. A., Larijani, B., Irajie, A., & Mahdavi, M. (2023). Synthesis and structure–activity relationship studies of benzimidazole-thioquinoline derivatives as α -glucosidase inhibitors. *Scientific Reports*, 13, 4392. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-31080-2>
- [19] Tao, Y., Zhang, Y., Cheng, Y., & Wang, Y. (2013). Rapid screening and identification of α -glucosidase inhibitors from mulberry leaves using enzyme-immobilized magnetic beads coupled with HPLC/MS and NMR. *Biomedical Chromatography*, 27(2), 148-155. <https://doi.org/10.1002/bmc.2761>
- [20] Tokalı, F. S., Demir, Y., Ateşoğlu, Ş., Tokalı, P., & Şenol, H. (2025). Development of phenolic Mannich bases as α -glucosidase and aldose reductase inhibitors: In vitro and in silico approaches for managing diabetes mellitus and its complications. *Bioorganic & Medicinal Chemistry*, 128, 118264. <https://doi.org/10.1016/j.bmc.2025.118264>

**TİYAZOLİDİN-4-ON-ARİL SÜLFONAT HİBRİTİNİN α -GLUKOZİDAZ İNHİBİSYON
POTANSİYELİ****Doç Dr., Feyzi Sinan TOKALI¹ Doç Dr., Orhan ULUÇAY^{2*}****¹Kafkas Üniversitesi, Kars Meslek Yüksekokulu, Malzeme ve Malzeme İşleme Teknolojileri Bölümü,
36100, Kars, Türkiye, feyzitokali@kafkas.edu.tr, 0000-0001-5532-8802****²Kafkas Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Biyomühendislik Bölümü, 36100, Kars, Türkiye,
orhanulucay@kafkas.edu.tr, 0000-0002-0820-5372****Özet**

α -Glukozidaz (α -Glu), karbonhidratların sindiriminde görev alan ve postprandiyal kan glukoz düzeylerinin düzenlenmesinde önemli rol oynayan bir enzimdir. Bu enzimin inhibisyonu, karbonhidratların glukoz dönüşümünü yavaşlatarak yemek sonrası kan glukozundaki hızlı yükselişin sınırlandırılmasına katkı sağlamaktadır. Bu çalışmada, aril sülfonat ve tiyazolidin-4-on yapısal motiflerini bir arada taşıyan bir bileşiğin α -Glu inhibisyon potansiyelinin araştırılması amaçlanmıştır. Bu doğrultuda, 4-hidroksibenzaldehitten hareketle üç basamaklı bir sentez stratejisi kullanılarak 4-klorobenzensülfonat içeren tiyazolidin-4-on türevi sentezlenmiştir. Hedef bileşiğin yapısı NMR ve HRMS spektroskopileri kullanılarak karakterize edilmiştir. Bileşiğin α -Glu inhibisyon aktivitesi, *Saccharomyces cerevisiae* kaynaklı α -glukozidaz ve *p*-nitrofenil- α -D-glukopiranozit substratı kullanılarak *in vitro* olarak değerlendirilmiş ve referans inhibitör olarak akarboz kullanılmıştır. Bileşik, 22.74 nM IC₅₀ değeri ile α -Glu üzerinde güçlü bir inhibitör aktivite göstermiştir. Bu değer, 68.85 nM IC₅₀ değerine sahip akarboza kıyasla yaklaşık 3 kat daha güçlü bir inhibisyona karşılık gelmektedir. Elde edilen sonuçlar, aril sülfonat içeren tiyazolidin-4-on türevlerinin α -Glu inhibisyonu açısından dikkate değer bir potansiyel taşıdığını ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: α -Glukozidaz; Aril sülfonatlar; Tiyazolidin-4-on; inhibisyon; sentez

α -GLUCOSIDASE INHIBITORY POTENTIAL OF A THIAZOLIDIN-4-ONE-ARYL SULFONATE HYBRIDAssoc. Prof. Dr. Feyzi TOKALI¹ / Assoc. Prof. Dr. Orhan ULUÇAY^{2*}¹Department of Materials and Materials Processing Technologies, Kars Vocational School, Kafkas University, 36100 Kars, Türkiye, feyzitokali@kafkas.edu.tr, 0000-0001-5532-8802²Department of Bioengineering, Faculty of Engineering and Architecture, Kafkas University, 36100, Kars, Türkiye, orhanulucay@kafkas.edu.tr, 0000-0002-0820-5372**Abstract**

α -Glucosidase (α -Glu) is an enzyme involved in carbohydrate digestion and has an important role in the regulation of postprandial blood glucose levels. Inhibition of this enzyme slows the conversion of carbohydrates into glucose and thereby helps limit the rapid rise in blood glucose after meals. In this study, we investigated the α -Glu inhibitory potential of a compound combining aryl sulfonate and thiazolidin-4-one structural motifs. Starting from 4-hydroxybenzaldehyde, a thiazolidin-4-one derivative bearing a 4-chlorobenzenesulfonate group was synthesized through a three-step synthetic route. The structure of the target compound was characterized by NMR and HRMS spectroscopy. Its α -Glu inhibitory activity was evaluated *in vitro* using α -glucosidase from *Saccharomyces cerevisiae* and *p*-nitrophenyl- α -D-glucopyranoside as the substrate, with acarbose used as the reference inhibitor. The compound showed potent inhibitory activity against α -Glu, with an IC₅₀ value of 22.74 nM. In comparison, acarbose exhibited an IC₅₀ value of 68.85 nM, indicating an approximately threefold higher inhibitory potency for the synthesized compound under the experimental conditions. These findings suggest that aryl sulfonate-containing thiazolidin-4-one derivatives have notable potential as α -Glu inhibitors.

Keywords: α -Glucosidase; Aryl sulfonates; Thiazolidin-4-one; Inhibition; Synthesis

INTRODUCTION

α -Glucosidase (α -Glu) is an important hydrolytic enzyme located at the brush border of the small intestinal epithelium and is involved in the final stage of carbohydrate digestion [1]. By catalyzing the hydrolysis of oligosaccharides and disaccharides into monosaccharides, this enzyme directly contributes to the conversion of dietary carbohydrates into glucose and their subsequent intestinal absorption [2, 3]. Suppression of α -Glu activity can therefore slow carbohydrate digestion and absorption, helping to limit the rapid increase in blood glucose that occurs particularly after meals. Indeed, α -Glu inhibitors have been shown to reduce postprandial glucose levels and contribute to improved glycemic control [4].

Among α -Glu inhibitors, acarbose, miglitol, and voglibose are the principal agents used clinically. These compounds delay intestinal carbohydrate digestion and are particularly useful for controlling postprandial hyperglycemia, either as monotherapy or in combination with other antidiabetic agents [5]. However, the relatively limited clinical efficacy of currently available α -Glu inhibitors, together with gastrointestinal adverse effects that may reduce treatment adherence, represents an important limitation of their use [6]. Gastrointestinal complaints such as flatulence, abdominal distension, abdominal pain, and diarrhea are frequently reported, especially with acarbose [7, 8].

For this reason, the search for new compounds capable of providing potent α -Glu inhibition while overcoming some of the drawbacks of existing inhibitors remains an important area of α -Glu-targeted research. In this context, the evaluation of different heterocyclic scaffolds for α -Glu inhibition offers a useful strategy for identifying new and effective inhibitors.

Thiazolidin-4-one derivatives are heterocyclic compounds of considerable interest because their structural features allow interactions with a range of biological targets [9]. The thiazolidin-4-one scaffold can be readily modified with different functional groups, providing an opportunity to tune biological activity through structural variation. Derivatives bearing aryl sulfonate groups are of particular interest because the sulfonyl moiety has a strong electron-withdrawing character, while its oxygen atoms can participate in hydrogen-bonding interactions [10-12]. In addition, the aryl group may contribute hydrophobic and π -type interactions with amino acid residues within the active site of a target protein. Taken together, these features suggest that combining an aryl sulfonate functionality with a thiazolidin-4-one core may provide a molecular framework worth exploring for α -Glu inhibition.

In this study, we aimed to investigate the α -Glu inhibitory potential of a derivative containing both aryl sulfonate and thiazolidin-4-one structural motifs. Accordingly, a thiazolidin-4-one derivative bearing a 4-chlorobenzenesulfonyl group was synthesized from 4-hydroxybenzaldehyde and characterized by spectroscopic methods. The inhibitory activity of the resulting compound against α -Glu was then evaluated *in vitro* to assess the potential of this aryl sulfonate-containing scaffold for further α -Glu-targeted studies.

Results and Discussion

Chemistry

The thiazolidin-4-one–aryl sulfonate hybrid investigated for its α -Glu inhibitory potential was synthesized in three steps. First, 4-hydroxybenzaldehyde (a) was reacted with 4-chlorobenzenesulfonyl chloride in the presence of triethylamine as a base to afford the corresponding sulfonate derivative (b) [13]. The resulting intermediate (b) was then subjected to a condensation reaction with thiosemicarbazide in the presence of acetic acid as a catalyst, yielding the thiosemicarbazone derivative (c) [14]. In the final step, compound c underwent cyclization with ethyl bromoacetate in the presence of sodium acetate to give the target thiazolidin-4-one derivative (d) (Figure 1) [15]. Structural characterization of the target compound was carried out by NMR and HRMS spectroscopy, and the obtained data confirmed the proposed structure (Figures 2-4).

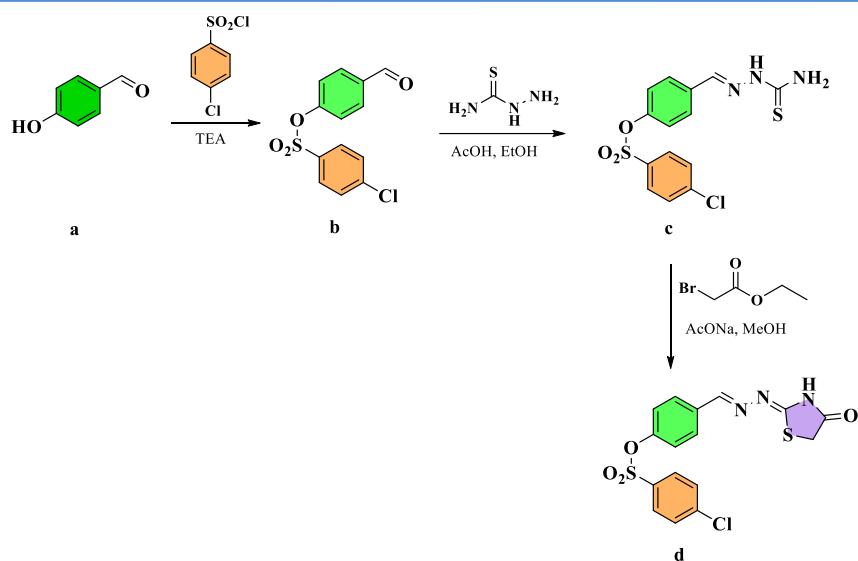


Figure 1. Synthesis of Compounds b-d

Analysis of the ^1H NMR spectrum of compound d showed the NH proton signal at δ 12.01 ppm and the imine proton signal at δ 8.40 ppm, both appearing as singlets. The methylene protons at the 5-position of the thiazolidin-4-one ring appeared as a singlet at δ 3.91 ppm (Figure 2) [16]. In the ^{13}C NMR spectrum, the characteristic methylene carbon of the ring resonated at δ 33.03 ppm (Figure 3) [16].

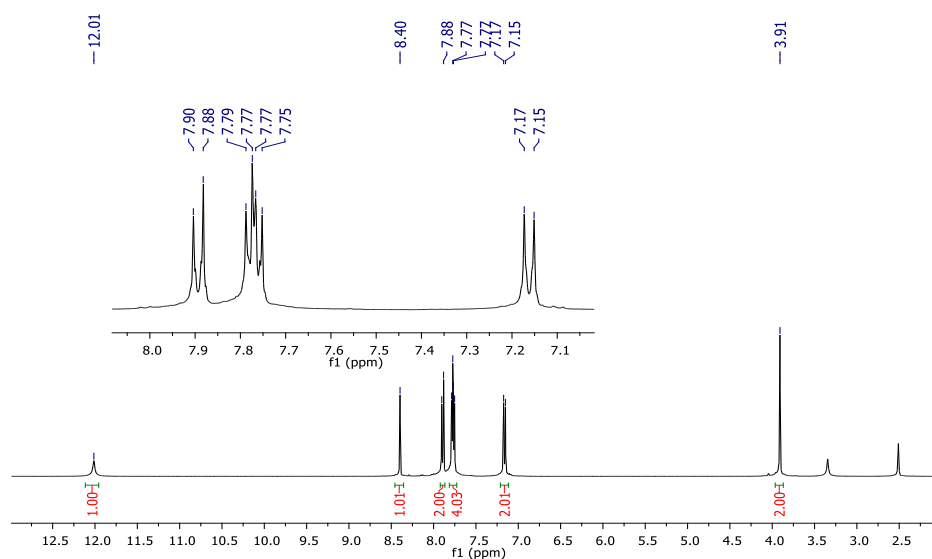


Figure 2. ^1H NMR Spectrum of Compound d

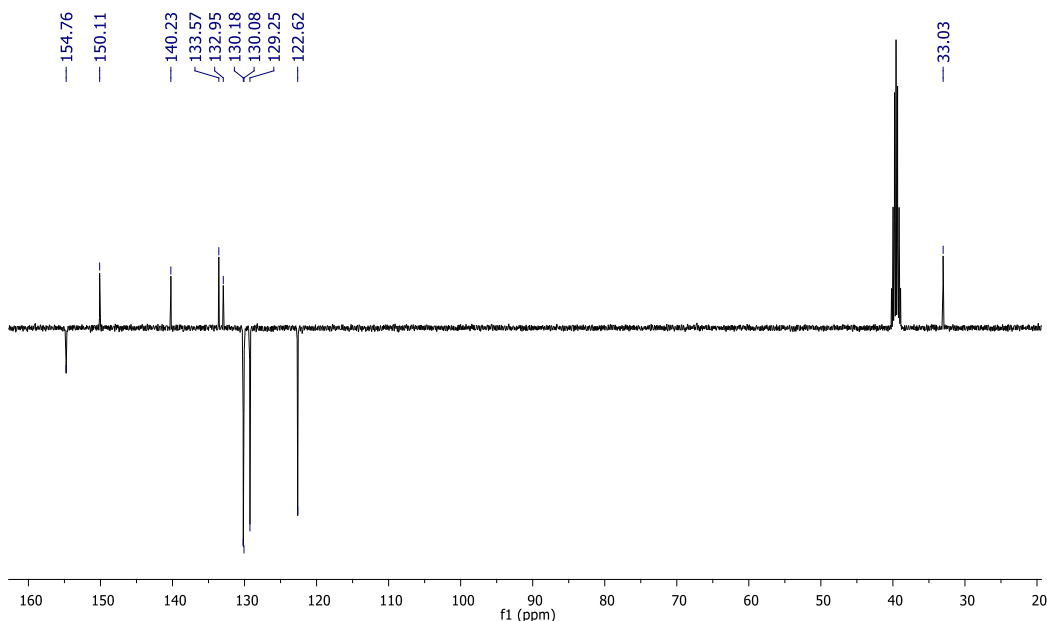


Figure 3. ^{13}C NMR Spectrum of Compound d

User Spectra

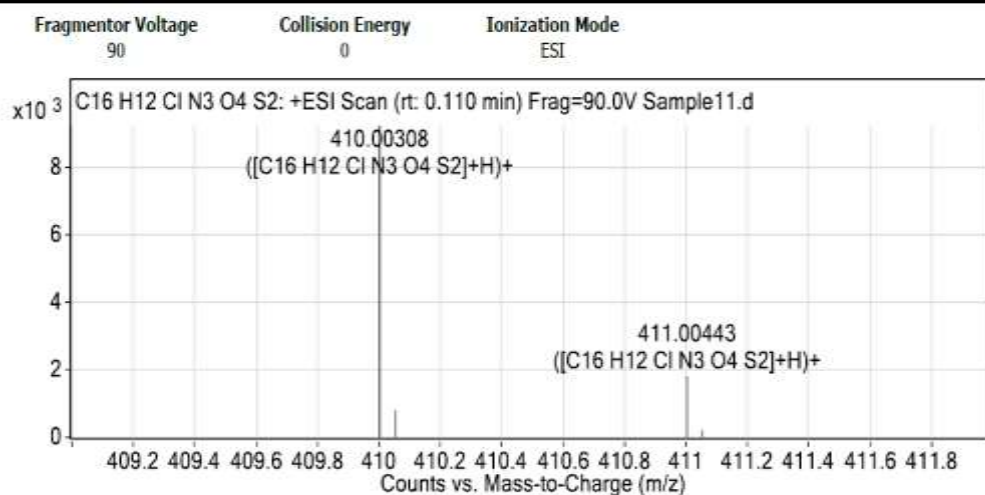


Figure 4. HRMS Spectrum of Compound d

In vitro α -Glu inhibition

The inhibitory effect of the target compound (d) on α -glucosidase (α -Glu) was investigated using an *in vitro* enzyme inhibition assay. Acarbose was used as the reference inhibitor, and the inhibitory potency of the compound was compared with that of acarbose based on IC_{50} values determined over a range of concentrations [17, 18]. The experimental data and calculated IC_{50} values are presented in Table 1.

Table 1. α -Glu Inhibition Profile of Compound d

Compounds	α -Glu	
	IC ₅₀ (nM)	R ²
d	22.74	0.980
Acarbose	68.85	0.973

According to the results presented in Table 1, compound d showed marked inhibitory activity against α -Glu, with an IC₅₀ value of 22.74 nM. Acarbose, used as the reference inhibitor, exhibited an IC₅₀ value of 68.85 nM, indicating that compound d was approximately threefold more potent under the experimental conditions.

The strong α -Glu inhibitory activity of compound d may be associated with the structural features arising from the combination of the thiazolidin-4-one and aryl sulfonate moieties. In particular, the oxygen atoms of the sulfonate group may provide potential interaction sites for hydrogen bonding with amino acid residues in the enzyme active site, while the 4-chlorophenyl group may contribute to hydrophobic interactions. Together with the thiazolidin-4-one core, these structural features may favor the interaction of compound d with the α -Glu active site and contribute to its inhibitory activity. However, further studies, including molecular docking and enzyme kinetic analyses, are required to clarify these possible interactions and determine their contribution to the observed activity. The present findings suggest that aryl sulfonate-containing thiazolidin-4-one derivatives may represent a noteworthy structural class for further investigation as α -Glu inhibitors.

Materials and Methods

Synthesis of Compound b-d

For the preparation of compound b, 4-hydroxybenzaldehyde (10 mmol) was dissolved in ethyl acetate (30 mL), followed by the addition of 4-chlorobenzenesulfonyl chloride (10 mmol). After cooling the mixture to 0-5 °C, triethylamine (12 mmol) was added dropwise. The reaction mixture was then refluxed for 3 h. Upon completion of the reaction, the mixture was filtered and ethyl acetate was removed under reduced pressure. The resulting crude product (b) was purified by recrystallization from ethanol [13].

For the synthesis of thiosemicarbazone derivative c, compound b (10 mmol) was dissolved in ethanol (20 mL), and thiosemicarbazide (10 mmol) was added. After the addition of 3-4 drops of acetic acid, the reaction mixture was refluxed for 2 h. The mixture was then cooled to room temperature, and the resulting solid was collected by filtration and allowed to dry in air [14].

For the synthesis of the target thiazolidin-4-one derivative d, compound c (10 mmol) was dissolved in methanol (30 mL). Ethyl bromoacetate (12 mmol) and sodium acetate (10 mmol) were added, and the reaction mixture was refluxed for 1 h. After completion of the reaction, the mixture was cooled to room temperature, and the precipitated product was collected by filtration. The final product (d) was purified by recrystallization from ethanol [15].

4-((E)-(((Z)-4-Oxothiazolidin-2-ylidene)hydrazinylidene)methyl)phenyl 4-chlorobenzenesulfonate (d) [19]: White solid; yield: 96%; mp: 242-244 °C. FTIR (cm⁻¹): ν_{max} 3193, 3084, 1712, 1626, 1587, 1366, 1146, 854, 562. ¹H NMR (400 MHz, DMSO) δ 12.01 (s, ¹H), 8.40 (s, ¹H), 7.89 (d, *J* = 8.7 Hz, ²H), 7.77 (dd, *J* = 8.7, 5.7 Hz, ⁴H), 7.16 (d, *J* = 8.7 Hz, ²H), 3.91 (s, ²H). ¹³C NMR (101 MHz, DMSO) δ 154.8, 150.1, 140.2, 133.6, 132.9, 130.2, 130.1, 129.3, 122.6, 33.0. HRMS (Q-TOF) *m/z* calcd for C₁₆H₁₂ClN₃O₄S₂ [M+H]⁺: 410.0036; found: 410.0031.

Determination of α -Glu Inhibitory Activity

The α -glucosidase (α -Glu) inhibitory activity of compound d was investigated using the spectrophotometric method described by Tao et al. [20]. α -Glucosidase derived from *Saccharomyces cerevisiae* was used as the enzyme source, and *p*-nitrophenyl- α -D-glucopyranoside (*p*-NPG) was employed as the substrate. The *p*-NPG

solution was prepared at a concentration of 5 mM in phosphate buffer (pH 7.4). For the activity assay, reaction mixtures containing 75 μ L of phosphate buffer, 20 μ L of α -Glu solution (0.15 U/mL), and the test compound at different concentrations were prepared. After incubation at 40 °C for 30 min, the absorbance of *p*-nitrophenol formed during the enzymatic reaction was measured spectrophotometrically at 405 nm. Inhibition percentages were calculated relative to the control reaction, and the IC₅₀ value of the compound was determined from the corresponding dose–response curve. Acarbose was used as the reference α -Glu inhibitor for comparison [21].

Generative AI statement: Our research team utilized AI-assisted tools solely for language enhancement and readability improvement during the manuscript preparation process.

Funding: Not applicable.

Competing interests: The authors declare no competing interests.

REFERENCES

- [1] Wang, L., Luo, W., Zhao, Y., Guo, X., Bai, X., Guo, L., & Zhu, N. (2023). Synthesis and Evaluation of Phenyltriazole-Deoxynojirimycin Hybrids as Potent α -Glucosidase Inhibitors. *Molecules*, 29(21), 5062. <https://doi.org/10.3390/molecules29215062>
- [2] Mitra, J., Sajeevan, A., Sujith, S., Paramasivam, S., Shanmugam, K., & Solomon, A. P. (2026). α -Glucosidase-driven metabolism as a potential therapeutic vulnerability in *Candida albicans*. *Frontiers in Microbiology*, 17, 1812644. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2026.1812644>
- [3] Khan, S., Iqbal, T., Khan, M. B., Hussain, R., Islam, M. S., & Alzahrani, E. (2025). Novel oxazole based oxadiazole conjugates: Synthesis, DFT study and in silico confirmation as potent anti-diabetic agents. *Computational Biology and Chemistry*, 119, 108537. <https://doi.org/10.1016/j.compbiolchem.2025.108537>
- [4] Alssema, M., Ruijgrok, C., Blaak, E. E., Egli, L., Dussort, P., Vinoy, S., Dekker, J. M., & Robertson, M. D. (2021). Effects of alpha-glucosidase-inhibiting drugs on acute postprandial glucose and insulin responses: A systematic review and meta-analysis. *Nutrition & Diabetes*, 11, 11. <https://doi.org/10.1038/s41387-021-00152-5>
- [5] Li, M., Sun, J., Liang, B., Min, X., Hu, J., Wu, R., & Xu, X. (2024). Thiazolidine-2,4-dione derivatives as potential α -glucosidase inhibitors: Synthesis, inhibitory activity, binding interaction and hypoglycemic activity. *Bioorganic Chemistry*, 144, 107177. <https://doi.org/10.1016/j.bioorg.2024.107177>
- [6] Han, X., Wang, P., Zhang, J., Lv, Y., Zhao, Z., Zhang, F., Shang, M., Liu, G., Wang, X., Cai, S., & Xu, F. (2025). α -Glucosidase Inhibition Mechanism and Anti-Hyperglycemic Effects of Flavonoids from *Astragali Radix* and Their Mixture Effects. *Pharmaceuticals*, 18(5), 744. <https://doi.org/10.3390/ph18050744>
- [7] Tokalı, F. S., Demir, Y., Ateşoğlu, Ş., Tokalı, P., & Şenol, H. (2025). Development of phenolic Mannich bases as α -glucosidase and aldose reductase inhibitors: In vitro and in silico approaches for managing diabetes mellitus and its complications. *Bioorganic & Medicinal Chemistry*, 128, 118264. <https://doi.org/10.1016/j.bmc.2025.118264>
- [8] Tokalı, F. S., Demir, Y., Tokalı, P., Ateşoğlu, Ş., & Şenol, H. (2025). New Quinazolin-4(3H)-One-Thiazolidine-2,4-Dione Hybrids as Dual Inhibitors of α -Glycosidase and Aldose Reductase: The Synthetic, In Vitro, and In Silico Approaches. *Journal of Biochemical and Molecular Toxicology*, 39(8), e70412. <https://doi.org/10.1002/jbt.70412>
- [9] Aqlan, F. M., Al-Bogami, A. S., Alqahtani, N. F., Wani, M. Y., & Khan, S. A. (2022). Thiazolidinone: A structural motif of great synthetic and biological importance. *Journal of Molecular Structure*, 1250, 131771. <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2021.131771>
- [10] Anbar, H. S., El-Gamal, R., Ullah, S., Zareai, S., Al-Rashida, M., Zaib, S., Pelletier, J., Sévigny, J., Iqbal, J., & El-Gamal, M. I. (2020). Evaluation of sulfonate and sulfamate derivatives possessing benzofuran or benzothiophene nucleus as inhibitors of nucleotide pyrophosphatases/phosphodiesterases and anticancer agents. *Bioorganic Chemistry*, 104, 104305. <https://doi.org/10.1016/j.bioorg.2020.104305>
- [11] Mehta, M., & Mahapatra, M. K. (2021). Synthesis and anti-hyperglycaemic study of aryl sulfonate ester conjugated 5-arylidene-thiazolidine-2,4-diones. *Indian Journal of Pharmaceutical Education and Research*, 55(3), 894–903. <https://doi.org/10.5530/ijper.55.3.164>
- [12] Yao, H., Guo, Q., Wang, M., Wang, R., & Xu, Z. (2021). Discovery of pyrazole N-aryl sulfonate: A novel and highly potent cyclooxygenase-2 (COX-2) selective inhibitors. *Bioorganic & Medicinal Chemistry*, 46, 116344. <https://doi.org/10.1016/j.bmc.2021.116344>

- [13] Tokalı, F. S., Demir, Y., Demircioğlu, İ. H., Türkeş, C., Kalay, E., Şendil, K., & Beydemir, Ş. (2022). Synthesis, biological evaluation, and in silico study of novel library sulfonates containing quinazolin-4(3H)-one derivatives as potential aldose reductase inhibitors. *Drug Development Research*, 83(3), 586-604. <https://doi.org/10.1002/ddr.21887>
- [14] Zareen, W., Ahmed, N., Siddique, F., Taslimi, P., Khan, M. A., Islam, T., Ismail, M. A., Al-Rashida, M., Zaki, M. E., Gomha, S. M., Alharthy, R. D., & Shafiq, Z. (2026). Synthesis and biological evaluation of 6-hydroxychromone based thiosemicarbazones as potential antidiabetic and antioxidant agents. *Scientific Reports*, 16(1), 7512. <https://doi.org/10.1038/s41598-026-40449-y>
- [15] Tokalı, F. S., Şenol, H., Katmerlikaya, T. G., Dağ, A., & Şendil, K. (2023). Novel thiosemicarbazone and thiazolidin-4-one derivatives containing vanillin core: Synthesis, characterization, and anticancer activity studies. *Journal of Heterocyclic Chemistry*, 60(4), 645-656. <https://doi.org/10.1002/jhet.4619>
- [16] Demir, Y., Şenol, H., Uluçay, O., Ateşoğlu, Ş., & Tokalı, F. S. (2026). Morpholine-modified thiosemicarbazones and thiazolidin-4-ones against Alzheimer's key enzymes: From synthesis to inhibition. *Computational Biology and Chemistry*, 120, 108683. <https://doi.org/10.1016/j.compbiolchem.2025.108683>
- [17] Akdağ, M., Demir, Y., Susam, T. T., Kurban, B., Beydemir, Ş., & Özçelik, A. B. (2026). Novel pyridazinone-based N-phenylacetamides as α -glucosidase-selective and dual α -glucosidase/aldose reductase inhibitors: Synthesis, SAR analysis, and cytotoxicity evaluation. *Bioorganic Chemistry*, 179, 110061. <https://doi.org/10.1016/j.bioorg.2026.110061>
- [18] Kesebir, A. Ö., Demir, Y., Sağlamtaş, R., & Öztekin, A. (2026). Evaluation of 2-Aminothiazoles as α -Glucosidase Inhibitors: DFT, Molecular Docking, and Antioxidant Studies. *Biotechnology and Applied Biochemistry*, 73(2), 645-654. <https://doi.org/10.1002/bab.70054>
- [19] Tokalı, F. S., Taşlımı, P., Tüzün, B., Karakuş, A., Sadeghian, N., & Gülçin, İ. (2023). Synthesis of new carboxylates and sulfonates containing thiazolidin-4-one ring and evaluation of inhibitory properties against some metabolic enzymes. *Journal of the Iranian Chemical Society*, 20(10), 2631–2642. <https://doi.org/10.1007/s13738-023-02861-3>
- [20] Tao, Y., Zhang, Y., Cheng, Y., & Wang, Y. (2013). Rapid screening and identification of α -glucosidase inhibitors from mulberry leaves using enzyme-immobilized magnetic beads coupled with HPLC/MS and NMR. *Biomedical Chromatography*, 27(2), 148-155. <https://doi.org/10.1002/bmc.2761>
- [21] Aslan, O. N., Kalın, Ş. N., Kalay, E., Türkeş, C., & Demir, Y. (2026). Design, synthesis, in vitro and in silico evaluation of thiazole-hydrazine hybrids incorporating an isoindole-1,3-dione scaffold as potent α -glucosidase inhibitors. *Bioorganic Chemistry*, 174, 109767. <https://doi.org/10.1016/j.bioorg.2026.109767>

GELİŞTİRİLMİŞ UV FOTODEDEKSİYONU İÇİN Sb_2S_3 İNCE FİLMLERDE HİDROTERMAL BÜYÜME SÜRESİ MÜHENDİSLİĞİ

Dr. Öğretim Üyesi Fulya TURKOGLU 1

1 Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, İskenderun Teknik Üniversitesi, 31200 İskenderun, Hatay/TÜRKİYE, fulya.koseoglu@iste.edu.tr, ORCID: 0000-0003-0378-8975

Özet

Sb_2S_3 uygun bant aralığı, yüksek optik soğurma katsayısı, doğada bol bulunan bileşenleri, nispeten düşük toksisitesi ve düşük maliyetli çözelti tabanlı üretim yöntemleriyle uyumluluğu nedeniyle fotodedektör uygulamaları için umut vadeden bir soğurucu malzemedir. Anizotropik kristal yapısı, ince filmin yönelimi ve morfolojisi aracılığıyla yük taşıma özelliklerinin ayarlanabilmesine imkân vermektedir. Bu çalışmada, hidrotermal biriktirme süresinin Sb_2S_3 ince filmlerinin yapısal, morfolojik, optik ve ultraviyole fotodedektör özellikleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Filmler, 60 mL deiyonize su içerisinde 30 mM antimon potasyum tartarat ve 150 mM sodyum tiyosülfat pentahidrat kullanılarak SLG/ITO altlıklar üzerine 135 °C’de 3, 5 ve 7 saat süreyle biriktirilmiştir. Biriktirilen filmler daha sonra Ar akışı altında 300 °C’de 10 dakika tavlansmıştır. S/Sb atomik oranı, 3 saatlik film için 1,45 iken 5 ve 7 saatlik filmler için sırasıyla 1,47 ve 1,48’e yükselmiştir. İdeal stokiometrik oran olan 1,50’ye doğru gerçekleşen bu yaklaşım, biriktirme süresinin artmasıyla kükürt eksikliğinin azaldığını düşündürmektedir. Film kalınlığı, yüzey kaplanması ve tane bağlantısı da biriktirme süresiyle artmış; tavlanan 7 saatlik film en homojen ve iyi bağlantılı morfolojiyi sergilemiştir. X-ışını kırınımı analizi, belirgin bir ikincil faz oluşumu olmaksızın ortorombik Sb_2S_3 yapısını doğrulamıştır. En güçlü kırınım pikleri ve belirgin (120) tercihli yönelim 7 saatlik filmde gözlenmiştir. Bu yönelim, düzlemsel fotodedektör mimarilerinde düzlem içi taşıyıcı iletimini destekleyebilir. Beş ve 7 saatlik filmlerin optik bant aralıkları sırasıyla 1,692 ve 1,683 eV olarak belirlenmiştir. 365 nm aydınlatma ve 2 V gerilim altında, duyarlılık 1,77’den 8,49 mA W^{-1} ’e, özgül algılama yeteneği ise $1,77 \times 10^9$ ’dan $3,81 \times 10^{10}$ Jones’a yükselmiştir. Sonuç olarak, 7 saatlik biriktirme süresi en uygun yapısal, morfolojik ve UV fotodedektör performansını sağlamıştır.

Anahtar Kelimeler: Sb_2S_3 ince film, hidrotermal biriktirme, biriktirme süresi, düzlemsel fotodedektör, UV algılama, duyarlılık, özgül algılama yeteneği

HYDROTHERMAL GROWTH-TIME ENGINEERING OF Sb_2S_3 THIN FILMS FOR ENHANCED UV PHOTODETECTION

Assist. Prof. Fulya TURKOGLU 1

1 Department of Metallurgical and Materials Engineering, Iskenderun Technical University, 31200, Iskenderun, Hatay/TÜRKİYE, fulya.koseoglu@iste.edu.tr, ORCID: 0000-0003-0378-8975

Abstract

Sb_2S_3 is a promising absorber for photodetector applications because of its suitable band gap, high optical absorption coefficient, earth-abundant constituents, relatively low toxicity, and compatibility with low-cost solution-based fabrication. Its anisotropic crystal structure enables charge transport to be tailored through film orientation and morphology. In this study, the effects of hydrothermal deposition duration on the structural, morphological, optical, and ultraviolet photodetector properties of Sb_2S_3 thin films were investigated. The films were deposited on SLG/ITO substrates at 135 °C for 3, 5, and 7 h using 30 mM antimony potassium tartrate and 150 mM sodium thiosulfate pentahydrate in 60 mL of deionized water. The deposited films were subsequently annealed at 300 °C for 10 min under Ar flow. The S/Sb atomic ratio increased from 1.45 for the 3 h film to 1.47 and 1.48 for the 5 and 7 h films, respectively. This approach toward the ideal stoichiometric ratio of 1.50 suggests reduced sulfur deficiency with increasing deposition duration. Film thickness, surface coverage, and grain connectivity also increased with deposition duration, and the annealed 7 h film exhibited the most uniform and well-connected morphology. X-ray diffraction confirmed orthorhombic Sb_2S_3 without an evident secondary phase. The 7 h film showed the strongest diffraction peaks and pronounced (120) preferred orientation, which may promote in-plane carrier transport in planar photodetector architectures. The optical band gaps of the 5 and 7 h films were 1.692 and 1.683 eV, respectively. Under 365 nm illumination at 2 V, responsivity increased from 1.77 to 8.49 mA W^{-1} , while specific detectivity increased from 1.77×10^9 to 3.81×10^{10} Jones. Overall, the 7 h deposition duration provided the most favorable structural, morphological, and UV photodetector performance.

Key Words: Sb_2S_3 thin film, hydrothermal deposition, deposition duration, planar photodetector, UV detection, responsivity, specific detectivity

**DAHA ELEKTRİKLİ UÇAK GÜÇ SİSTEMLERİ İÇİN 28 V–270 V TRIPLE BOOST
DÖNÜŞTÜRÜCÜNÜN TASARIMI VE SİMÜLASYONU****Dr. Öğr. Üyesi, Eralp ŞENER****Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Güç Elektroniği, eralp.sener@bilecik.edu.tr, 0000-0003-4876-6964****Özet**

Bu çalışmada, daha elektrikli uçak (More Electric Aircraft, MEA) güç sistemlerinde düşük gerilimli DC baradan yüksek gerilimli DC baraya enerji aktarımı amacıyla kullanılabilecek yüksek kazançlı bir Triple Boost DC–DC dönüştürücü yapısı incelenmiştir. Önerilen dönüştürücü, tek aktif anahtar ile yüksek gerilim dönüşüm oranı sağlayabilmesi sayesinde çok kademeli klasik boost yapılarında ortaya çıkan anahtarlama ve kontrol karmaşıklığının azaltılmasını hedeflemektedir. Dönüştürücünün giriş gerilimi 28 V ve hedef çıkış gerilimi 270 V olarak belirlenmiştir. İdeal gerilim dönüşüm oranı ($G=3/(1-D)$) kullanılarak nominal çalışma noktası için görev oranı yaklaşık %68.9 olarak hesaplanmıştır. Dönüştürücü modeli PLECS ortamında oluşturulmuş ve 270 V DC çıkış barası üzerinde 18.225 Ω direnç yük kullanılmıştır. Bu çalışma koşullarında çıkış gücü 4 kW olarak elde edilmektedir. Triple Boost yapısında diyot-kapasitör gerilim yükseltme hücreleri kullanılarak yüksek dönüşüm oranının tek anahtarlama kademesinde gerçekleştirilmesi amaçlanmıştır. Böylece özellikle 28 V DC yardımcı güç barasının ± 270 V veya 270 V seviyesindeki yüksek gerilimli uçak dağıtım sistemleriyle arayüzlenmesi için kompakt bir güç elektroniği çözümü oluşturulmaktadır. Simülasyon çalışmaları, dönüştürücünün nominal çalışma noktasında 28 V giriş gerilimini 270 V seviyesine yükseltebildiğini ve 4 kW yükü besleyebildiğini göstermektedir. Elde edilen sonuçlar, Triple Boost topolojisinin MEA uygulamalarında yüksek gerilim kazancı gerektiren DC–DC güç dönüşüm kademeleri için uygulanabilir bir alternatif olduğunu ortaya koymaktadır. Gelecek çalışmalarda dönüştürücünün kapalı çevrim kontrolü, anahtarlama ve iletim kayıpları, gerilim-akım zorlanmaları, verim ve farklı uçak yük profilleri altındaki dinamik performansı ayrıntılı olarak değerlendirilecektir.

Anahtar Kelimeler: Güç Elektroniği, Boost Konvertör, PLECS, MEA

**DESIGN AND SIMULATION OF A 28 V–270 V TRIPLE BOOST CONVERTER FOR MORE
ELECTRIC AIRCRAFT POWER SYSTEMS****Assisant Professor, Eralp ŞENER****Bilecik Seyh Edebali University, Power Electronics, eralp.sener@bilecik.edu.tr, 0000-0003-4876-6964****Abstract**

This study investigates a high-gain Triple Boost DC–DC converter intended for power conversion applications in More Electric Aircraft (MEA) electrical systems. The proposed converter is considered for interfacing a low-voltage 28 V DC source with a 270 V high-voltage DC bus while maintaining a simple single-switch structure. Compared with conventional multistage boost conversion approaches, the topology aims to provide a high voltage conversion ratio with reduced switching and control complexity. The converter is modeled and simulated in PLECS. The input voltage is set to 28 V, while the output voltage is regulated around 270 V. According to the ideal voltage conversion ratio, ($G=3/(1-D)$), the nominal duty ratio required for the specified operating point is approximately 68.9%. An 18.225 Ω resistive load is connected to the output, corresponding to an output power of approximately 4 kW at 270 V. The Triple Boost topology employs diode-capacitor voltage-lift cells to achieve a high step-up ratio within a single conversion stage. Simulation results show that the converter is capable of increasing the 28 V input voltage to the targeted 270 V DC level and supplying the rated load under nominal operating conditions. These results indicate that the Triple Boost converter can be considered a promising candidate for high step-up DC–DC conversion stages in MEA power distribution architectures. Future work will focus on closed-loop control, semiconductor voltage and current stresses, switching and conduction losses, efficiency evaluation, and dynamic performance under representative aircraft load profiles.

Keywords: Power Electronics, Boost Converter, PLECS, MEA

INTRODUCTION

The increasing electrification of aircraft systems has accelerated the transition from conventional hydraulic, pneumatic, and mechanical subsystems toward electrically driven alternatives. This technological evolution, commonly referred to as the More Electric Aircraft (MEA) concept, aims to improve overall energy efficiency, reliability, maintainability, and power density while reducing aircraft weight and fuel consumption. As onboard electrical power demand continues to increase, conventional low-voltage distribution architectures become progressively less attractive because higher currents lead to increased conduction losses, larger cable cross-sections, and additional weight. Consequently, high-voltage DC (HVDC) distribution architectures have attracted considerable attention in modern aircraft electrical power systems (Ojeda-Rodríguez et al., 2020).

Aircraft electrical power systems commonly incorporate several voltage levels to accommodate loads with different power and operational requirements. In this context, 28 VDC has historically been employed for low-voltage avionics and auxiliary systems, while 270 VDC has been introduced for higher-power electrical loads. These voltage levels are also explicitly addressed in the MIL-STD-704 family of aircraft electrical power standards. MIL-STD-704 specifies the characteristics of electric power supplied to aircraft utilization equipment, while MIL-HDBK-704-7 provides guidance for demonstrating the compatibility of 270 VDC utilization equipment with the electrical power characteristics defined by the applicable MIL-STD-704 requirements (U.S. Department of Defense, 2026; U.S. Department of Defense, 2023). Earlier revisions of MIL-STD-704 explicitly identified nominal 28 VDC and 270 VDC systems and defined their normal and abnormal operating characteristics, confirming the long-standing relevance of these voltage levels in military aircraft electrical architectures.

The coexistence of low- and high-voltage DC buses creates an important requirement for compact, efficient, and reliable DC–DC power converters. In particular, interfacing a 28 V source with a 270 V DC distribution bus requires a voltage conversion ratio of approximately 9.64. Clements and Jones (2018) investigated DC–DC converter design for 270 VDC MEA applications and emphasized that aerospace converter design is strongly influenced not only by electrical performance but also by reliability, environmental constraints, component derating, and power-density requirements. Similarly, multi-port and bidirectional DC–DC converter structures have been investigated to interconnect high-voltage buses, low-voltage auxiliary networks, batteries, and energy-storage elements within MEA electrical power distribution systems (Buticchi et al., 2019; Ojeda-Rodríguez et al., 2020).

Achieving such a high step-up ratio using a conventional boost converter generally requires operation at a high duty cycle. This operating condition may increase semiconductor current stress, conduction losses, diode reverse-recovery effects, and sensitivity to parasitic resistances, thereby limiting the practically achievable voltage gain and efficiency. For this reason, a wide range of high-gain DC–DC topologies has been proposed using voltage-lift, switched-capacitor, switched-inductor, coupled-inductor, interleaved, and multistage techniques. Among these approaches, voltage-lift and super-lift converter families are particularly attractive because high conversion ratios can be achieved without necessarily introducing a high-frequency isolation transformer. Luo and Ye (2014) demonstrated the progressive enhancement of voltage gain through super-lift conversion techniques, whereas Jiao et al. (2011) showed that voltage-lift-type switched-inductor cells can significantly enhance the boost capability of DC–DC converters.

For aircraft applications, however, voltage gain alone is insufficient as a design criterion. Converter topology must also be evaluated in terms of semiconductor voltage and current stresses, input-current ripple, electromagnetic compatibility, power density, thermal performance, efficiency, fault tolerance, and dynamic response. Environmental and electrical qualification requirements are also particularly important for airborne power electronic equipment. RTCA DO-160 defines standardized environmental test procedures for airborne equipment, including power-input, vibration, temperature, electromagnetic susceptibility, and related

environmental conditions (RTCA, 2010). The currently published RTCA information identifies DO-160G as the applicable published revision, while Revision H remains under development during 2026. Therefore, the eventual realization of an aircraft-oriented DC–DC converter must consider not only nominal electrical performance but also compatibility with aircraft power-quality and environmental requirements defined by standards such as MIL-STD-704 and RTCA DO-160.

In this study, a single-switch high-gain Triple Boost DC–DC converter is investigated for interfacing a 28 V DC source with a 270 V DC bus in an MEA power system. The investigated topology employs diode-capacitor voltage-boosting cells to obtain a high conversion ratio while maintaining a relatively simple power stage. A nominal output power of 4 kW is considered, corresponding to a 270 V output voltage and an 18.225 Ω resistive load. The required ideal duty ratio is approximately 68.9%. The converter is modeled and simulated in PLECS, and its operating principle, voltage conversion characteristics, component behavior, and steady-state performance are evaluated. The main objective is to assess the feasibility of the Triple Boost topology as a high-step-up DC–DC conversion stage for future MEA electrical power distribution architectures, with subsequent work addressing closed-loop control, losses, efficiency, semiconductor stresses, dynamic loading, and compliance-oriented operating conditions.

1. LITERATURE REVIEW

The increasing use of high-voltage DC distribution in More Electric Aircraft (MEA) has intensified the need for efficient DC–DC power converters capable of interfacing different onboard voltage levels. In proposed aircraft electrical architectures, high-voltage DC buses such as 270 VDC or ± 270 VDC are commonly considered for high-power loads, whereas lower-voltage buses such as 28 VDC are retained for auxiliary systems, avionics, control electronics, and energy-storage interfaces. Therefore, DC–DC converters used in aircraft must simultaneously satisfy demanding requirements regarding conversion ratio, power density, efficiency, reliability, and mass (Ojeda-Rodríguez et al., 2020).

A considerable part of the existing MEA literature has focused on bidirectional and isolated conversion between high- and low-voltage DC networks. Ojeda-Rodríguez et al. (2020) reviewed bidirectional DC–DC topologies for hybrid and all-electric aircraft and identified isolated structures, particularly the Dual Active Bridge (DAB), as promising candidates because of their galvanic isolation, bidirectional power-flow capability, and suitability for high-frequency operation. Nevertheless, the large voltage difference between aircraft HVDC and LVDC buses results in challenging transformer ratios, high currents on the low-voltage side, and stringent efficiency and power-density requirements. To reduce some of these limitations, Tahir et al. (2022) investigated a 270 V/90 V two-stage bidirectional architecture combining a three-phase interleaved buck–boost converter with a DAB converter. The interleaved stage was introduced to reduce current and voltage ripple and to decrease the effective conversion-ratio requirement imposed on the isolated stage. Although this approach improves current sharing and ripple performance, the use of multiple converter stages, active switches, gate-drive circuits, and control loops results in greater structural and control complexity compared with single-stage high-gain solutions.

Multi-port converters have also been proposed to address the increasing number of electrical sources and loads in MEA architectures. Buticchi et al. (2019) investigated a Quadruple Active Bridge-based multi-port DC–DC converter intended for aircraft electrical power distribution. The proposed system provides galvanic isolation between sources and enables flexible power sharing among multiple buses and loads. Simulation and laboratory results demonstrated the feasibility of such multi-port power management. However, the magnetic integration, multiple active bridges, and associated modulation requirements make this class of converter more complex than single-switch non-isolated high-gain topologies when unidirectional conversion alone is required.

Another research direction has concentrated on resonant conversion to improve efficiency and power density. Bhattacharya et al. (2022) developed and experimentally demonstrated a 540 V/28 V SiC-based resonant DC–

DC converter for auxiliary power supplies in MEA systems. Their study emphasized high efficiency, high power density, fault tolerance, and reduced weight as essential design targets for aircraft converters. The use of SiC devices and resonant operation offers significant advantages at high switching frequencies, although the resulting converter is intended primarily for high-voltage-to-low-voltage conversion and relies on galvanic isolation and resonant magnetic components (Bhattacharya et al., 2022). Wide conversion range and fault tolerance have also received considerable attention because of the stringent reliability requirements of aerospace systems. Zhu et al. (2023) proposed a fault-tolerant wide-voltage-gain DC–DC converter consisting of a basic Cuk converter and expandable conversion units. The topology provides low input-current ripple, automatic current sharing, relatively low semiconductor voltage stress, and continued operation under selected converter faults. An 800 W experimental prototype was used to verify the proposed concept. Despite these advantages, the use of expandable cells increases the passive-component count and circuit complexity when compared with simpler voltage-lift structures (Zhu et al., 2023).

Aircraft DC–DC converter design must also account for transient bus behavior rather than considering only nominal steady-state operation. Rigogiannis et al. (2020) proposed a bidirectional DC–DC converter combined with a supercapacitor bank to mitigate voltage sags and swells in aircraft DC distribution networks. Their simulation and experimental results showed that energy-storage-assisted DC–DC conversion can significantly improve DC-bus power quality during rapid load variations. This work highlights the importance of dynamic response and bus-voltage regulation in addition to steady-state efficiency and voltage gain when evaluating converters for MEA applications (Rigogiannis et al., 2020).

Two-stage bidirectional architectures have similarly been investigated to obtain both a wide voltage-regulation range and soft-switching characteristics. Liu and Wu (2023) proposed a system composed of a four-switch buck–boost converter and an isolated CLLC resonant converter. The first stage regulates the intermediate voltage using duty-cycle control, while the resonant stage provides isolated bidirectional power transfer and soft switching. The topology offers flexible voltage regulation and is suitable for multi-voltage-level aircraft systems, but these advantages are obtained at the expense of increased switch count, control complexity, and the requirement for an additional intermediate conversion stage (Liu & Wu, 2023).

In parallel with aircraft-specific converter research, a substantial body of work has focused on non-isolated high-gain DC–DC converters. Voltage-lift techniques provide a means of obtaining large voltage conversion ratios without requiring a high-frequency transformer. Luo and Ye (2014) developed a family of super-lift boost converters in which the voltage transfer gain increases progressively through additional voltage-lift stages. Their work demonstrated that high voltage gain can be achieved using relatively simple diode-capacitor networks while maintaining a single active switch in several converter configurations. These characteristics make voltage-lift-derived topologies particularly attractive when circuit simplicity and high step-up capability are prioritized.

The voltage-gain capability of transformerless converters can be further increased through switched-inductor and voltage-lift cells. Jiao et al. (2011) proposed voltage-lift-type switched-inductor cells that can be integrated into conventional DC–DC converters to enhance their boost capability. Their analysis showed that such cells can provide significantly higher voltage gains while retaining transformerless operation, making them suitable for applications in which conventional boost converters would otherwise require excessively high duty ratios (Jiao et al., 2011).

Overall, the literature indicates two principal approaches to high-ratio DC–DC conversion in aircraft power systems. The first relies predominantly on isolated, bidirectional, resonant, interleaved, or multi-port converters, which provide advantages such as galvanic isolation, bidirectional power flow, soft switching, and advanced energy management. These benefits are generally accompanied by a relatively large number of active semiconductor devices, magnetic components, and control variables. The second approach employs non-isolated voltage-lift or switched-cell structures to achieve high conversion ratios with fewer active switches. For

applications in which unidirectional 28 V-to-270 V conversion is required and galvanic isolation is not the primary design constraint, a single-switch voltage-lift topology may therefore provide a simpler alternative.

Accordingly, the present study investigates a Triple Boost DC–DC converter as a single-switch, non-isolated, high-step-up conversion stage for an MEA-oriented 28 V-to-270 V interface. In contrast to much of the aircraft converter literature, which predominantly addresses 270/540 V-to-28 V step-down conversion or bidirectional operation, the proposed study focuses on increasing a 28 V DC input to a 270 V DC bus at a nominal output power of 4 kW. The use of diode-capacitor voltage-lift cells enables the required high voltage gain without an isolation transformer, interleaved switching legs, or multiple independently controlled active switches. The resulting topology is therefore investigated as a potentially simpler high-gain conversion solution for aircraft DC power-distribution applications.

2. PROPOSED TRIPLE BOOST CONVERTER AND OPERATING PRINCIPLE

The proposed power stage is a non-isolated high-gain Triple Boost DC–DC converter intended to interface a 28 V DC source with a 270 V DC bus in a More Electric Aircraft (MEA) power system. The converter employs a single active switch, one input inductor, multiple diodes, and voltage-lift capacitors to obtain a high step-up conversion ratio without requiring a high-frequency transformer or multiple active switching legs.

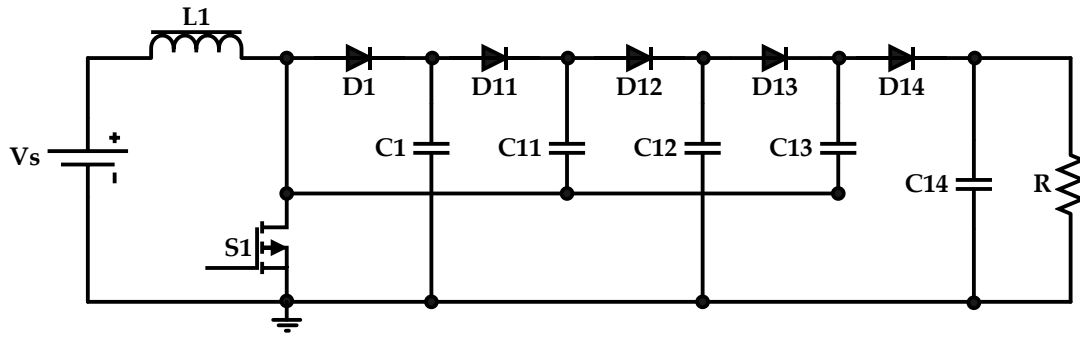


Figure 1. Proposed single-switch Triple Boost converter for 28 V/270 V MEA application.

As shown in Fig. 1, the converter consists of the input source, V_{in} , inductor L_1 , switch S , diodes, and the capacitor network C_1 , C_{11} , C_{12} , C_{13} and C_{14} . The voltage-lift structure enables the converter to achieve a higher voltage conversion ratio than a conventional boost converter operating at the same duty ratio.

The operating principle is analyzed under continuous conduction mode (CCM) and ideal component assumptions. One switching period is divided into two operating intervals: switch ON and switch OFF.

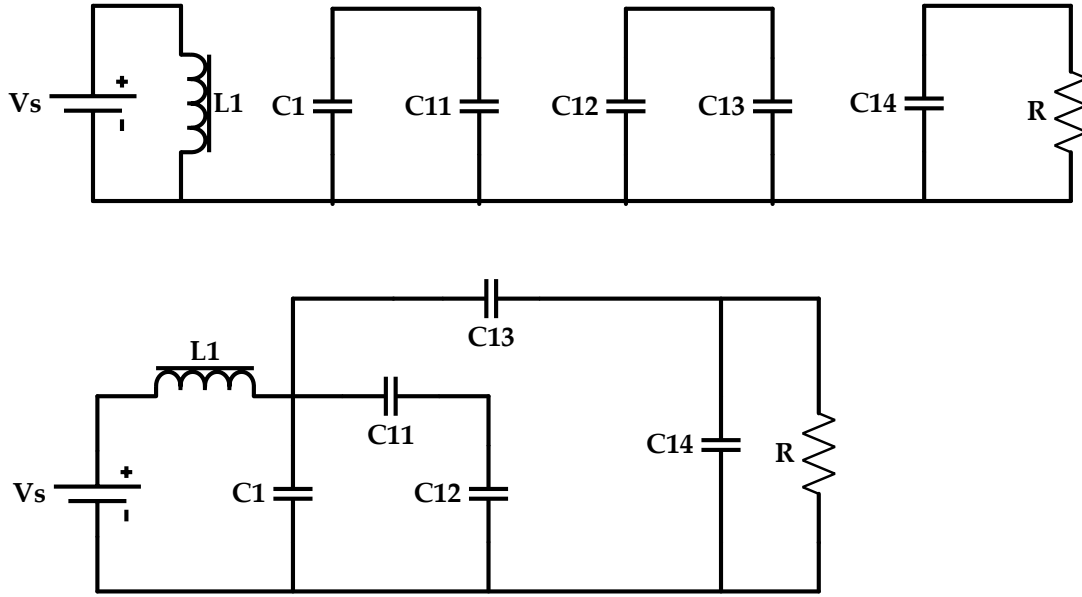


Figure 2. Equivalent circuits of the proposed Triple Boost converter during (top) switch ON and (bottom) switch OFF intervals.

3.1. Switch ON Interval

When switch SS is turned ON, the input source directly energizes the inductor L1. Therefore, the inductor voltage is

$$V_{L1} = V_{in} \quad (1)$$

and the inductor current increases linearly. The current variation during the ON interval can be expressed as

$$\Delta i_{L1,ON} = \frac{V_{in}}{L_1} DT \quad (2)$$

where D is the duty ratio and T is the switching period.

3.2. Switch OFF Interval

When switch S is turned OFF, the energy stored in the inductor is transferred to the capacitor network and the load through the diodes. During this interval, the inductor voltage is

$$V_{L1} = V_{in} - V_1 \quad (3)$$

and the corresponding inductor current variation is

$$\Delta i_{L1,OFF} = \frac{v_1 - V_{in}}{L_1} (1 - D)T \quad (4)$$

Under steady-state conditions, the volt-second balance of the inductor gives

$$V_{in}DT = (V_1 - V_{in})(1 - D)T \quad (5)$$

and therefore

$$V_1 = \frac{V_{in}}{1-D} \quad (6)$$

The capacitor voltages in the Triple Boost structure can be written as

$$V_{C1} = V_{C11} = V_1 \quad (7)$$

and

$$V_{C12} = V_{C13} = 2V_1 \quad (8)$$

The output voltage is obtained from the series contribution of C1 and C13:

$$V_O = V_{C1} + V_{C13} \quad (9)$$

Thus,

$$V_O = V_1 + 2V_1 = 3V_1 \quad (10)$$

and the ideal voltage conversion ratio becomes

$$\frac{V_O}{V_{in}} = \frac{3}{1-D} \quad (11)$$

For $V_{in}=28$ V and $V_O=270$ V,

$$D = 1 - \frac{3V_{in}}{V_O} \quad (12)$$

which gives

$$D = 1 - \frac{84}{270} = 0.6889 \quad (13)$$

Therefore, the nominal duty ratio is approximately

$$D = 68.9\% \quad (14)$$

The output load resistance is selected as 18.22 Ω . At 270 V, the corresponding output power is 4000W

3.3 Control Design

A closed-loop PI control scheme was employed to regulate the output voltage of the Triple Boost converter at 270 V. The measured output voltage was compared with the reference value, and the resulting error signal was processed by a proportional-integral controller. The PI controller is defined as

$$G_{PI}(s) = K_p + \frac{K_i}{s} \quad (15)$$

where the controller gains were selected as $K_p=0.1$ and $K_i=6$. Accordingly, the controller transfer function becomes

$$G_{PI}(s) = 0.1 + \frac{6}{s} \quad (16)$$

The controller output was compared with a triangular carrier waveform to generate the PWM signal applied to the main semiconductor switch. The switching frequency was selected as $f_s=20$ kHz. For controller-oriented analysis, the converter was represented using an averaged small-signal duty-to-output model. The general control-to-output transfer function can be expressed as

$$G_{vd}(s) = \frac{V_O(s)}{D(s)} \quad (17)$$

and

$$G_{vd}(s) = \frac{3V_{in}}{(1-D)^2} \frac{1 - \frac{9L}{R(1-D)^2}s}{1 + \frac{9L}{R(1-D)^2}s + \frac{9LC_{eq}}{(1-D)^2}s^2} \quad (18)$$

where L is the input inductance, R is the output resistance, D is the nominal duty ratio, and C_{eq} is the output-referred equivalent capacitance of the voltage-lift network. The equivalent capacitance is expressed as

$$C_{eq} = \frac{C_1 + C_{11} + 4C_{12} + 4C_{13} + 9C_{14}}{9} \quad (19)$$

For the investigated converter, $C_1 = C_{11} = C_{12} = C_{13} = 47 \mu\text{F}$, $C_{14} = 470 \mu\text{F}$, $L = 3 \text{ mH}$, $R = 18.225 \Omega$, $V_{in} = 28 \text{ V}$ and $D = 0.6889$. The resulting equivalent capacitance is $C_{eq} = 522.22 \mu\text{F}$. Substituting the converter parameters into the small-signal model gives the numerical duty-to-output transfer function as

$$G_{vd}(s) = \frac{13.284s + 867.86}{1.4568 \times 10^{-4}s^2 + 0.015306s + 1} \quad (20)$$

This transfer function represents the dynamic relationship between small variations in the duty ratio and the output voltage around the nominal operating point. The PI controller adjusts the duty ratio according to the output-voltage error and maintains the DC output voltage close to the desired 270 V level.

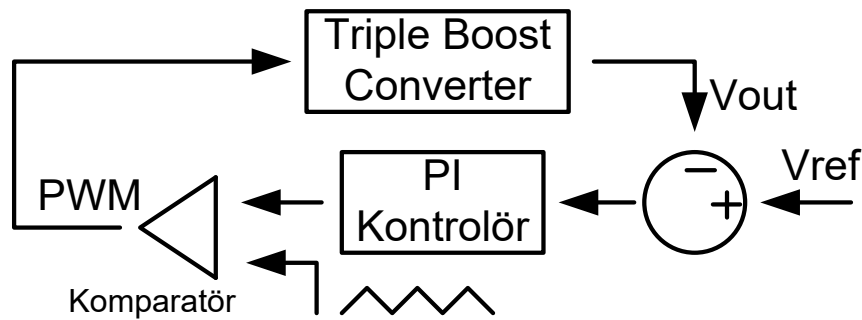


Figure 3. Closed-loop PI voltage-control structure of the proposed Triple Boost converter.

4. PLECS Simulation Model and Results

The proposed Triple Boost converter was modeled in PLECS to verify the theoretical analysis and evaluate its performance under the selected More Electric Aircraft operating conditions. The simulation model was constructed according to the converter topology described in the previous sections and includes the complete power stage, voltage-lift capacitor network, closed-loop PI controller, and PWM generation unit.

The converter was designed to increase a 28 V DC input to a regulated 270 V DC output. The rated output power was selected as 4 kW, corresponding to an output resistance of 18.225 Ω . The main semiconductor switch was operated at a switching frequency of 20 kHz. The output voltage was continuously measured and fed back to the PI controller, which adjusted the duty ratio in order to maintain the required DC-bus voltage.

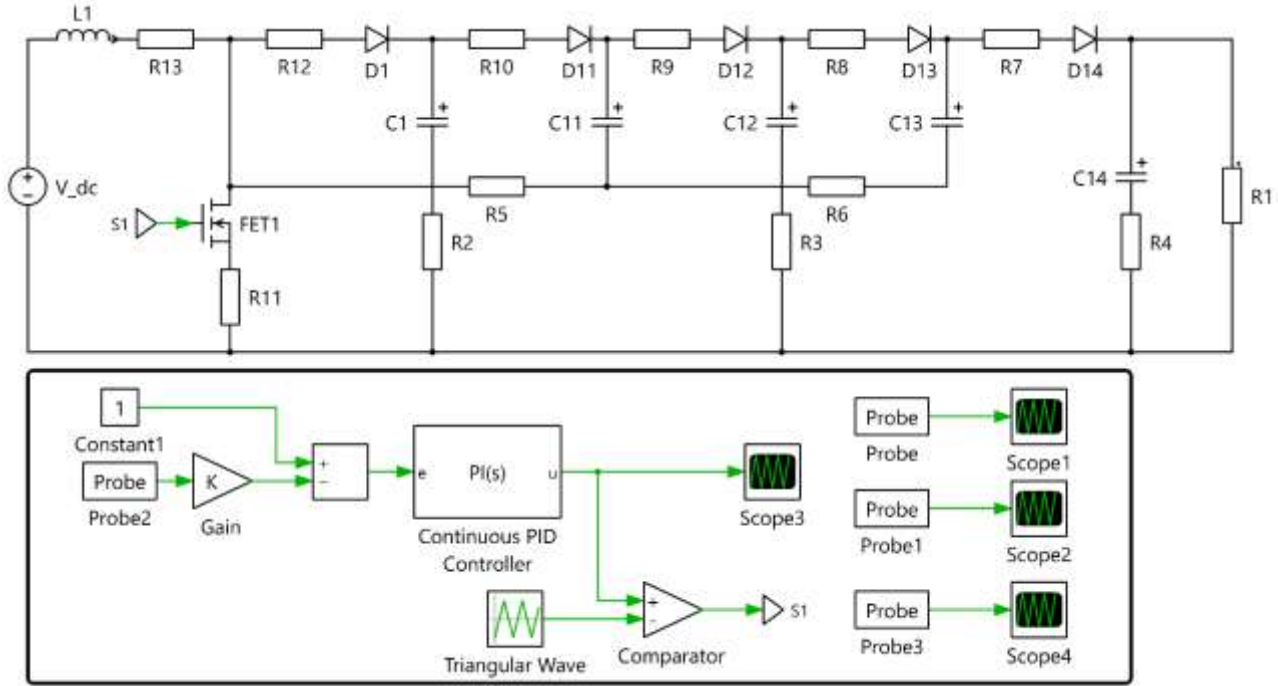


Figure 4. PLECS implementation of the proposed 28 V/270 V Triple Boost DC–DC converter with closed-loop voltage control.

At the rated operating point, the output current is 14.81 A. The corresponding output power is $P_o \approx 4$ kW. The ideal steady-state duty ratio required to obtain 270 V from a 28 V input was previously calculated from the Triple Boost voltage-gain relationship as 0.6889. In the closed-loop simulation, however, the instantaneous duty ratio is continuously adjusted by the PI controller according to the output-voltage error. Therefore, the actual duty ratio may deviate slightly from the theoretical value because of converter losses, switching effects, and transient operating conditions.

The simulation results are evaluated in terms of output-voltage regulation, inductor-current behavior, capacitor-voltage distribution, and semiconductor operating waveforms. The first performance indicator considered is the output-voltage response, since maintaining the 270 V DC bus is the primary objective of the proposed control

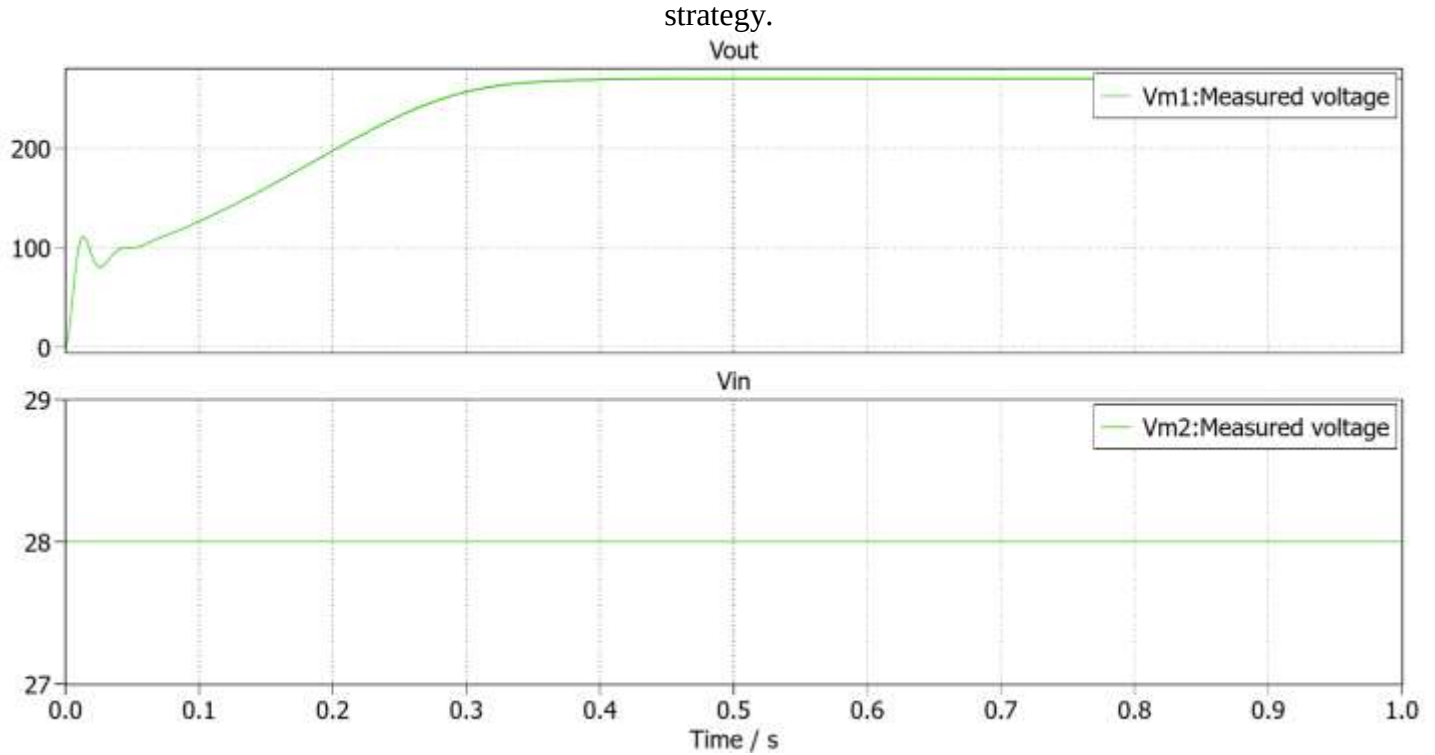


Figure 5. Input and output voltage responses of the proposed Triple Boost converter under nominal operating conditions.

As shown in Fig. 5, the input voltage remains constant at 28 V throughout the simulation, whereas the output voltage increases toward the 270 V reference value under closed-loop PI control. A short transient is observed during the initial start-up interval, after which the output voltage rises smoothly and reaches the desired operating point. The output voltage settles close to 270 V at approximately 0.35–0.40 s and remains stable for the remainder of the simulation period.

The initial transient response includes a small oscillatory behavior caused by the charging of the voltage-lift capacitors and the energy build-up in the input inductor. However, no sustained oscillation is observed after the transient period. The PI controller successfully eliminates the steady-state voltage error and maintains the output voltage close to the reference value despite the high conversion ratio between the 28 V input and 270 V output.

The obtained voltage response confirms that the proposed Triple Boost converter can achieve a voltage conversion ratio of approximately 9.64 under the considered 4 kW operating condition. The simulation result is also consistent with the theoretical voltage-gain relationship which predicts a nominal duty ratio of approximately 0.689 for the selected input and output voltage levels.

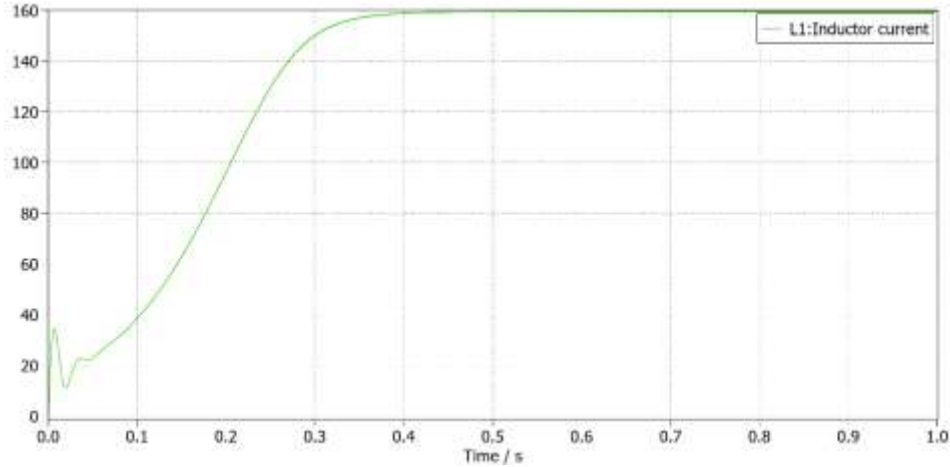


Figure 6. Input inductor current of the proposed Triple Boost converter under nominal operating conditions.

As shown in Fig. 6, the input inductor current exhibits a short transient at start-up and then increases gradually as the converter output voltage approaches its reference value. After approximately 0.4 s, the inductor current reaches a steady-state value of about 160 A and remains stable for the rest of the simulation interval.

The relatively smooth current profile indicates continuous-conduction-mode operation of the input inductor. The initial oscillatory behavior is associated with the start-up transient and the charging process of the voltage-lift capacitors. Once the converter reaches steady state, the inductor current becomes nearly constant on the presented time scale.

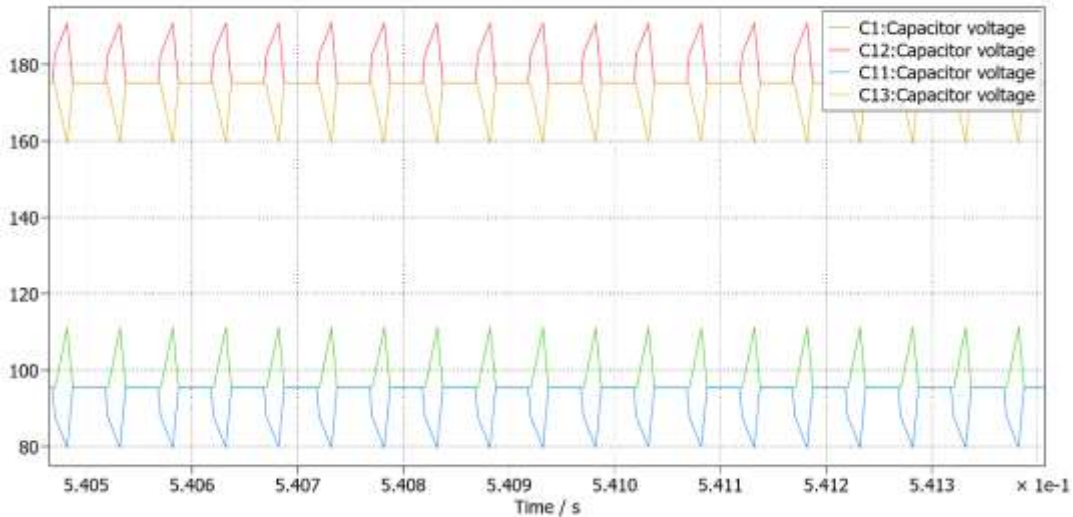


Figure 7. Steady-state capacitor voltages of the proposed Triple Boost converter.

The capacitor-voltage waveforms were examined to verify the voltage-lift operation of the Triple Boost topology. According to the theoretical analysis, the first-stage capacitors are expected to charge approximately to V_1 , whereas the following voltage-lift capacitors reach approximately $2V_1$. For the nominal 28 V/270 V operating point, V_1 is approximately 90 V. Therefore, the expected capacitor voltages are approximately 90 V across C1 and C11, 180 V across C12 and C13C, and 270 V across the output capacitor C14

The simulated capacitor voltages were compared with these theoretical values to confirm the correct operation of the voltage-lift network.

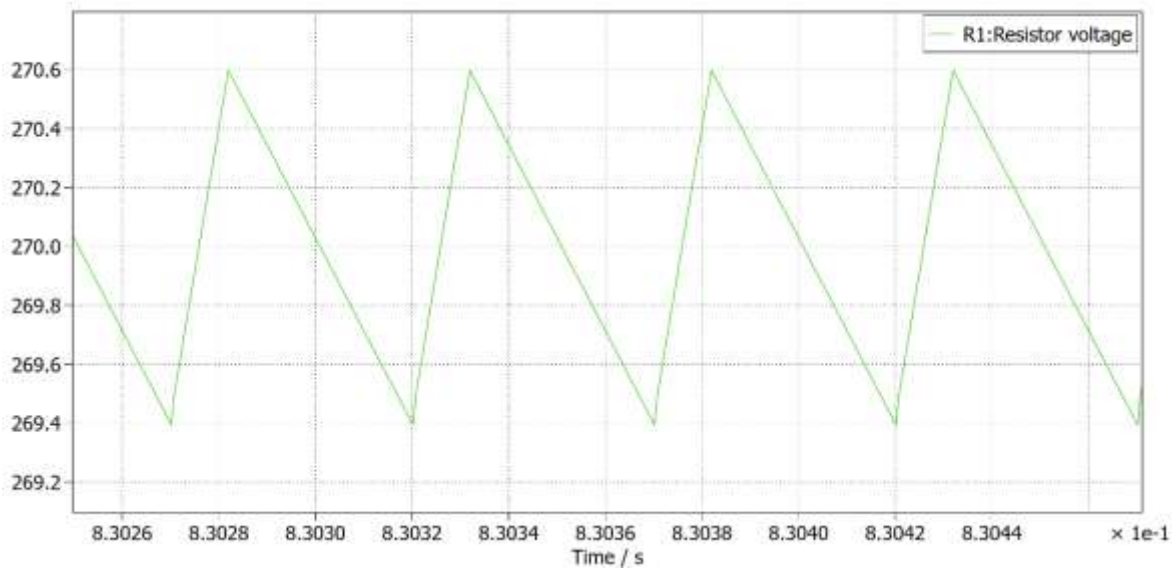


Figure 8. Steady-state output-voltage ripple of the proposed Triple Boost converter.

The steady-state output-voltage waveform is shown in Fig. 8 over an enlarged time interval. The output voltage varies approximately between 269.4 V and 270.6 V, corresponding to a peak-to-peak ripple of approximately 1.2 V. Relative to the nominal 270 V DC output, this corresponds to an output-voltage ripple of approximately 0.44%. The observed ripple period is approximately 50 μ s, which is consistent with the selected 20 kHz switching frequency. These results indicate that the 470 μ F output capacitor, together with the closed-loop PI controller, maintains the output voltage within a narrow range around the 270 V reference under nominal operating conditions.

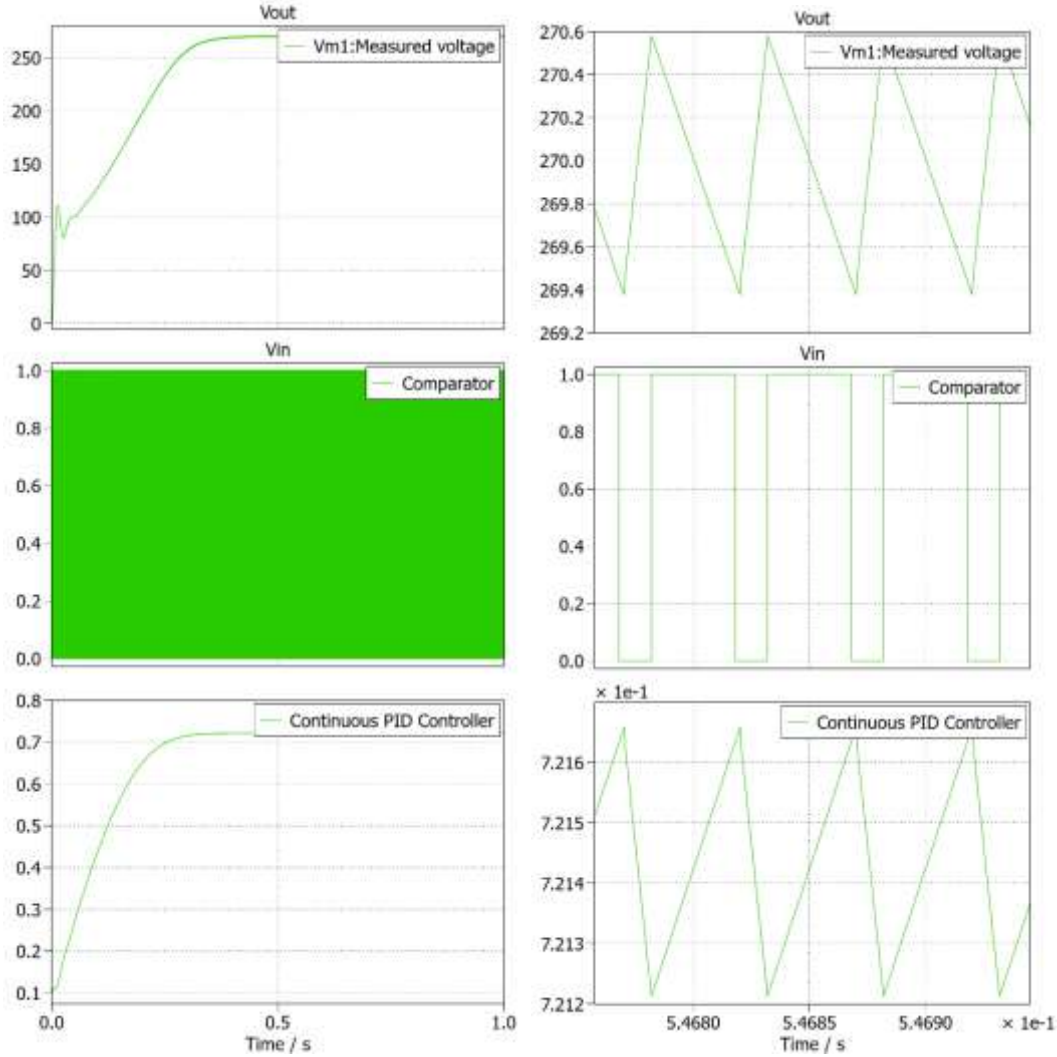


Figure 9. Closed-loop control behavior of the proposed Triple Boost converter: (a) transient response of output voltage, PWM signal, and PI controller output; (b) steady-state enlarged view of output-voltage ripple, PWM signal, and PI controller output.

The transient and steady-state behavior of the closed-loop control system is presented in Fig 9. As shown in Fig. 9(a), the PI controller output gradually increases during the start-up period, which correspondingly increases the duty ratio of the PWM signal and enables the converter output voltage to rise toward the 270 V reference. After the transient interval, the controller output reaches an approximately constant value, indicating that the converter has entered steady-state operation.

Figure 9(b) shows an enlarged steady-state interval. The PWM signal exhibits the expected periodic switching behavior, while the PI controller output contains only a small ripple around its steady-state value. The output voltage remains tightly regulated around 270 V, with a peak-to-peak ripple of approximately 1.2 V. The close relationship between the PI controller output and the PWM duty ratio confirms that the implemented control loop effectively compensates for small output-voltage deviations.

The steady-state duty ratio observed from the PWM waveform is consistent with the theoretical value predicted by the converter gain equation. Overall, the simulation results demonstrate that the proposed closed-loop Triple

Boost converter can achieve the required 28 V-to-270 V voltage conversion while maintaining stable output-voltage regulation under the nominal 4 kW load condition.

In summary, the PLECS simulation results verify the theoretical operation of the proposed Triple Boost converter. The converter successfully increases the 28 V input voltage to the targeted 270 V DC level, while the PI-based voltage controller maintains stable operation with low steady-state voltage ripple. The inductor current remains continuous, and the closed-loop response shows no sustained oscillation after the initial transient. These results confirm the feasibility of the proposed converter as a high-gain DC–DC conversion stage for More Electric Aircraft applications.

5.CONCLUSION

In this study, a high-gain Triple Boost DC–DC converter was investigated for More Electric Aircraft (MEA) power-system applications requiring the conversion of a 28 V DC input to a 270 V DC output bus. The proposed topology employs a single active switch together with a diode-capacitor voltage-lift structure, enabling a high step-up conversion ratio while maintaining a relatively simple circuit configuration. Based on the ideal gain expression of the converter, the nominal duty ratio required for the selected operating point was determined as approximately 0.6889.

An averaged small-signal model of the converter was presented in both symbolic and numerical forms, and a closed-loop PI controller was designed to regulate the output voltage. The controller parameters were selected as ($K_p=0.1$) and ($K_i=6$), while the switching frequency was set to 20 kHz. The complete converter was modeled in PLECS and evaluated under a nominal 4 kW operating condition using an 18.225 Ω resistive load.

Simulation results verified that the proposed converter successfully boosted the 28 V input voltage to approximately 270 V. The output voltage reached the reference value within approximately 0.35–0.40 s and remained stable afterward under closed-loop operation. The inductor current settled at approximately 160 A, indicating continuous-conduction operation under the considered load condition. In steady state, the output-voltage ripple was observed to be approximately 1.2 V peak-to-peak, corresponding to about 0.44% of the nominal output voltage. These results confirm that the PI-controlled Triple Boost converter can provide stable high-gain voltage conversion with acceptable steady-state performance.

Overall, the obtained findings demonstrate that the proposed Triple Boost topology is a feasible candidate for high step-up DC–DC conversion stages in MEA electrical power architectures. Future work will focus on semiconductor stress analysis, efficiency evaluation, dynamic load tests, and experimental validation of the proposed converter.

KAYNAKLAR

- Bhattacharya, S., Willich, C., & Kallo, J. (2022). Design and demonstration of a 540 V/28 V SiC-based resonant DC–DC converter for auxiliary power supply in more electric aircraft. *Electronics*, 11(9), 1382. <https://doi.org/10.3390/electronics11091382>
- Buticchi, G., Costa, L. F., & Liserre, M. (2019). Multi-port DC/DC converter for the electrical power distribution system of the more electric aircraft. *Mathematics and Computers in Simulation*, 158, 387–402. <https://doi.org/10.1016/j.matcom.2018.09.019>
- Clements, R., & Jones, R. W. (2018). DC-DC converter design for the 270 volts DC “More Electric Aircraft.” In *2018 13th IEEE Conference on Industrial Electronics and Applications (ICIEA)*. IEEE.
- Jiao, Y., Luo, F. L., & Zhu, M. (2011). Voltage-lift-type switched-inductor cells for enhancing DC–DC boost ability: Principles and integrations in Luo converter. *IET Power Electronics*, 4(1), 131–142. <https://doi.org/10.1049/iet-pel.2010.0021>
- Liu, X., & Wu, X. (2023). A two-stage bidirectional DC-DC converter system and its control strategy. *Energy*, 266, 126462. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2022.126462>
- Luo, F. L., & Ye, H. (2014). Super-lift boost converters. *IET Power Electronics*, 7(7). <https://doi.org/10.1049/iet-pel.2012.0531>
- Luo, F. L., & Ye, H. (2017). *Advanced DC/DC converters* (2nd ed.). CRC Press.
- Ojeda-Rodríguez, Á., González-Vizueté, P., Bernal-Méndez, J., & Martín-Prats, M. A. (2020). A survey on bidirectional DC/DC power converter topologies for the future hybrid and all electric aircrafts. *Energies*, 13(18), 4883. <https://doi.org/10.3390/en13184883>
- Rigogiannis, N., Voglitsis, D., Jappe, T., & Papanikolaou, N. (2020). Voltage transients mitigation in the DC distribution network of more/all electric aircrafts. *Energies*, 13(16), 4123. <https://doi.org/10.3390/en13164123>
- RTCA. (2010). *DO-160G: Environmental conditions and test procedures for airborne equipment*. RTCA, Inc. RTCA identifies DO-160G as the published 2010 revision.
- Tahir, M., Khan, S. A., Khan, T., Waseem, M., Khan, D., & Annuk, A. (2022). More electric aircraft challenges: A study on 270 V/90 V interleaved bidirectional DC–DC converter. *Energy Reports*, 8, 1133–1140. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2022.06.084>
- U.S. Department of Defense. (2026). *MIL-STD-704: Aircraft electric power characteristics*. Department of Defense. The current ASSIST record lists the document as active with a document date of 24 June 2026.
- U.S. Department of Defense. (2004). *MIL-HDBK-704-7: Guidance for test procedures for demonstration of utilization equipment compliance to aircraft electrical power characteristics—270 VDC (Part 7 of 8 parts)*. Department of Defense. The handbook specifically addresses compliance testing for 270 VDC utilization equipment.
- Zhu, B., Liu, J., Liu, Y., & Wang, K. (2023). Fault-tolerance wide voltage conversion gain DC/DC converter for more electric aircraft. *Chinese Journal of Aeronautics*, 36(7), 420–429. <https://doi.org/10.1016/j.cja.2023.03.051>

UÇAK GÜÇ SİSTEMLERİ İÇİN ± 270 V DC ÇIKIŞLI VIENNA DOĞRULTUCU TABANLI TRU TASARIMI

Dr. Öğr. Üyesi, Eralp ŞENER

Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Güç Elektroniği, eralp.sener@bilecik.edu.tr, 0000-0003-4876-6964

Özet

Daha elektrikli uçak (More Electric Aircraft, MEA) sistemlerinde hidrolik ve pnömatik alt sistemlerin giderek daha fazla elektrikli sistemlerle değiştirilmesi, uçak elektrik güç dağıtım yapılarında yüksek güç yoğunluğu, düşük ağırlık, yüksek verim ve düşük harmonik bozunma sağlayabilen güç elektroniği dönüştürücülerine olan ihtiyacı artırmaktadır. Bu çalışmada, üç fazlı 400 Hz uçak AC şebekesinden beslenen ve simetrik ± 270 V DC çıkış sağlayan Vienna doğrultucu tabanlı bir transformatör doğrultucu ünitesi (Transformer Rectifier Unit, TRU) tasarlanmış ve PLECS ortamında modellenmiştir. Önerilen yapıda toplam 540 V DC bağlantı gerilimi, $+270$ V ve -270 V olmak üzere iki simetrik DC bara arasında paylaştırılmıştır. Sistemin güç katı ile birlikte giriş akımı kontrolü ve DC bara orta nokta dengeleme yapısı ayrıntılı olarak incelenmiştir. Giriş tarafında 0.3 mH endüktanslar kullanılmış ve giriş akımlarının şebeke gerilimleriyle uyumlu referans akımları takip etmesi sağlanarak düşük harmonik bozunma hedeflenmiştir. Ayrıca pozitif ve negatif DC bara gerilimleri arasındaki dengenin korunması amacıyla orta nokta dengeleme kontrolü uygulanmıştır. Simülasyon sonuçları, toplam DC bara geriliminin hedeflenen 540 V seviyesinde kararlı biçimde oluşturulabildiğini ve orta nokta dengeleme kontrolünün ± 270 V bara gerilimleri arasındaki asimetriyi belirgin şekilde azalttığını göstermiştir. Kontrol parametrelerinin iyileştirilmesi sonucunda giriş akımı toplam harmonik bozulma oranı yaklaşık %3 seviyesine düşürülmüştür. Elde edilen sonuçlar, Vienna doğrultucu topolojisinin bipolar yüksek gerilimli DC dağıtım yapısına sahip daha elektrikli uçak güç sistemlerinde TRU uygulamaları için uygun bir çözüm olduğunu göstermektedir. Bu çalışma, ilerleyen aşamalarda sistemin MIL-STD-704 ve RTCA DO-160 gereksinimleri açısından değerlendirilmesine temel oluşturacaktır.

Anahtar Kelimeler: Güç Elektroniği, Güç Faktörü Düzeltme, TRU, MEA

DESIGN OF A VIENNA RECTIFIER-BASED TRU WITH ± 270 V DC OUTPUT FOR AIRCRAFT POWER SYSTEMS**Assistant Professor, Eralp ŞENER****Bilecik Seyh Edebali University, Power Electronics, eralp.sener@bilecik.edu.tr, 0000-0003-4876-6964****Abstract**

The increasing electrification of hydraulic and pneumatic subsystems in More Electric Aircraft (MEA) has intensified the need for power electronic converters capable of providing high power density, reduced weight, high efficiency, and low harmonic distortion in aircraft electrical power distribution systems. In this study, a Vienna rectifier-based Transformer Rectifier Unit (TRU), supplied from a three-phase 400 Hz aircraft AC grid and providing a symmetrical ± 270 V DC output, is designed and modeled in the PLECS simulation environment. In the proposed structure, the total 540 V DC-link voltage is divided into two symmetrical DC buses of +270 V and -270 V. In addition to the power stage, the input current control and DC-link midpoint balancing strategy are investigated. Input inductors of 0.3 mH are employed, and the input currents are controlled to track reference currents synchronized with the grid voltages in order to achieve low harmonic distortion. Furthermore, a midpoint balancing controller is implemented to maintain voltage symmetry between the positive and negative DC buses. Simulation results show that the total DC-link voltage can be regulated around the target value of 540 V and that the midpoint balancing controller significantly reduces the voltage asymmetry between the ± 270 V buses. By tuning the control parameters, the total harmonic distortion of the input current is reduced to approximately 3%. The obtained results indicate that the Vienna rectifier topology is a promising solution for TRU applications in More Electric Aircraft employing bipolar high-voltage DC distribution architectures. This study also provides a basis for future evaluation of the proposed system in accordance with MIL-STD-704 and RTCA DO-160 requirements.

Keywords: Power Electronics, Power Factor Correction, TRU, MEA

INTRODUCTION

The More Electric Aircraft (MEA) concept has emerged as an important approach for improving the efficiency, reliability, and flexibility of modern aircraft electrical power systems. In this concept, conventional hydraulic, pneumatic, and mechanical subsystems are progressively replaced by electrically driven alternatives, which significantly increases onboard electrical power demand and the importance of power electronic conversion systems (Gangavarapu & Rathore, 2020; Gu et al., 2019). Modern aircraft therefore require converters that combine high efficiency, high power density, low weight, high reliability, and improved input power quality. Therefore, traditional aircraft electrical systems commonly employ three-phase 115 V AC networks operating at 400 Hz, whereas newer MEA architectures also employ variable-frequency AC generation and high-voltage DC distribution. Voltage levels of 270 V DC and 540 V DC have become increasingly important because higher distribution voltages reduce the current required for a given power level and can consequently reduce cable cross-section, wiring losses, and system weight (Hakyemez et al., 2025; Swaminathan & Cao, 2020). Bipolar 540 V DC architectures, implemented as $+270\text{ V}/0/-270\text{ V}$, have also been identified as a relevant distribution option for future MEA systems (Gu et al., 2019).

Conventional transformer rectifier units (TRUs) and autotransformer rectifier units (ATRUs) are widely used for aircraft AC–DC conversion because of their simplicity and reliability. However, improving their harmonic performance generally requires multipulse transformer arrangements, which increase magnetic complexity, weight, and volume (Roginskaya et al., 2019). These limitations have encouraged the use of active rectifiers capable of directly controlling input current and DC-link voltage. Among active rectifier topologies, the Vienna rectifier is particularly attractive for unidirectional aircraft power conversion because of its three-level structure, reduced semiconductor voltage stress, relatively low active-switch count, and power-factor-correction capability. Recent studies have demonstrated Vienna-based operation at 540 V DC with input-current THD around 3% and near-unity power factor under aircraft-oriented operating conditions (dos Santos et al., 2025).

In this study, a three-phase Vienna rectifier-based TRU is investigated for a 400 Hz aircraft electrical power system. The proposed converter regulates a total DC-link voltage of 540 V and directly provides symmetrical $+270\text{ V}$ and -270 V DC buses. In addition to input-current control, a midpoint balancing controller is employed to maintain equal voltage sharing between the two DC-link capacitors. The complete system is modeled in PLECS and evaluated in terms of DC-link regulation, midpoint voltage balance, and input-current harmonic distortion.

1. LITERATURE REVIEW

Passive multipulse rectifiers constitute one of the most established solutions for aircraft AC–DC conversion. By using phase-shifted secondary windings and multiple diode bridges, low-order input-current harmonics can be partially canceled without active switching. Roginskaya et al. (2019) investigated 18-pulse transformer and autotransformer rectifier systems for aircraft applications. Their study considered a 10.5 kVA system supplied from a 115 V, 400 Hz source and producing a 27 V DC output. The authors emphasized that 18-pulse structures provide improved harmonic characteristics compared with lower-pulse-number configurations, although the required transformer windings and phase-shifting arrangements increase magnetic and structural complexity.

The weight and volume associated with conventional transformer-based rectification have motivated the development of active AC–DC converter structures. Hartmann et al. (2009) investigated a three-phase delta-switch rectifier for MEA applications and developed a PWM current-control concept for a 5 kW converter. The study identified low input-current distortion, high total power factor, reliability, and tolerance to phase loss as important aircraft rectifier requirements. The authors also compared the proposed structure with Vienna-type rectifiers and highlighted the significance of semiconductor voltage stress, conduction losses, and fault-tolerant operation in topology selection.

Alternative PFC approaches have focused on reducing both component count and control complexity. Gangavarapu and Rathore (2020) proposed a three-phase Cuk-derived PFC converter using only three active switches and a single control sensor. The converter was designed for discontinuous conduction mode so that input-current shaping could be achieved inherently, avoiding a dedicated input-current control loop. A 2 kW laboratory prototype was used for experimental validation. Although the approach simplifies the controller and reduces sensing requirements, the authors noted the increased semiconductor current stress associated with discontinuous current operation.

The Vienna rectifier has attracted particular interest because it provides three-level operation with only three actively controlled switching cells. Radmanesh and Aeni (2020) proposed a two-stage isolated AC–DC converter consisting of a Vienna front-end followed by a high-frequency isolated DC–DC stage. The system was supplied from a three-phase 115 V, 400 Hz aircraft source. A cascaded voltage-current control structure with hysteresis current control was employed, while an additional PI loop was used to regulate the voltage difference between the two DC-link capacitors. The reported simulation results showed an input-current THD of approximately 4.06%, a power factor close to 0.99–0.996, and efficiency above 95%. The same study reported approximately 8.8% input-current THD for a conventional 12-pulse TRU, illustrating the potential improvement in input power quality obtained with active rectification.

A more recent Vienna-based study was presented by dos Santos et al. (2025), who investigated a three-phase AC–DC boost PFC converter for a 540 V aircraft DC bus. Their 3 kW converter was supplied from a 115 V, 400 Hz source and operated at a switching frequency of 50 kHz using One-Cycle Control. At full load, the reported power factor was 0.997 and the input-current THD was 2.9%, while at half load the THD was approximately 3.05%. The converter was also evaluated between 400 and 800 Hz, where the power factor remained above 0.98. These results indicate that approximately 3% input-current THD is achievable in Vienna-based aircraft rectifiers when appropriate control and filtering strategies are employed.

Aircraft converter research has also increasingly focused on fault tolerance, modularity, and power density. Singh et al. (2019) compared two design approaches for a modular 5 kW regulated TRU: a high-frequency two-stage AC–DC architecture and a lower-frequency single-stage architecture. Their analysis considered semiconductor losses, magnetic components, EMI filtering, thermal management, volumetric power density, and gravimetric power density. The study showed that higher switching frequency can reduce passive-component size, but the associated switching losses and cooling requirements may offset these benefits. The modular structure was also considered beneficial for continued operation following individual converter or phase failures.

At the aircraft distribution level, higher DC voltage has become an important design direction. Swaminathan and Cao (2020) reviewed high-conversion high-voltage DC–DC converters for electrified aviation systems and identified 270 V DC as an established high-voltage level, while also noting the development of 540 V and even higher-voltage architectures. Their review emphasized high efficiency, power density, reliability, reduced EMI, and compliance with aircraft electrical-power requirements as key converter design criteria.

Hakyemez et al. (2025) investigated a 270 V DC modernization strategy for a large aircraft electrical system. Their conceptual CN-235 architecture showed that increasing the DC distribution voltage can reduce current levels and provide advantages in cable weight, wiring volume, and decentralized power distribution. Their proposed system incorporated a 115 VAC/270 VDC TRU and demonstrated that 270 V DC distribution could replace a substantial portion of conventional 28 V DC distribution.

Bipolar HVDC architectures have also been explicitly discussed in MEA research. Gu et al. (2019) identified 540 V DC implemented as a bipolar ± 270 V distribution network as one of the relevant aircraft voltage levels. Their work proposed multiport converter structures based on multiple-active-bridge converters and segmented starter/generator systems. The resulting ring-type distribution architecture was evaluated under several converter

and source fault conditions, demonstrating the importance of redundancy and reconfigurability in future aircraft power systems.

Similarly, Khodabakhsh and Moschopoulos (2021) investigated a multiport converter for hybrid AC–DC aircraft electrical systems. Their proposed topology interfaces a three-phase variable-frequency AC source with both a high-voltage non-isolated DC bus and an isolated low-voltage DC bus using six active switches. The authors noted that aircraft HVDC systems may employ either a unipolar 270 V bus or a bipolar ± 270 V architecture. Their approach reduces the number of independent conversion stages and replaces conventional low-frequency isolation transformers with high-frequency magnetics.

Gu et al. also investigated multiport power conversion as a broader aircraft electrical-power-system concept. Their proposed architecture combines multiple-active-bridge DC–DC converters with segmented machines and inverters to establish a fault-tolerant ring distribution system. The study explicitly listed 540 V DC as a bipolar ± 270 V distribution option and showed through simulation and preliminary experiments that multiport architectures can maintain power delivery under several fault scenarios.

The expected increase in aircraft power levels has additionally stimulated research on medium-voltage multilevel rectifiers. Khera et al. (2022) compared two-level VSC, NPC, ANPC, T-type NPC, flying-capacitor, and modular multilevel topologies for a future 1 MW, 3 kV aircraft electrical system. The converters were evaluated in PLECS using SiC semiconductor models and compared in terms of losses, efficiency, thermal requirements, weight, and power density. ANPC and T-NPC structures showed slightly better performance than the conventional NPC topology, illustrating the growing relevance of multilevel conversion as aircraft distribution voltage moves toward the kilovolt range.

Overall, the reviewed literature indicates a progressive transition from passive multipulse TRUs toward actively controlled, multilevel, and highly integrated power conversion architectures. Passive TRUs offer simplicity and reliability, whereas active PFC rectifiers provide superior controllability and improved input-current quality. Among these alternatives, the Vienna rectifier provides a favorable compromise between active-switch count, semiconductor voltage stress, efficiency potential, and power-factor-correction capability. Existing studies have addressed 540 V DC-link regulation, midpoint capacitor balancing, approximately 3–4% input-current THD, high-voltage aircraft distribution, and bipolar ± 270 V architectures. However, within the reviewed literature, comparatively limited attention has been given to directly employing the split DC link of a Vienna rectifier as a regulated +270 V/0/–270 V bipolar aircraft bus while simultaneously performing input-current control and active midpoint voltage balancing. The present study focuses on this configuration.

2. VIENNA RECTIFIER TOPOLOGY AND OPERATING PRINCIPLE

The Vienna rectifier is a unidirectional three-phase, three-switch, three-level boost-type PWM rectifier originally introduced and systematically investigated by Kolar and Zach (1994, 1997). The topology was developed to achieve sinusoidal input currents with low harmonic distortion while maintaining a regulated DC output voltage using fewer active semiconductor devices than a conventional six-switch voltage-source rectifier. Its combination of three-level operation, reduced semiconductor voltage stress, and low active-switch count has subsequently made the Vienna rectifier an attractive topology for high-power-factor AC–DC conversion (Kolar & Zach, 1994, 1997).

A conventional three-phase Vienna rectifier consists of three input inductors, a diode rectifier network, three bidirectional switching cells, and a split DC link formed by two series-connected capacitors as shown in Figure 1.

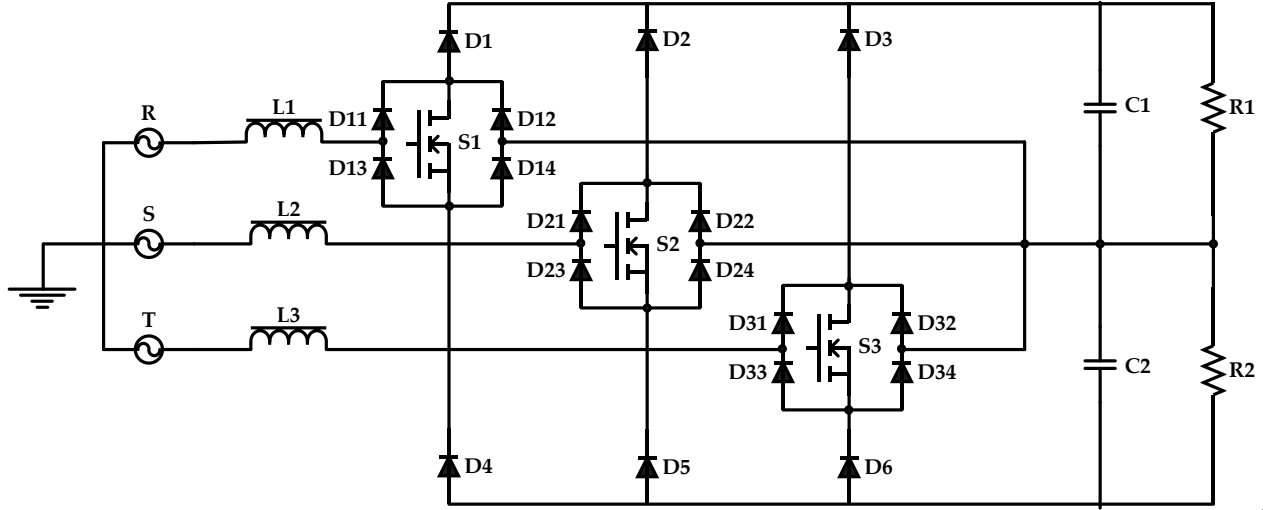


Figure 1. The Vienna Rectifier

The midpoint of the two DC-link capacitors defines the neutral point 0. As a result, each converter phase can be associated with three voltage levels with respect to the DC-link midpoint, which is the fundamental reason for referring to the converter as a three-level rectifier (Kolar & Zach, 1997).

$$V_{x0} \in \left\{ +\frac{V_{DC}}{2}, 0, -\frac{V_{DC}}{2} \right\} \quad x \in \{a, b, c\} \quad (1)$$

where V_{DC} represents the total DC-link voltage. Compared with a conventional two-level PWM rectifier, this three-level structure reduces the voltage stress imposed on the actively controlled semiconductor devices. This characteristic was identified as one of the main advantages of the Vienna topology in the original development and subsequent high-power-density implementations (Kolar et al., 1996; Kolar & Zach, 1997).

For the aircraft TRU considered in this study, the total DC-link voltage reference is defined as

$$V_{DC}^* = V_{C1}^* + V_{C2}^* = 540V \quad (2)$$

where the individual capacitor-voltage references are

$$V_{C1}^* = V_{C2}^* = 270V \quad (3)$$

Therefore, with respect to the midpoint of the DC link, the converter directly establishes a bipolar distribution structure of

$$+270V/0/-270V \quad (4)$$

The use of a 540 V DC bus and bipolar ± 270 V distribution is consistent with high-voltage DC architectures investigated for More Electric Aircraft applications (Gu et al., 2019; dos Santos et al., 2025). The fundamental operating principle of the Vienna rectifier can be explained using the input-inductor voltage equation. For each phase x ,

$$L_x \frac{di_x}{dt} = V_x - V_{x0} \quad (5)$$

where V_x is the instantaneous source phase voltage, i_x is the corresponding phase current, and v_{x0} is the converter-side phase voltage relative to the DC-link midpoint. Thus, the input current is shaped by controlling the converter-side voltage and consequently the voltage applied across the input inductor. This principle forms the basis of PWM current control in the Vienna rectifier (Kolar & Zach, 1997). For power-factor-correction operation, the

desired phase currents are generated in proportion to the corresponding phase voltages. The current references can therefore be expressed as

$$i_a^* = I^* u_a, \quad i_b^* = I^* u_b, \quad i_c^* = I^* u_c \quad (6)$$

where u_a , u_b and u_c are normalized sinusoidal signals synchronized with the three-phase source voltages and I^* determines the required current amplitude. When the input currents accurately track these references, they become approximately sinusoidal and in phase with the source voltages, resulting in a high input power factor. This general current-shaping concept is also adopted in aircraft-oriented Vienna rectifier implementations (Radmanesh & Aeini, 2020; dos Santos et al., 2025).

The conduction path of a Vienna rectifier is dependent on the polarity of the corresponding phase current. During the positive half-cycle, the diode network directs the current toward the positive section of the DC link, whereas during the negative half-cycle the current is directed toward the negative section. The actively controlled bidirectional switching cell provides a connection to the midpoint of the split DC link. Therefore, the combination of the passive diode network and the switching state determines the instantaneous converter-side phase voltage (Kolar & Zach, 1994, 1997). An important characteristic of the Vienna rectifier is that regulation of the total DC-link voltage does not inherently guarantee equal voltage sharing between the two DC-link capacitors. The total voltage is given by;

$$V_{dc} = V_{C1} + V_{C2} \quad (7)$$

whereas the midpoint voltage imbalance can be represented as;

$$\Delta V_{dc} = V_{C1} - V_{C2} \quad (8)$$

Therefore, the total DC-link voltage may remain at its desired value even when the individual capacitor voltages become unequal. Midpoint-voltage deviation can adversely affect switching behavior and input-current quality, and dedicated balancing control is commonly introduced to suppress this imbalance (Radmanesh & Aeini, 2020). This issue becomes particularly important in the proposed system because the DC-link midpoint is used as an actual output terminal of the aircraft distribution system rather than merely as an internal converter node. Hence, the control system must simultaneously satisfy

$$V_{C1} + V_{C2} = 540V \quad (9)$$

and

$$V_{C1} - V_{C2} = 0V \quad (10)$$

Consequently, the proposed Vienna rectifier-based TRU performs three main functions: AC–DC power conversion, active shaping of the three-phase input currents, and generation of a balanced bipolar DC-link structure. The total DC-link voltage controller determines the required power transfer from the AC source, the current controller forces the phase currents to follow their references, and the midpoint-balancing controller maintains approximately equal voltages across the two DC-link capacitors. The detailed control structure is presented in the following subsection.

3. SIMULATION MODEL AND CONTROL IMPLEMENTATION

The proposed Vienna rectifier-based transformer rectifier unit (TRU) was modeled in the PLECS simulation environment to investigate its DC-link voltage regulation, input-current shaping, and midpoint voltage-balancing performance. The complete simulation model is shown in Fig. 2. The system consists of a three-phase 400 Hz AC source, three input inductors, the Vienna rectifier power stage, a split DC-link composed of two series-connected capacitors, resistive DC loads, and the corresponding voltage, current, and center-point control

blocks. The three-phase source is configured with a phase-voltage amplitude of 162.6 V, corresponding to approximately 115 V RMS phase-to-neutral voltage, and a fundamental frequency of 400 Hz. Each phase is connected to the rectifier through a 0.3 mH input inductor. The input inductors provide the energy-storage element required for current shaping and limit the switching-related current ripple. The DC-link reference voltage is selected as 540 V. Two 2000 μ F capacitors are connected in series at the converter output, and the midpoint between the capacitors is directly utilized as the neutral terminal of the bipolar DC system. Under balanced operation, the desired capacitor voltages are 270VDC and therefore, V_{out} is sum of V_{C1} and V_{C2} equals to 540VDC. Accordingly, the proposed TRU provides a bipolar output structure of

$$+270 \text{ V}/0/-270 \text{ V} \quad (11)$$

A 20 Ω resistive load is connected to each half of the DC link. In addition, a 100 Ω auxiliary resistor is connected to the positive DC-bus section through a step-controlled branch. This additional load is activated at $t=0.04$ s to intentionally disturb the load symmetry and evaluate the effectiveness of the center-point voltage-balancing controller.

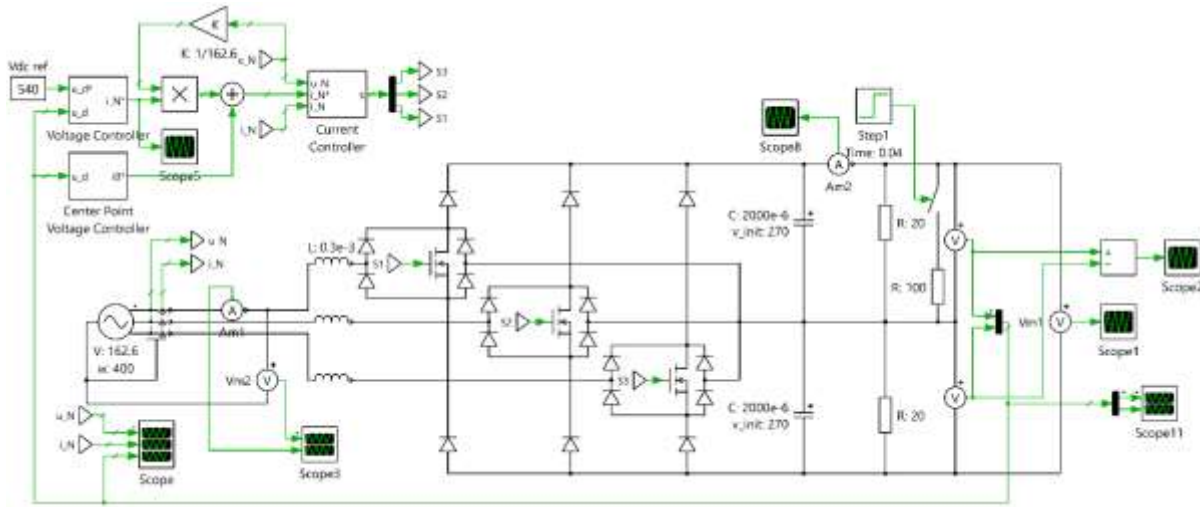


Fig. 2. PLECS model of the proposed three-phase Vienna rectifier-based TRU with a 540 V split DC link, input-current control, and center-point voltage balancing.

3.1. Control Structure

The control system of the proposed TRU consists of three principal functions: total DC-link voltage regulation, center-point voltage balancing, and three-phase input-current control. The total DC-link voltage controller determines the required magnitude of the input-current reference. The center-point controller compensates for unequal voltage distribution between the upper and lower DC-link capacitors. Finally, the hysteresis current controller forces the measured phase currents to track their corresponding references and generates the switching commands for the three Vienna rectifier switching cells.

This hierarchical structure enables the converter to regulate the total DC-link voltage and the individual split-bus voltages while simultaneously shaping the AC-side currents.

3.2. DC-Link Voltage Controller

The total DC-link voltage controller is shown in Fig. 3. The measured upper and lower capacitor voltages are summed to obtain the total DC-link voltage, the measured voltage is compared with the reference value which is 540V and the resulting voltage error is

$$e_v(t) = V_{dc}^* - V_{dc}(t) \quad (12)$$

The error is processed by a continuous-time proportional-integral controller. The output of the controller represents the required input-current magnitude reference I_N^* :

$$I_N^*(t) = K_{pv}e_v(t) + K_{iv} \int e_v(t)dt \quad (13)$$

The PI gains employed in the PLECS implementation are $K_{pv}=5$ and $K_{iv}=5000$

When the measured DC-link voltage decreases below its reference, the voltage controller increases the demanded AC-side current magnitude. Conversely, when the DC-link voltage exceeds the reference, the demanded current magnitude is reduced. In this way, the outer control loop regulates the energy transferred from the AC source to the DC link.

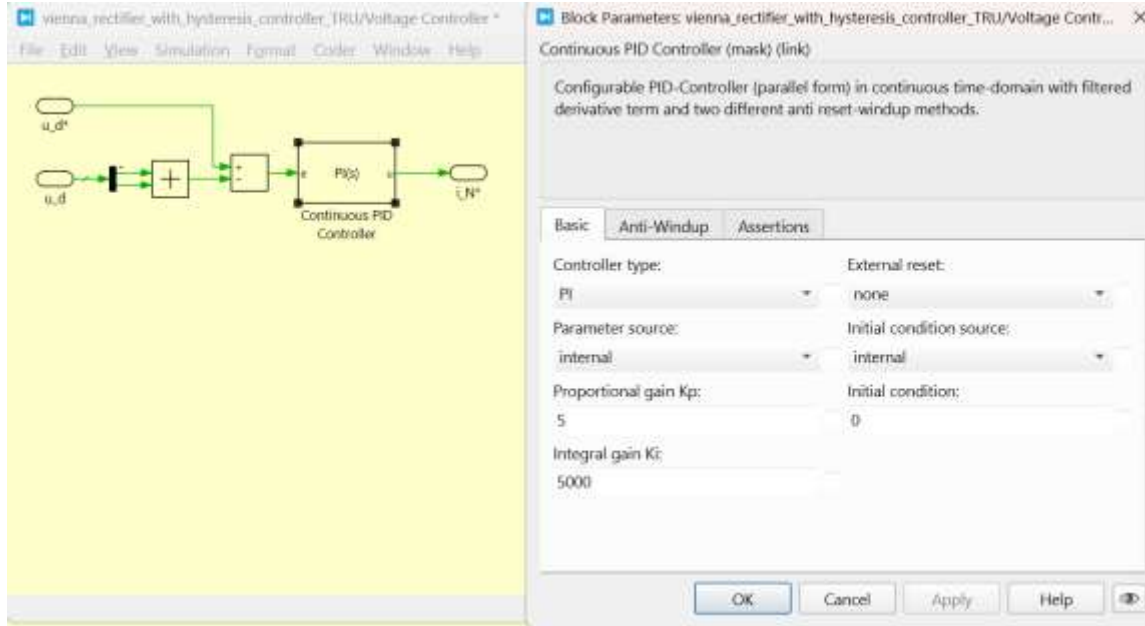


Figure. 3. PLECS implementation of the total DC-link voltage controller.

3.3. Input-Current Reference Generation

The output of the DC-link voltage controller determines the required magnitude of the three-phase input-current references. To establish current references synchronized with the source voltages, the measured phase voltages are normalized according to their peak magnitude. In the implemented model, the normalization factor is 1/162,6. Thus, the normalized three-phase voltage vector may be expressed as;

$$u_N = \frac{1}{162.6} \begin{bmatrix} v_a \\ v_b \\ v_c \end{bmatrix} \quad (14)$$

The main sinusoidal current-reference vector is subsequently generated from the product of the normalized source-voltage vector and the current-magnitude command obtained from the outer DC-link controller.

This relationship causes the reference currents to have the same fundamental phase relationship as the corresponding source voltages. Accurate tracking of these references therefore provides the basis for high-power-factor operation and low input-current harmonic distortion. In addition to the main current command, a compensation component generated by the center-point controller is introduced into the current-reference generation stage. This component is used to influence the power distribution between the upper and lower DC-link sections and thereby suppress capacitor-voltage imbalance.

3.4. Center-Point Voltage-Balancing Controller

Although the total DC-link voltage may be maintained at 540 V, regulation of the total voltage alone does not guarantee equal voltage sharing between the two series-connected capacitors. For example, a condition in which V_{out} equals to 540VDC may still occur with when V_{C1} is not equal to V_{C2} . Such a condition is particularly undesirable in the proposed TRU because the midpoint of the split DC link is directly used as the neutral terminal of the bipolar aircraft DC distribution system. Therefore, a dedicated center-point voltage-balancing controller is implemented. The center-point controller used in the PLECS model is shown in Fig. 4. The upper and lower capacitor voltages are compared, and the corresponding imbalance signal can be represented as

$$e_{cp}(t) = V_{C1}(t) - V_{C2}(t) \quad (15)$$

The desired operating condition is $e_{cp}^* = 0$. The voltage-difference signal is processed using a continuous-time PI controller:

$$I_0^*(t) = K_{pc}e_{cp}(t) + K_{ic} \int e_{cp}(t)dt \quad (16)$$

The gains employed in the implemented controller are $K_{pc}=1$ and $K_{ic}=10000$. The resulting compensation signal is introduced into the input-current reference generation structure. The additional 100 Ω load connected to the positive DC-bus section at $t=0.04$ s is specifically introduced to disturb this balance and evaluate the dynamic response of the center-point controller.

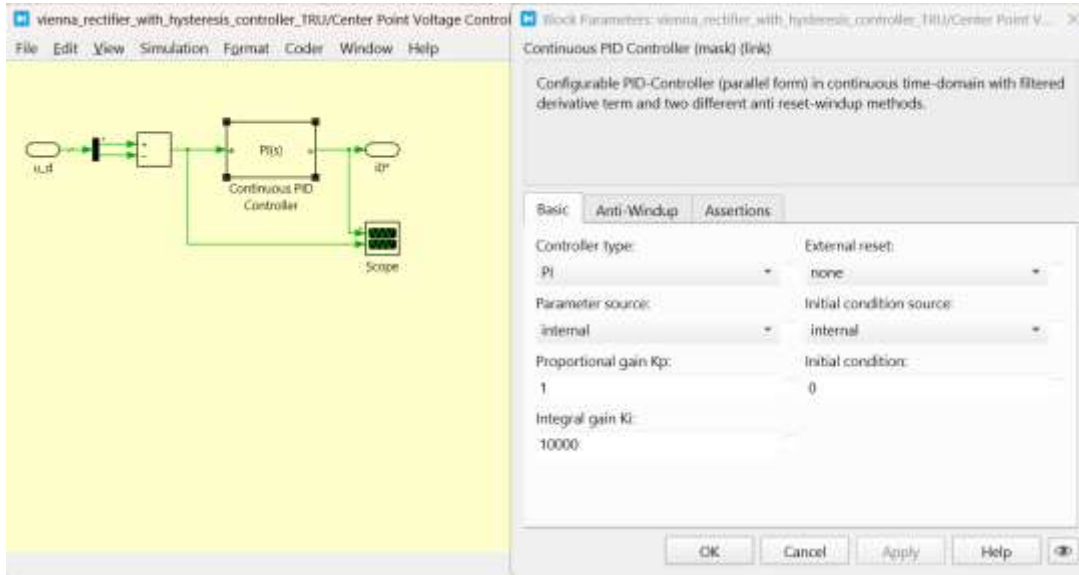


Figure 4. PLECS implementation of the center-point voltage-balancing controller.

3.5. Hysteresis Input-Current Controller

The inner input-current control is implemented using a hysteresis-based switching strategy. The PLECS implementation of the current controller is shown in Fig. 5. For each phase, the corresponding reference current is compared with the measured input current. The instantaneous current error is therefore defined as

$$e_{i,x}(t) = i_x^*(t) - i_x(t), \quad x \in \{a, b, c\}. \quad (17)$$

The current error is applied to a relay-type hysteresis controller. The switching state changes when the current error reaches either boundary of the predefined hysteresis band. As a result, the actual input current is continuously constrained around its sinusoidal reference. Conceptually, the current is maintained within

$$i_x^* - h \leq i_x \leq i_x^* + h, \quad (18)$$

where h represents the hysteresis-band width which is selected as 0.7V in this study. Unlike fixed-frequency PWM control, hysteresis current control does not inherently operate at a constant switching frequency. Instead, the instantaneous switching frequency varies according to the source voltage, DC-link voltage, input inductance, current-reference slope, and selected hysteresis band. The output of the hysteresis relay is denoted by S' . In the implemented controller, the polarity of the corresponding normalized phase voltage is also taken into account. The normalized source-voltage signal u_{Nu_N} is compared with zero, and the resulting logical signal is combined with the relay output using an XOR operation. The final switching command may therefore be represented by

$$S = S' \oplus (u_N < 0), \quad (19)$$

where $\oplus$ denotes the exclusive-OR operation. This polarity-dependent logic adapts the hysteresis-controller output to the operating characteristics of the Vienna rectifier switching cell. The same control principle is implemented independently for all three phases, generating the gate signals S_1, S_2, S_3 .

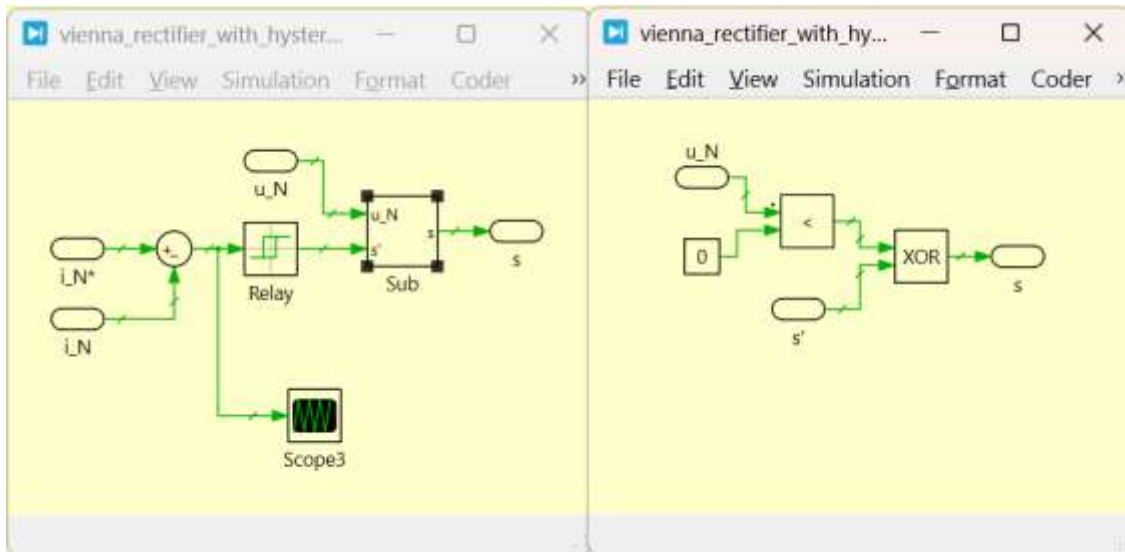


Figure 5. Implementation of the hysteresis current controller and phase-voltage-polarity-dependent switching logic.

3.6. Overall Control Operation

The overall operation of the proposed controller can be summarized through the interaction of the three control functions. First, the total DC-link voltage controller compares the measured DC-link voltage with its 540 V reference and determines the required magnitude of the AC-side current. This command is combined with normalized three-phase source-voltage signals to generate sinusoidal current references.

Meanwhile, the center-point controller continuously monitors the difference between the upper and lower capacitor voltages. Any deviation from the desired equal-voltage condition generates a compensating signal that modifies the current-reference structure so as to restore the voltage balance.

Finally, the inner hysteresis controllers force the measured input currents to track the resulting references by directly generating the switching signals of the three Vienna rectifier cells. Accordingly, the proposed control structure simultaneously targets three objectives: regulation of the total DC-link voltage at 540 V, maintenance of symmetrical +270 V and -270 V DC-bus voltages, and sinusoidal input-current tracking.

4. RESULTS AND DISCUSSION

4.1. DC-Link Voltage Regulation and Midpoint Balancing

The performance of the proposed Vienna rectifier-based TRU was first evaluated in terms of DC-link voltage regulation and midpoint balancing. Under steady-state operation, the upper and lower DC-link capacitor voltages were maintained close to their respective 270 V reference values, resulting in a total DC-link voltage of approximately 540 V.

To evaluate the balancing capability under asymmetric loading, an additional 100 Ω resistor was connected to the positive DC-bus section at $t=0.04$ s. As shown in Fig. 6, the load disturbance caused only a small temporary deviation between the two capacitor voltages. The center-point controller rapidly compensated for the disturbance and restored the capacitor voltages close to their nominal values. The midpoint-voltage error remained centered around zero with only a relatively small switching-related ripple. These results demonstrate that the proposed control structure can maintain the required +270 V/0/-270 V bipolar DC bus even under asymmetric loading.

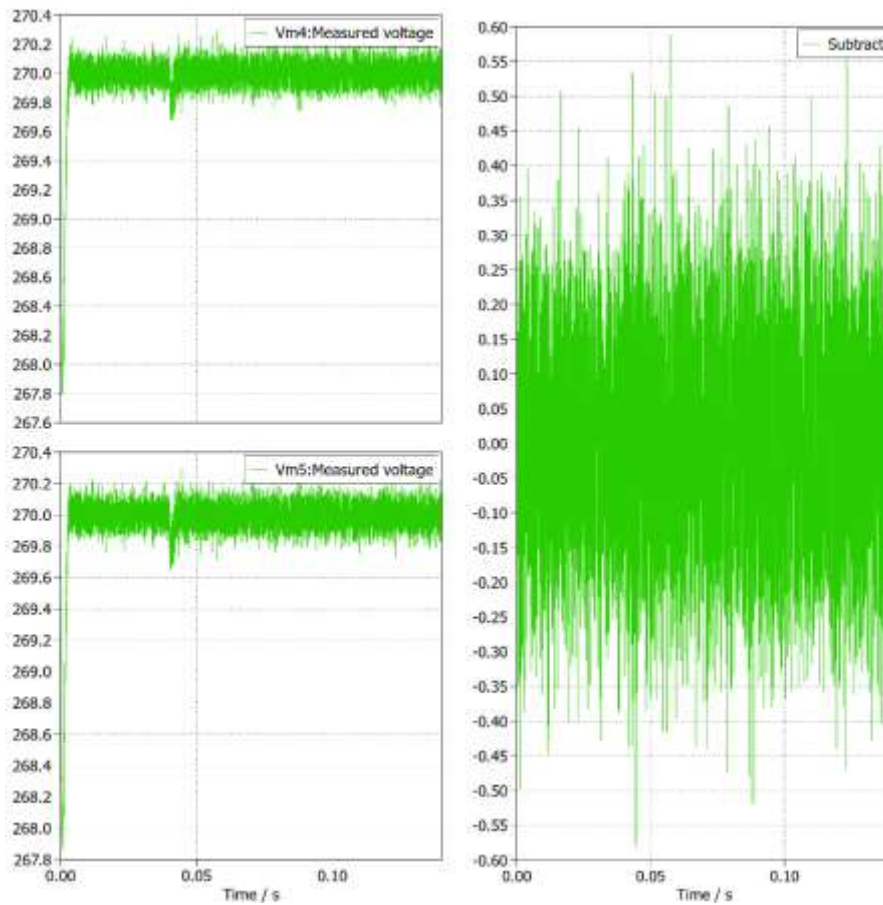


Figure 6. DC-link capacitor voltages and midpoint-voltage response under asymmetric DC-side loading.

4.2. Three-Phase Input Current Performance

Figure 7 presents the three-phase source voltages and corresponding input currents together with the split DC-link voltages. Following the initial transient, the three input currents exhibit balanced and approximately sinusoidal waveforms with the expected 120° phase displacement.

The current amplitudes respond to the additional load applied at $t=0.04$ s, while the DC-link voltages remain close to their 270 V references. No significant oscillatory behavior is observed following the disturbance. This

indicates that the outer DC-link voltage loop, center-point balancing controller, and inner hysteresis current controllers operate cooperatively while maintaining stable AC- and DC-side behavior.

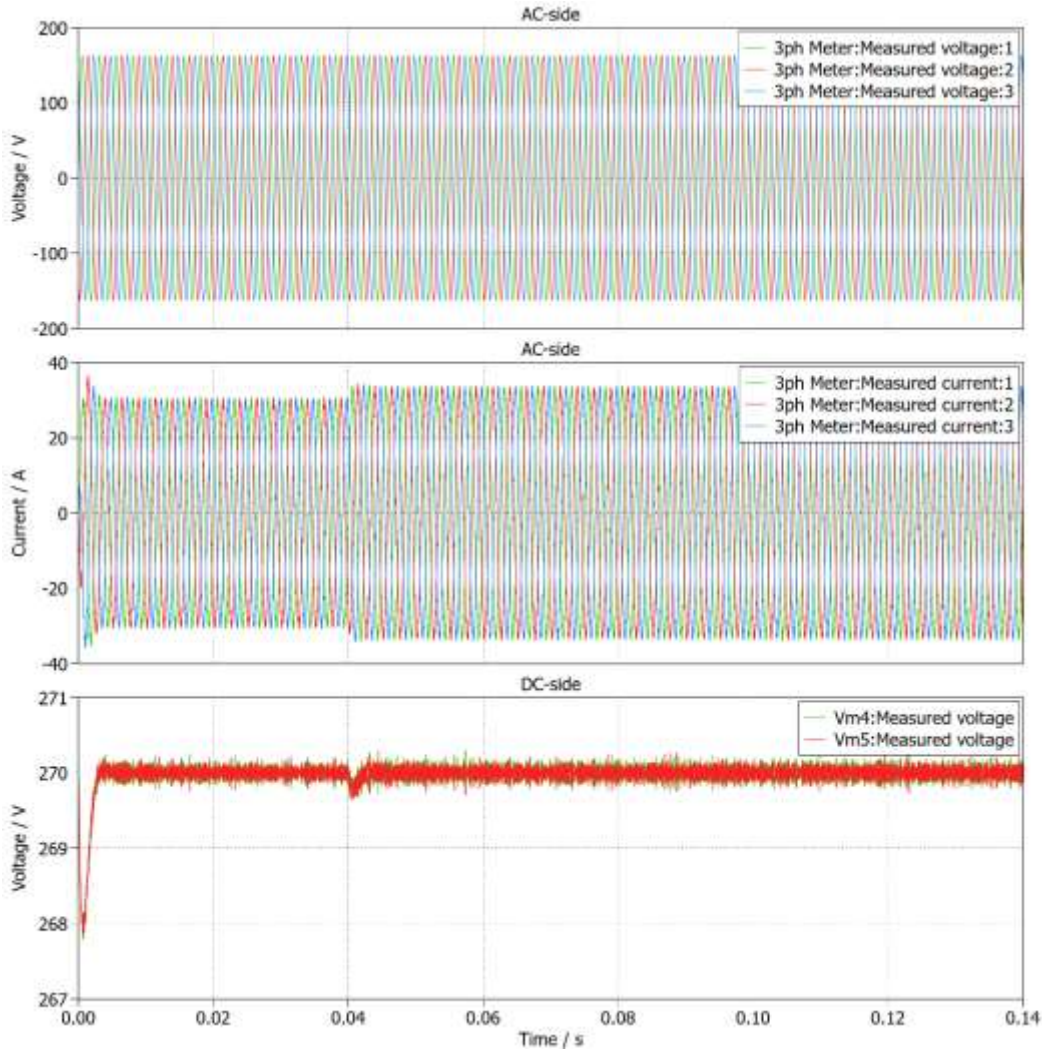


Figure 7. Three-phase source voltages, input currents, and split DC-link voltages of the proposed Vienna rectifier-based TRU.

4.3. Power Factor and Input Current Harmonic Performance

To further illustrate the AC-side power-quality performance, the steady-state phase-a voltage and current waveforms were examined over two line cycles, as shown in Fig. 8. The close alignment of the voltage and current zero crossings indicates that the input current is nearly in phase with the source voltage. This confirms near-unity power-factor operation, and the calculated input power factor was approximately **0.999**.

The harmonic performance of the input current is presented in Fig. 9. Although the current waveform contains high-frequency ripple associated with hysteresis current control, its fundamental component remains strongly sinusoidal. The input-current total harmonic distortion was approximately **3.0%**, indicating effective current shaping and acceptable harmonic performance for the considered operating condition.

For comparison, dos Santos et al. (2025) reported an input power factor of 0.997 and an input-current THD of 2.9% for a 3 kW, 115 V, 400 Hz Vienna rectifier supplying a 540 V DC bus, while Radmanesh and Aeini (2020) reported approximately 4.06% current THD for an aircraft-oriented Vienna rectifier. Accordingly, the results

obtained in this study are consistent with the performance range reported for comparable Vienna rectifier-based aircraft AC–DC converters.

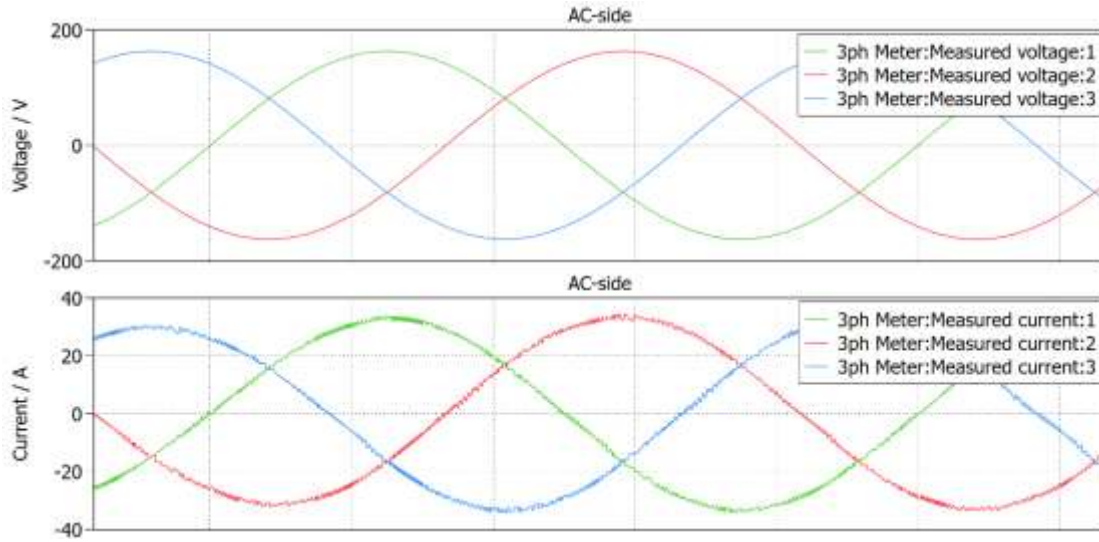


Figure 8. Zoomed steady-state waveforms of phase-a input voltage and input current over two line cycles, showing close phase alignment and near-unity power-factor operation.

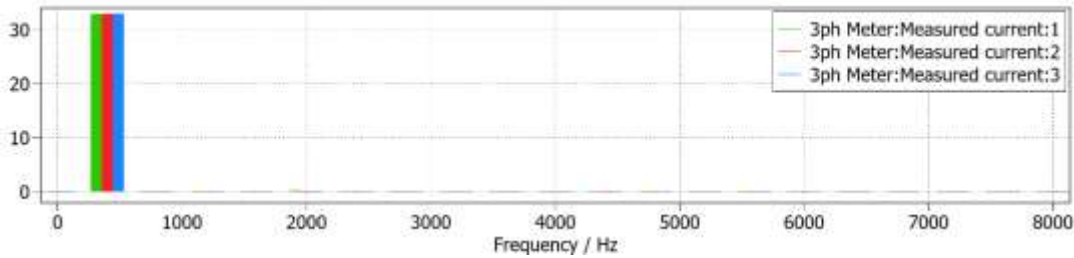


Figure 9. Steady-state harmonic spectrum of the 3-phase input current, indicating an input-current THD of approximately 3.0%.

5. Conclusion

This study presented the design and simulation of a Vienna rectifier-based TRU for a three-phase 400 Hz aircraft electrical power system with a symmetrical +270 V/0/–270 VDC output. The proposed converter regulates the total DC-link voltage at approximately 540 V while maintaining balanced voltage sharing between the two 270 V DC-bus sections.

The implemented control structure combines an outer DC-link voltage controller, a center-point voltage-balancing controller, and hysteresis-based input-current control. Under balanced operation, the converter maintained both DC-link capacitor voltages close to their reference values. When an additional 100 Ω load was applied to the positive DC-bus section at $t=0.04$ s, only a small transient deviation was observed, after which the midpoint-balancing controller restored the voltage symmetry.

The AC-side results also showed balanced and nearly sinusoidal three-phase input currents. The calculated input power factor was approximately 0.999, while the input-current total harmonic distortion was approximately 3.0%. These results indicate that the proposed Vienna rectifier configuration can simultaneously provide bipolar DC-link voltage regulation, midpoint balancing, and high-quality input-current shaping for aircraft-oriented AC–DC conversion.

The present study is limited to simulation-based validation in the PLECS environment. Future work will therefore focus on hardware implementation, experimental verification under dynamic and fault conditions, thermal performance analysis, and evaluation of the proposed converter in accordance with MIL-STD-704 and RTCA DO-160 requirements.

REFERENCES

- dos Santos, K. P., Dias, M. P., Filho, J. J. F. E., & Pomilio, J. A. (2025). Three-phase AC-DC boost PFC converter for more electrical aircraft. In *2025 Brazilian Power Electronics Conference (COBEP)*. IEEE. <https://doi.org/10.1109/COBEP66423.2025.11231474>
- Gangavarapu, S., & Rathore, A. K. (2020). A three-phase single-sensor-based Cuk-derived PFC converter with reduced number of components for more electric aircraft. *IEEE Transactions on Transportation Electrification*, 6(4), 1767–1778. <https://doi.org/10.1109/TTE.2020.2988154>
- Gu, C., Zhang, H., Buticchi, G., Sala, G., Galassini, A., Papadopoulos, S., & Degano, M. (2019). Multi-port power conversion systems for the more electric aircraft. In *Proceedings of the IEEE International Conference on Electrical Systems for Aircraft, Railway, Ship Propulsion and Road Vehicles & International Transportation Electrification Conference (ESARS-ITEC)*.
- Hakyemez, İ., Keleş, O. K., Bağrıyanık, M., & Kalenderli, Ö. (2025). 270VDC power architecture for more electric aircraft: A novel approach to modernizing large aircraft electrical systems. In *2025 7th Global Power, Energy and Communication Conference (GPECOM)*. IEEE. <https://doi.org/10.1109/GPECOM65896.2025.11061909>
- Hartmann, M., Miniboeck, J., & Kolar, J. W. (2009, February). A three-phase delta switch rectifier for more electric aircraft applications employing a novel PWM current control concept. In *2009 Twenty-Fourth Annual IEEE Applied Power Electronics Conference and Exposition* (pp. 1633-1640). IEEE.
- Khera, F. A., Gerada, C., Bozhko, S., & Wheeler, P. W. (2022). AC/DC converter topologies comparison for more electric aircraft applications. In *2022 IEEE 7th Southern Power Electronics Conference (SPEC)*. IEEE. <https://doi.org/10.1109/SPEC55080.2022.10058465>
- Khodabakhsh, J., & Moschopoulos, G. (2021). A multiport converter for more electric aircraft with hybrid AC-DC electric power system. In *2021 IEEE Energy Conversion Congress and Exposition (ECCE)*. IEEE. <https://doi.org/10.1109/ECCE47101.2021.9595630>
- Kolar, J. W., & Zach, F. C. (1994). *A novel three-phase three-switch three-level PWM rectifier*. Proceedings of the International Conference on Power Conversion, 125–138.
- Kolar, J. W., Ertl, H., & Zach, F. C. (1996). Design and experimental investigation of a three-phase high-power-density high-efficiency unity-power-factor PWM (VIENNA) rectifier employing a novel integrated power semiconductor module. *Proceedings of the Eleventh Annual Applied Power Electronics Conference and Exposition (APEC)*, 2, 514–523.
- Kolar, J. W., & Zach, F. C. (1997). A novel three-phase utility interface minimizing line current harmonics of high-power telecommunications rectifier modules. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 44(4), 456–467.
- Radmanesh, H., & Aeni, M. (2020, February). A two-stage isolated AC-DC converter for more electric aircraft. In *2020 11th Power Electronics, Drive Systems, and Technologies Conference (PEDSTC)* (pp. 1-6). IEEE.
- Roginskaya, L., Gusakov, D., & Masalimov, D. (2019, October). Multi-phase auto-and transformer rectifier system for aircraft. In *2019 International Conference on Electrotechnical Complexes and Systems (ICOECS)* (pp. 1-4). IEEE.

Singh, A., Mallik, A., & Khaligh, A. (2019, March). A comparative study of failure-tolerant three-phase RTRUs for more electric aircrafts. In *2019 IEEE Applied Power Electronics Conference and Exposition (APEC)* (pp. 1121-1127). IEEE.

Swaminathan, N., & Cao, Y. (2020). An overview of high-conversion high-voltage DC–DC converters for electrified aviation power distribution system. *IEEE Transactions on Transportation Electrification*, 6(4), 1740–1754. <https://doi.org/10.1109/TTE.2020.3009152>

UNBOUNDED WIDOM FACTORS FOR ORTHOGONAL AND RESIDUAL POLYNOMIALS

Dr. Öğretim Üyesi, Gökarp ALPAN

Sabancı Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Matematik,
gokarp.alpan@sabanciuniv.edu, ORCID ID: 0000-0002-8141-1690**Abstract**

Widom factors are used to study normalized norms of extremal polynomials in approximation theory. Although classical root asymptotics impose subexponential growth, this restriction does not prevent the factors from becoming arbitrarily large within that scale. Their behavior depends strongly on the underlying compact set and the extremal problem.

For Chebyshev polynomials, the Widom factors are bounded above on Parreau-Widom subsets of the real line, whereas suitable Cantor sets of zero Lebesgue measure may produce unbounded sequences. This contrast motivates the corresponding questions for the Hilbert norm of monic orthogonal polynomials with respect to equilibrium measures and for residual polynomials normalized at a point outside the set.

In this study, we use weakly equilibrium Cantor sets to obtain quantitative lower bounds for both problems. Given any prescribed sequence with subexponential growth, we construct a non-polar Cantor set of zero Lebesgue measure for which the Widom factors of the monic orthogonal polynomials associated with the equilibrium measure dominate that sequence at every degree.

For a suitable monotone subexponential sequence, the same construction gives power-type lower bounds for residual Widom factors, with an exponent in $(0,1)$ determined by the normalization point. The estimate holds at every degree in an unbounded gap and at all sufficiently large dyadic degrees in a bounded gap. Choosing the sequence unbounded yields unbounded residual Widom factors for every normalization point outside the set. Thus, the Chebyshev unboundedness phenomenon extends to orthogonal and residual polynomials.

Anahtar Kelimeler: Widom Factors, Chebyshev Polynomials, Orthogonal Polynomials, Residual Polynomials

DALGACIK TABANLI BERNSTEİN TİPİ LİNEER POZİTİF OPERATÖRLERİN YAKLAŞIM ÖZELLİKLERİ

YL Öğrencisi, Raghd Ahmed Saeed ALAMODI/ Prof. Dr. Harun KARSLI

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Matematik Bölümü, raga12di@gmail.com,
0009-0005-9551-987X

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Matematik Bölümü, karsli_h@ibu.edu.tr,
0000-0002-3641-9052

Özet

Uygulamalı bilimlerde karşılaşılan problemlerin matematiksel modellerinde ortaya çıkan fonksiyonların analizi ve yaklaştırılması, matematiğin temel inceleme alanlarından biridir. Fonksiyon analizi ve sinyal işlemede zaman içerisinde çeşitli yöntemler geliştirilmiş olmakla birlikte, dalgacık (wavelet) analizi fonksiyonların lokal özelliklerini inceleme ve zaman-frekans çözümlemesini gerçekleştirme açısından önemli avantajlar sağlamaktadır.

Yaklaşım teorisinde önemli bir yere sahip olan klasik Bernstein operatörünün, düzgün olmayan fonksiyonların yaklaştırılmasında ve lokal özelliklerin temsil edilmesinde bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. Bu çalışmada, dalgacık tabanlı Bernstein tipi lineer pozitif operatörlerin yaklaşım özellikleri ele alınmaktadır. Bu kapsamda, literatürde yer alan çalışmalar temel alınarak Daubechies dalgacıkları yardımıyla inşa edilen Bernstein tipi lineer pozitif operatör incelenmekte ve bu alanda elde edilmiş temel teorik sonuçlar sunulmaktadır. Operatörün momentleri, yakınsama özellikleri, yakınsama hız ve mertebesi ile farklı fonksiyon uzaylarındaki sınırlılıklarına ilişkin sonuçlar ele alınmaktadır. Böylece, dalgacık tabanlı Bernstein tipi lineer pozitif operatörlerin yaklaşım teorisindeki yeri ve sağladığı olanaklar ortaya konulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Yaklaşım Teorisi, Lineer Pozitif Operatörler, Dalgacık Analizi, Bernstein Operatörleri,

APPROXIMATION PROPERTIES OF WAVELET-BASED BERNSTEIN-TYPE LINEAR POSITIVE OPERATORS

Master's Student, Raghd Ahmed Saeed ALAMODI / Prof. Dr. Harun KARSLI
Bolu Abant İzzet Baysal University, Faculty of Science and Arts, Department of Mathematics,
raga12di@gmail.com, 0009-0005-9551-987X
Bolu Abant İzzet Baysal University, Faculty of Science and Arts, Department of Mathematics,
karsli_h@ibu.edu.tr, 0000-0002-3641-9052

Abstract

The analysis and approximation of functions arising in mathematical models of problems encountered in applied sciences constitute an important area of mathematical research. Although various methods have been developed over time in functional analysis and signal processing, wavelet analysis provides significant advantages in examining local properties of functions and performing time-frequency analysis.

The classical Bernstein operator has an important place in approximation theory; however, it has certain limitations in approximating non-smooth functions and representing local properties. In this study, the approximation properties of wavelet-based Bernstein-type linear positive operators are considered. Based on studies available in the literature, a Bernstein-type linear positive operator constructed using Daubechies wavelets is examined, and the main theoretical results obtained in this field are presented. Results concerning the moments, convergence properties, rate and order of convergence, and boundedness in different function spaces are discussed. Thus, the role of wavelet-based Bernstein-type linear positive operators in approximation theory and the advantages they provide are highlighted.

Keywords: Approximation Theory, Linear Positive Operators, Wavelet Analysis, Bernstein Operators.

DIGITAL TWIN-ASSISTED ARTIFICIAL INTELLIGENCE FRAMEWORK FOR AUTONOMOUS FAULT DETECTION AND PREDICTIVE HEALTH MONITORING OF HIGH-SPEED ROCKET PROPULSION SYSTEMS

Asst. Prof. Dr. Ercüment ÖZTÜRK¹, Asst. Prof. Dr. Amir NASER², Asst. Prof. Dr. F. Baturalp GÜNAY³

¹Karadeniz Technical University, Artificial Intelligence and Data Engineering,
ercumentozturk@ktu.edu.tr, ORCID numarası

²Avrasya University, Computer Engineering, amir.naser@avrasya.edu.tr, ORCID numarası

³Atatürk University, Computer Engineering, baturalp@atauni.edu.tr

Abstract

Reusable high-speed rocket propulsion systems are exposed to extreme thermal, mechanical and fluid dynamic loads. Early fault detection and reliable health prognosis are therefore vital to mission safety and lifecycle management. This study proposes a digital-twin-assisted artificial intelligence framework for autonomous fault detection, health index estimation and remaining useful life prediction for rocket propulsion systems. The framework combines physics-informed digital twin, multivariate telemetry fusion, an attention-based bidirectional long short-term memory network, and particle swarm optimization for automated hyperparameter and feature-weight selection. The state vector being monitored comprises signals of pressure, temperature, rotational speed, mass-flow rate, vibration, valve-position, thrust and thermal-margin. The residuals between measured and digital-twin-predicted signals are converted to a normalized health index and the optimized deep model is used for fault classification and remaining useful life estimation. A synthetic benchmark with nominal operation, sensor bias, valve degradation, turbopump efficiency loss, abnormal vibration, thermal deterioration and combined-fault conditions with 1,200 propulsion episodes is developed. The proposed PSO-Attention-BiLSTM model is compared with support vector machine, traditional LSTM, gated recurrent unit, and classic BiLSTM methods. For example, the benchmark results obtained a fault-classification accuracy of 97.4%, a macro-F1 score of 0.969, a root-mean-square error of 4.8 cycles remaining-useful-life and a mean anomaly-detection delay of 82 ms. Digital-twin residual fusion enhances robustness to combined disturbances and reduces false alarms compared to purely data-driven baselines. This framework provides a common diagnostic-prognostic architecture for next generation reusable propulsion systems and forms the basis for Monte-Carlo, hardware-in-the-loop, hot-fire and uncertainty-aware validation prior to operational deployment in safety-critical aerospace applications under heterogeneous operating conditions and limited fault data.

Keywords: digital twin; rocket propulsion; artificial intelligence; prognostics and health management; fault diagnosis; remaining useful life; BiLSTM; particle swarm optimization.

1. Introduction

Rocket propulsion systems constitute one of the most safety-critical subsystems of launch and high-speed aerospace vehicles. Liquid rocket engines, in particular, involve tightly coupled combustion, turbomachinery, propellant-feed, thermal-management, valve, and control processes operating under extreme temperatures, pressures, rotational speeds, and transient loads. Small degradations in these subsystems can propagate rapidly and result in significant performance deterioration. Consequently, condition monitoring, fault diagnosis, and prognostics have become essential elements of advanced propulsion-system health management [1,2].

Traditional condition-based maintenance architectures generally consist of data acquisition, signal processing, diagnosis, prognosis, and maintenance decision making [1]. More recent prognostics and health management (PHM) systems extend this concept by estimating both the current health condition and future degradation trajectory of the monitored system [2]. However, conventional threshold-based and purely model-based diagnostic approaches have important limitations when applied to rocket engines because nonlinear interactions, rapidly changing operating conditions, limited fault samples, and high-dimensional multisensor signals complicate the establishment of universal diagnostic thresholds.

Previous studies have therefore introduced artificial-intelligence methods for liquid rocket engine fault detection. Park and Ahn [8] developed a deep-neural-network approach for startup-transient fault detection using simulation and hot-fire information. Deng et al. [9] combined LSTM networks and generative adversarial networks, whereas Zhang et al. [10] demonstrated the potential of interpretable bidirectional LSTM models for multisensor LRE diagnosis. Recent studies have further incorporated information fusion [11], particle filtering [12], and dynamic-model-assisted transfer learning [13]. The latter is particularly important because actual failure samples from rocket engines are naturally scarce and expensive to acquire.

A complementary development is the emergence of Digital Twin (DT) technology. A Digital Twin provides a continuously updated virtual representation of a physical asset by combining physical models, sensor information, historical data, and computational intelligence [3–7]. DT-driven PHM can therefore compare actual system behavior against the behavior expected from a synchronized virtual system, allowing degradation to be characterized through physically meaningful residual signals rather than sensor measurements alone [3]. Systematic reviews identify predictive maintenance and remaining useful life estimation as major applications of Digital Twins [4–7].

Rocket-engine prognosis represents an especially promising application. Pan et al. [14,15] investigated attention and transfer-learning methods for remaining useful life prediction of rocket-engine bearings. Kanso et al. [16] combined state estimation and uncertainty quantification for combustion-chamber RUL prediction, while Thuillier et al. [18] incorporated prognostic information directly into reusable rocket-engine control. More recently, federated incremental prognostics have been investigated for spacecraft propulsion degradation under heterogeneous conditions [19].

Despite these advances, fault detection and RUL prediction are frequently studied as separate tasks. This paper proposes an integrated architecture in which a Digital Twin generates physically meaningful residuals, an attention-based BiLSTM extracts temporal degradation information, and Particle Swarm Optimization (PSO) optimizes both feature importance and model hyperparameters.

The principal contributions are:

- (i) A synchronized Digital Twin residual framework for propulsion monitoring
- (ii) A unified diagnostic-prognostic architecture performing fault classification and RUL prediction
- (iii) A PSO-based multi-objective optimization procedure and

- (iv) A health-index-driven autonomous supervisory strategy suitable for subsequent hardware-in-the-loop validation.

2. Proposed Digital Twin-Assisted PHM Framework

2.1. Propulsion-System State Representation

The monitored propulsion system is represented using the multivariate state vector

$$x_t = [P_{c,t} \ P_{f,t} \ P_{o,t} \ T_{c,t} \ \omega_t \ \dot{m}_t \ v_t \ F_t]^T$$

where (P_c) is combustion-chamber pressure, (P_f) and (P_o) are representative fuel and oxidizer feed pressures, (T_c) is thermal state, (ω) denotes turbopump rotational speed, ($\dot{m}$) is propellant mass-flow rate, (v) is vibration magnitude, and (F) represents thrust-related performance.

The Digital Twin produces the corresponding expected state

$$\hat{x}_t^{DT} = f_{DT}(x_{t-1}, u_t, \theta_t)$$

where (u_t) represents operational inputs and (θ_t) contains model parameters updated during synchronization.

The innovation of the proposed architecture is that raw telemetry is not processed independently. Instead, the AI model receives both measurements and deviations from the physics-informed Digital Twin.

The normalized residual for the (i)-th signal is calculated as

$$r_{i,t} = \frac{x_{i,t} - \hat{x}_{i,t}^{DT}}{\sigma_i + \varepsilon}$$

where (σ_i) is the residual standard deviation under nominal conditions and (ε) is a small positive constant. This formulation helps distinguish an absolute sensor excursion from a physically unexpected excursion. For example, high chamber pressure may be normal at one operating point but anomalous at another.

2.2. Health-Index Formulation

A normalized health index is constructed from Digital Twin residuals as

$$HI_t = \exp\left(-\sum_{i=1}^m w_i |r_{i,t}|\right)$$

subject to

$$0 \leq HI_t \leq 1$$

and

$$w_i \geq 0, \quad \sum_{i=1}^m w_i = 1$$

A value close to 1 represents nominal operation, whereas decreasing values indicate increasing disagreement between physical behavior and the synchronized Digital Twin. The estimated health states are divided into four supervisory regions:

$$\mathcal{H} = \{H_0, H_1, H_2, H_3\}$$

where

$$H_0 = \text{Healthy}, \quad H_1 = \text{Degraded}, \quad H_2 = \text{Critical}, \quad H_3 = \text{End-of-Life}$$

The exact limits should ultimately be derived from experimental propulsion data rather than selected arbitrarily.

2.3. Attention-Based BiLSTM Prognostic Model

LSTM architectures are appropriate for propulsion-system health monitoring because degradation is inherently temporal [9,10]. Bidirectional processing is employed during offline model development to extract degradation relationships from complete training sequences.

For an input sequence

$$Z = \{z_{t-L+1}, \dots, z_t\}$$

the feature vector contains both physical measurements and Digital Twin residuals:

$$z_t = [x_t, r_t, HI_t]$$

The forward and backward representations are combined according to

$$h_t = [h_t^{\rightarrow}; h_t^{\leftarrow}]$$

and the attention coefficient is obtained from

$$\alpha_t = \frac{\exp(q^T h_t)}{\sum_{k=1}^L \exp(q^T h_k)}$$

The context representation becomes

$$c = \sum_{t=1}^L \alpha_t h_t$$

and is processed by two output heads. The first produces fault-class probabilities,

$$\hat{y}_{fault} = \text{Softmax}(W_f c + b_f)$$

whereas the second predicts remaining useful life,

$$\widehat{RUL} = W_r c + b_r$$

Thus, the same temporal representation provides both diagnosis and prognosis.

2.4. PSO-Based Multi-Objective Optimization

Instead of manually assigning health-index weights and neural-network hyperparameters, PSO is used to optimize the vector

$$\Theta = [w_1, \dots, w_m, n_h, L, \eta, p_d]$$

where (n_h) represents the number of hidden units, (L) the sequence length, (η) the learning rate, and (p_d) the dropout probability.

The objective function is formulated as

$$\min_{\Theta} J = \lambda_1(1 - F_1) + \lambda_2 \frac{RMSE_{RUL}}{RUL_{\max}} + \lambda_3 FAR + \lambda_4 \frac{T_d}{T_{d,\max}}$$

where (F_1) represents macro-F1 score, $(RMSE_{RUL})$ denotes RUL prediction error, (FAR) is false-alarm rate, and (T_d) is anomaly-detection delay. The particle update equations are

$$\mathbf{v}_j^{k+1} = \omega \mathbf{v}_j^k + c_1 r_1 (\mathbf{p}_j^{best} - \mathbf{x}_j^k) + c_2 r_2 (\mathbf{g}^{best} - \mathbf{x}_j^k)$$

and

$$\mathbf{x}_j^{k+1} = \mathbf{x}_j^k + \mathbf{v}_j^{k+1}$$

allowing feature weighting and AI-model configuration to be optimized simultaneously.

3. Synthetic Benchmark Design

A reduced-order propulsion-system Digital Twin is assumed for methodological development. Fault profiles are introduced gradually rather than exclusively as instantaneous failures because realistic component degradation commonly evolves before reaching a critical condition.

Table 1. Synthetic benchmark configuration

Parameter	Value
Total propulsion episodes	1,200
Nominal episodes	300
Single-fault episodes	650
Combined-fault episodes	250
Monitored physical variables	8
Sampling interval	0.01 s
Diagnostic update interval	0.10 s
Sequence length	50 samples
Sensor noise	0.5–2.5% FS
Sensor bias	2–10% FS
Valve-flow degradation	5–25%
Turbopump efficiency loss	3–20%
Vibration increase	15–100%
Thermal deterioration	5–25%
PSO population	30 particles
PSO iterations	60
Independent randomized runs	20

The benchmark contains six abnormal categories: sensor bias, valve degradation, turbopump degradation, abnormal vibration, thermal deterioration, and combined degradation. The fault-sample generation concept follows the broader literature in which dynamic models and fault injection are used to compensate for the limited availability of destructive rocket-engine failure data [8,9,13]. Recent model-assisted transfer-learning research confirms the importance of physics-generated fault information for LRE diagnosis [13]. Five algorithms are compared: Support Vector Machine (SVM), LSTM, GRU, BiLSTM, and the proposed Digital-Twin-assisted PSO-Attention-BiLSTM.

4. Results and Discussion

The numerical values reported below are **illustrative synthetic benchmark values**, designed to demonstrate the statistical structure expected from the proposed study. They must not be interpreted as hot-fire or flight-test measurements and should be replaced with actual simulation or experimental outputs before formal publication.

4.1. Fault Diagnosis Performance

Table 2. Illustrative fault-diagnosis performance

Method	Accuracy (%)	Precision	Recall	Macro-F1	False Alarm Rate (%)	Detection (ms)	Delay
SVM	88.9	0.882	0.871	0.876	6.8	146	
LSTM	93.1	0.929	0.921	0.925	4.5	108	
GRU	93.8	0.935	0.930	0.932	4.1	101	
BiLSTM	95.4	0.951	0.947	0.949	3.0	94	
Proposed PSO-Attention-BiLSTM + DT	97.4	0.972	0.967	0.969	1.8	82	

The illustrative results indicate that temporal deep-learning models outperform the static SVM architecture. BiLSTM achieves a macro-F1 score of 0.949, while the proposed Digital Twin-assisted model increases this value to 0.969. More importantly, the false-alarm rate decreases from 3.0% to 1.8%. The improvement is attributable to the residual representation. Sensor values are interpreted relative to the operating condition predicted by the Digital Twin rather than through universal absolute limits. This concept is consistent with recent LRE research emphasizing multisensor temporal diagnosis, physically assisted fault generation, nonlinear state estimation, and information fusion [10–13]. Particle-filter-based diagnosis has also shown that model-derived residuals remain an important mechanism for detecting faults during highly transient startup behavior [12].

4.2. Remaining Useful Life Prediction

The second output of the framework estimates the number of future operating cycles before the health index reaches the selected failure boundary. RUL performance is evaluated using

$$MAE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |RUL_i - \widehat{RUL}_i|$$

and

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (RUL_i - \widehat{RUL}_i)^2}$$

Table 3. Illustrative RUL-prediction performance

Method	MAE (cycles)	RMSE (cycles)	(R ²)	Mean Relative Error (%)
LSTM	7.8	9.6	0.891	11.4
GRU	7.1	8.8	0.905	10.2
BiLSTM	5.6	7.0	0.934	8.0
Attention-BiLSTM	4.7	5.9	0.951	6.7
Proposed DT + PSO-Attention-BiLSTM	3.8	4.8	0.968	5.1

Rocket-engine RUL prediction has previously been investigated through Kalman filtering, uncertainty quantification, attention networks, meta-transfer learning, and lightweight neural architectures [14–18]. The proposed framework differs by using Digital Twin residuals and fault diagnosis simultaneously instead of treating prognosis as an isolated regression problem. The illustrative RMSE decreases from 7.0 cycles for standard BiLSTM to 4.8 cycles for the proposed approach, corresponding to a 31.4% reduction.

4.3. Ablation Analysis

To determine whether improvement arises from the Digital Twin, attention mechanism, or PSO optimization, an ablation analysis is included.

Table 4. Illustrative ablation analysis

Architecture	Fault Accuracy (%)	RUL RMSE (cycles)	FAR (%)
BiLSTM	95.4	7.0	3.0
BiLSTM + Attention	96.0	5.9	2.7
DT + Attention-BiLSTM	96.8	5.2	2.1
DT + PSO-Attention-BiLSTM	97.4	4.8	1.8

The ablation benchmark suggests that the Digital Twin primarily improves fault discrimination and false-alarm suppression, whereas PSO contributes to both classification and prognosis through optimized feature weighting and hyperparameter selection.

5. Autonomous Health Management Strategy

Diagnostic accuracy alone is insufficient for autonomous propulsion health management. Model outputs must ultimately be converted into interpretable supervisory information. A simple decision variable is therefore defined as

$$D_t = \mu_1(1 - HI_t) + \mu_2 P_{fault,t} + \mu_3 \left(1 - \frac{\widehat{RUL}_t}{RUL_{max}}\right)$$

where $P_{fault,t}$ is the estimated probability of an abnormal state. Low D_t represents healthy operation, whereas increasing values indicate the need for inspection, derating, maintenance, or transition to a predefined safe supervisory state. This approach should not permit an unconstrained neural network to directly modify propulsion commands. Instead, AI-generated health information should be supplied to a separately verified supervisory controller.

Recent developments reinforce the feasibility of this progression. A 2026 study implemented an online LRE fault-detection algorithm on embedded hardware and evaluated it through hardware-in-the-loop testing using both simulated and hot-fire data [20]. At the prognostic level, federated incremental learning has been demonstrated for long-term spacecraft propulsion degradation prediction [19]. These developments indicate that the transition from offline AI analysis toward embedded autonomous PHM is becoming technically realistic.

6. Limitations and Future Validation

The present framework requires several validation stages before any operational application. First, synthetic Digital Twin data cannot reproduce all combustion instabilities, cavitation phenomena, material degradation, sensor dynamics, and thermal-structural interactions present in a real rocket engine. Second, Digital Twin model mismatch can generate false residuals. Consequently, uncertainty associated with both physical-model parameters and sensor measurements must be incorporated. Third, BiLSTM uses future context during offline sequence processing. A real-time onboard implementation should therefore employ either a causal LSTM/GRU architecture or a restricted attention mechanism using only information available up to the current instant. Fourth, RUL uncertainty should be reported together with point predictions. A useful formulation is

$$P(RUL_t \in [RUL_t^-, RUL_t^+]) \geq 1 - \alpha$$

rather than relying solely on a deterministic estimate.

Finally, validation should progress from Monte Carlo simulation to processor-in-the-loop, hardware-in-the-loop, subsystem testing, and controlled hot-fire experiments. NASA has previously emphasized real-time simulation as a practical mechanism for verification of rocket propulsion diagnostic and prognostic algorithms when destructive failure injection is not feasible [21].

7. Conclusion

This paper proposes a Digital Twin-assisted artificial-intelligence framework for autonomous fault diagnosis and predictive health monitoring of high-speed rocket propulsion systems. The architecture integrates physics-informed residual generation, health-index estimation, attention-based BiLSTM modeling, RUL prediction, and PSO-based multi-objective optimization within a unified PHM framework.

Unlike conventional approaches that consider fault diagnosis and prognosis separately, the proposed system uses a common latent representation to estimate both current fault state and future degradation. Digital Twin residuals provide physically interpretable information, while the temporal AI model captures nonlinear degradation relationships that may not be apparent from fixed diagnostic thresholds.

The illustrative 1,200-episode benchmark indicates a potential fault-classification accuracy of 97.4%, macro-F1 of 0.969, false-alarm rate of 1.8%, and RUL RMSE of 4.8 operating cycles. These numerical values represent a synthetic methodological benchmark and must be replaced by outputs from an implemented propulsion simulation or experimental platform.

Future work should focus on high-fidelity thermofluid Digital Twin development, uncertainty-aware RUL prediction, causal onboard neural architectures, domain adaptation between simulated and hot-fire data, explainable fault localization, and hardware-in-the-loop verification. The resulting architecture may provide a viable foundation for next-generation autonomous and reusable aerospace propulsion health-management systems.

References

- Jardine, A. K., Lin, D., & Banjevic, D. (2006). A review on machinery diagnostics and prognostics implementing condition-based maintenance. *Mechanical systems and signal processing*, 20(7), 1483-1510.
- [2] Lei, Y., Li, N., Guo, L., Li, N., Yan, T., & Lin, J. (2018). Machinery health prognostics: A systematic review from data acquisition to RUL prediction. *Mechanical systems and signal processing*, 104, 799-834.
- [3] Tao, F., Zhang, M., Liu, Y., & Nee, A. Y. (2018). Digital twin driven prognostics and health management for complex equipment. *Cirp Annals*, 67(1), 169-172.
- [4] Van Dinter, R., Tekinerdogan, B., & Catal, C. (2022). Predictive maintenance using digital twins: A systematic literature review. *Information and software technology*, 151, 107008.
- [5] Bisanti, G. M., Mainetti, L., Montanaro, T., Patrono, L., & Sergi, I. (2023). Digital twins for aircraft maintenance and operation: A systematic literature review and an IoT-enabled modular architecture. *Internet of Things*, 24, 100991.
- [6] Chen, C., Fu, H., Zheng, Y., Tao, F., & Liu, Y. (2023). The advance of digital twin for predictive maintenance: The role and function of machine learning. *Journal of Manufacturing Systems*, 71, 581-594.
- [7] Chia, J. W., Verhagen, W. J., Silva, J. M., & Cole, I. S. (2024). A review and outlook of airframe digital twins for structural prognostics and health management in the aviation industry. *Journal of Manufacturing Systems*, 77, 398-417.
- [8] Park, S. Y., & Ahn, J. (2020). Deep neural network approach for fault detection and diagnosis during startup transient of liquid-propellant rocket engine. *Acta Astronautica*, 177, 714-730.

- [9] Deng, L., Cheng, Y., & Shi, Y. (2022). Fault detection and diagnosis for liquid rocket engines based on long short-term memory and generative adversarial networks. *Aerospace*, 9(8), 399.
- [10] Zhang, X., Hua, X., Zhu, J., & Ma, M. (2023). Intelligent fault diagnosis of liquid rocket engine via interpretable LSTM with multisensory data. *Sensors*, 23(12), 5636.
- [11] Sun, H., Cheng, Y., Jiang, B., Lu, F., & Wang, N. (2024). Anomaly detection method for rocket engines based on convex optimized information fusion. *Sensors*, 24(2), 415.
- [12] Cha, J., Ko, S., & Park, S. Y. (2024). Particle-filter-based fault diagnosis for the startup process of an open-cycle liquid-propellant rocket engine. *Sensors*, 24(9), 2798.
- [13] Wang, C., Zhang, Y., Zhao, Z., Chen, X., & Hu, J. (2024). Dynamic model-assisted transferable network for liquid rocket engine fault diagnosis using limited fault samples. *Reliability Engineering & System Safety*, 243, 109837.
- [14] Pan, T., Chen, J., Ye, Z., & Li, A. (2022). A multi-head attention network with adaptive meta-transfer learning for RUL prediction of rocket engines. *Reliability Engineering & System Safety*, 225, 108610.
- [15] Pan, T., Zhang, S., Li, F., Chen, J., & Li, A. (2023). A meta network pruning framework for remaining useful life prediction of rocket engine bearings with temporal distribution discrepancy. *Mechanical Systems and Signal Processing*, 195, 110271.
- [16] Kanso, S., Jha, M. S., Galeotta, M., & Theilliol, D. (2022). Remaining useful life prediction with uncertainty quantification of liquid propulsion rocket engine combustion chamber. *IFAC-PapersOnLine*, 55(6), 96-101.
- [17] Chelouati, M., Jha, M. S., Galeotta, M., & Theilliol, D. (2021, September). Remaining useful life prediction for liquid propulsion rocket engine combustion chamber. In *2021 5th international conference on control and fault-tolerant systems (systol)* (pp. 225-230). IEEE.
- [18] Thuillier, J., Jha, M. S., Le Martelot, S., & Theilliol, D. (2024). Prognostics aware control design for extended remaining useful life: Application to liquid propellant reusable rocket engine. *International Journal of Prognostics and Health Management*, 15(1), 1-14.
- [19] Xu, M., Jiang, J., Huang, B., Liu, S., & Ma, J. (2026). Federated incremental prognostics for system-specific degradation tracking in spacecraft propulsion systems. *Aerospace Science and Technology*, 112041.
- [20] Zhong, Z., Zhang, Z., Zhai, Z., Ma, M., Liu, J., & Chen, X. (2026). Dynamic sparse vector autoregressive moving average model for online fault detection in liquid rocket engines. *Aerospace Science and Technology*, 112071.
- [21] Aguilar, R., Luu, C., Santi, L., & Sowers, T. S. (2005). Real-time simulation for verification and validation of diagnostic and prognostic algorithms. In *41st AIAA/ASME/SAE/ASEE Joint Propulsion Conference & Exhibit* (p. 3717).
- [22] Rawat, W., & Wang, Z. (2017). Deep convolutional neural networks for image classification: A comprehensive review. *Neural computation*, 29(9), 2352-2449.
- [23] Vaswani, A., Shazeer, N., Parmar, N., Uszkoreit, J., Jones, L., Gomez, A. N., ... & Polosukhin, I. (2017). Attention is all you need. *Advances in neural information processing systems*, 30.
- [24] Kennedy, J., & Eberhart, R. (1995, November). Particle swarm optimization. In *Proceedings of ICNN'95-international conference on neural networks* (Vol. 4, pp. 1942-1948).

İĞNE YAPRAKLI ORMANLARDA ÖKSEOTU BASKISININ SİLVİKÜLTÜREL YÖNETİMİ**Dr. Öğr. Üyesi Figen ÇAKIR****Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Silvikültür, Çankırı, Türkiye**
figencakir@karatekin.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-7576-7260>**Özet**

İğne yapraklı ormanlarda yayılış gösteren ökseotu (*Viscum album* L.), özellikle çam ve göknar meşcerelerinde büyüme, yaşama gücü ve meşcere sürekliliğini etkileyen önemli bir stres etmenidir. İklim değişikliğiyle artan kuraklık ve atmosferik su talebi, konukçu–ökseotu rekabetini güçlendirerek silvikültürel yönetimi daha kritik hâle getirmektedir. Bu çalışmada, Avrupa'daki *Viscum album*–iğne yapraklı ağaç ilişkilerini ele alan saha, fizyoloji, dendrokronoloji, izleme ve modelleme çalışmaları silvikültürel bakış açısıyla eleştirel olarak değerlendirilmiştir. Bulgular, ağır enfeksiyonun konukçunun su ve mineral besin kaynakları üzerindeki baskıyı artırdığını; iğne alanı, canlı taç oranı, sürgün gelişimi, radyal büyüme ve kozalak üretimini azaltabildiğini göstermektedir. Bu etkiler kurak, sıg topraklı ve su rekabetinin yüksek olduğu yetiştirme ortamlarında belirginleşmekte; tekrarlayan kuraklıklarla birleştiğinde ölüm ve ikincil zararlı riskini yükseltmektedir. Silvikültürel açıdan, aşırı sık meşcerelerde zamanında ve ölçülü aralama konukçular arasındaki su rekabetini azaltabilir. Ancak ani kapalılık kaybı kuşlarla gerçekleşen tohum yayılışını kolaylaştırabileceğinden müdahaleler kademeli uygulanmalı ve sonuçları izlenmelidir. Tür ve yaş çeşitliliğinin artırılması, yetiştirme ortamına uygun türlerin kullanılması ve enfeksiyon odaklarının erken belirlenmesi uzun dönemli direnci destekleyebilir. Genç ve yüksek değerli ağaçlarda erken enfeksiyonların budanması; ana gövde enfeksiyonu, düşük canlı taç oranı ve geriye doğru kurumanın birlikte görüldüğü bireylerde ise selektif aralama uygulanabilir. Sonuç olarak ökseotu yönetimi, yaygın eradikasyon yerine enfeksiyon şiddeti, konukçu canlılığı, kuraklık riski ve işletme amacını birlikte değerlendiren uyarlanabilir silvikültüre dayanmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Aralama, İklim Değişikliği, Meşcere direnci, Orman sağlığı, *Viscum album*

SILVICULTURAL MANAGEMENT OF MISTLETOE PRESSURE IN CONIFEROUS FORESTS**Assist. Prof. Dr. Figen ÇAKIR****Çankırı Karatekin University, Faculty of Forestry, Silviculture, Çankırı, Türkiye
figencakir@karatekin.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-7576-7260>****Abstract**

European mistletoe (*Viscum album* L.) is an important stress factor affecting growth, vitality, and stand continuity, particularly in pine and fir forests. Increasing drought and atmospheric water demand under climate change intensify host–mistletoe competition and make silvicultural management increasingly important. This study critically evaluated field, physiological, dendrochronological, monitoring, and modelling studies addressing interactions between *Viscum album* and conifers from a silvicultural perspective. The evidence indicates that severe infection increases pressure on host water and mineral resources and may reduce needle area, live crown ratio, shoot development, radial growth, and cone production. These effects become more pronounced on dry, shallow soils and sites with intense competition for water; when combined with recurrent drought, they increase the risks of mortality and secondary damage agents. From a silvicultural perspective, timely and moderate thinning in overly dense stands may reduce competition for water among host trees. However, because abrupt canopy opening may facilitate bird-mediated seed dispersal, interventions should be gradual and their outcomes monitored. Increasing species and age diversity, using species and provenances suited to site conditions, and detecting infection foci at an early stage may support long-term stand resistance. Pruning early infections can be considered in young and high-value trees, whereas selective thinning may be appropriate when stem infection, a low live-crown ratio, and progressive crown dieback occur together. Consequently, mistletoe management should not be based on widespread eradication but on adaptive silviculture that jointly considers infection severity, host vitality, drought risk, and management objectives.

Keywords: Thinning, Climate change, Stand resilience, Forest health, *Viscum album*

GİRİŞ

Ormanlarda büyüme kaybı ve ağaç ölümü çoğu zaman tek bir etkenden kaynaklanmaz. Isınma, uzayan kurak dönemler, artan buhar basıncı açığı, böcek ve patojen baskısı ile geçmiş meşcere kuruluşu aynı ağaç üzerinde biriken stresler üretir. Ökseotu bu çoklu stres ortamında özel bir yere sahiptir. Fotosentez yapabilmesine karşın su ve mineral besin gereksiniminin önemli bölümünü konukçunun ksileminden karşılayan uzun ömürlü bir hemiparazittir (Muche et al., 2022; Zuber, 2004). Bu nedenle enfeksiyon, yalnızca dal üzerinde bulunan bir parazitin varlığı olarak değil, ağacın su bütçesini ve uzun dönemli karbon kazanımını etkileyen fizyolojik bir yük olarak değerlendirilmelidir.

İğne yapraklı ormanlarda iki konukçu ilişkisi öne çıkmaktadır. *V. album* subsp. *austriacum* başta sarıçam (*Pinus sylvestris*) ve karaçamlarla, *V. album* subsp. *abietis* ise Avrupa göknarı (*Abies alba*) ve Yunan göknarı (*A. cephalonica*) ile ilişkilidir. Bu sistemlerde enfeksiyon; iğne ve sürgün gelişiminden yıllık halka oluşumuna, kozalak üretiminden kuraklık sırasındaki ölüm riskine kadar uzanan etkilerle bağlantılıdır (Barbu, 2012; Camarero et al., 2025; Rigling et al., 2010; Tsopelas et al., 2004). Son dönem bulguları, iklim koşullarındaki değişimlerin ökseotu enfeksiyonunun yayılış alanını genişletebildiğini ve mevcut enfeksiyonların şiddetlenmesine katkıda bulunabildiğini göstermektedir (Stopyra & Klamerus-Iwan, 2026; Suárez-Herrera et al., 2025).

Ökseotunun ormancılık bakımından önemi kuraklıkla birlikte artmaktadır. Parazit, konukçudan daha düşük su potansiyeli ve yüksek terleme hızını sürdürerek ksilemden sürekli su çekerken kuraklık, kullanılabilir toprak suyunu sınırlandırmaktadır (Muche et al., 2022; Zuber, 2004). Bu etkileşim konukçunun hidrolik işlevini bozabilmekte, tepe yapısını küçültebilmekte ve uzun dönemli büyümeyi baskılayabilmektedir (González de Andrés et al., 2024; Rigling et al., 2010; Sangüesa-Barreda et al., 2013). Aşırı sık meşcerelerde ağaçlar arasındaki su rekabetinin bu baskıyı daha da artırması beklenmekle birlikte, meşcere sıklığı ile ökseotu şiddetinin ortak etkisini sınavan uzun dönemli çalışmalar sınırlıdır. Kuraklık ve ağır enfeksiyonun birlikte görülmesi, konukçuyu ikincil zararlılara ve ölüme karşı daha duyarlı hâle getirebilir (Tsopelas et al., 2004). Dolayısıyla silvikültürel değerlendirme yalnızca enfeksiyonun yaygınlığına değil; enfeksiyon şiddeti, konukçu canlılığı, meşcere yapısı ve gelecekteki su açığına birlikte dayanmalıdır.

Bununla birlikte ökseotu taşıyan ağaçların tamamını aynı risk sınıfında değerlendirmek doğru değildir. Meyveler kuşlar için mevsimsel besin oluşturur; sık dallı kümeler yapısal habitat sağlar, besince zengin döküntü, taç altında yerel besin adaları yaratabilir; enfekte ya da ölmüş ağaçların oluşturduğu açıklıklar gençleşme ve alt tabaka bileşimini değiştirebilir (Griebel et al., 2017; March & Watson, 2007; Mellado & Zamora, 2017). Bu işlevler ağır enfeksiyonun konukçu üzerindeki maliyetini ortadan kaldırmaz, ancak yönetim kararının ölçek ve amaç bağımlı olması gerektiğini gösterir. Bu çalışmanın amacı, Avrupa ve Türkiye'deki iğne yapraklı ormanlardan gelen kanıtları konukçu fizyolojisi, büyüme ve ölüm, meşcere süreçleri ve silvikültürel müdahaleler ekseninde birleştirerek risk temelli bir yönetim çerçevesi önermektir.

1. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma, eleştirel anlatısal derleme olarak yürütülmüştür. Ön taramada iğne yapraklı ormanlarda ökseotu–konukçu ilişkilerini ele alan 41 tam metin; takson, coğrafya, konukçu sistemi ve silvikültürel yönetim sorusuna katkısı bakımından değerlendirilmiştir. Avrupa ve Türkiye'deki iğne yapraklı ormanlarda *V. album* ile yürütülen saha, fizyoloji, dendrokronoloji, orman sağlığı izlemesi ve mekânsal modelleme çalışmalarının yanı sıra mekanizma veya ekosistem işlevleri bakımından karşılaştırmalı değer taşıyan yayınlar senteze uygun kabul edilmiştir. Bu değerlendirme sonucunda 24 yayın anlatısal senteze alınmış ve kaynakçada gösterilmiştir. Farklı ökseotu taksonlarına ya da ilgisiz coğrafi ve ekolojik sistemlere odaklanan, kentsel ağaçlar veya popülasyon genetiği gibi doğrudan yönetim sorusunu karşılamayan ve seçilen kanıt alanlarına ek bilgi sağlamayan 17 yayın sentez dışında bırakılmıştır.

Senteze alınan kanıtların büyük bölümü *P. sylvestris*, *P. nigra*, *A. alba* ve *A. cephalonica* sistemlerinden gelmektedir. Kuzey Amerika'daki *Arceuthobium* türleri ile Avrupa dışındaki diğer ökseotu taksonlarına ait seçilmiş çalışmalar, doğrudan yönetim kanıtı olarak değil, mekanizma ve ekosistem işlevlerini karşılaştırmak amacıyla kullanılmıştır.

Yayınlar dört kanıt alanında değerlendirilmiştir: (1) enfeksiyonun yayılışını belirleyen ağaç ve meşcere özellikleri; (2) su, karbon ve mineral beslenme mekanizmaları; (3) tepe yapısı, büyüme, üreme ve ölüm sonuçları; (4) izleme ve silvikültürel müdahale seçenekleri. Bulguların yorumunda çalışma tasarımı, örnekleme ölçeği, enfeksiyon şiddetinin tanımı, kuraklık koşulları ve enfekte ağaçların enfeksiyon öncesi büyüme eğilimleri dikkate alınmıştır. Aynı sonucu doğrudan ölçmeyen çalışmalar nicel olarak birleştirilmemiştir. Bu nedenle çalışma sistematik derleme veya meta-analiz iddiası taşımamakta; kanıtların tutarlılığı ve silvikültürel anlamı üzerinde durmaktadır.

2. BULGULAR VE TARTIŞMA

2.1. Enfeksiyon dinamikleri ve iklim etkisi

Ökseotu dağılımı ağaç ve meşcere içinde rastlantısal değildir. Büyük, yaşlı ve baskın ağaçlar daha uzun süre tohum yağışına maruz kalır; geniş tepeleri kuşlar için görünür tüneler ve daha fazla uygun dal yüzeyi oluşturur. Günümüzde ağır enfekte olan bazı ağaçların enfeksiyon öncesinde daha hızlı büyümüş olması, yalnızca zayıf bireylerin enfekte olduğu varsayımını geçersiz kılar (González de Andrés et al., 2024). Bu seçim etkisi, enfekte ve enfekte olmayan ağaçların tek tarihte karşılaştırıldığı çalışmalarda nedenselliğin dikkatle yorumlanmasını gerektirir.

Türkiye'den elde edilen bulgular da büyük ve yaşlı ağaçların enfeksiyona daha açık olabileceğine işaret etmektedir. Akkaya ve Çakır (2022), Çankırı-Eldivan'daki yaşlı Anadolu karaçamı meşceresinde ökseotu enfeksiyonunun oldukça yaygın olduğunu ve enfeksiyon şiddetinin ağaç çapı ve boyuyla birlikte arttığını belirlemiştir. Buna karşılık topoğrafik özellikler ve meşcere kapalılığı ile enfeksiyon şiddeti arasında anlamlı bir ilişki saptanmamıştır. Bu örüntü, büyük ağaçların daha uzun süre tohum yağışına maruz kalması ve kuşlar için daha belirgin konaklar oluşturmasıyla açıklanabilir. Bununla birlikte yerel bir çalışma olduğu için topoğrafya ve yetiştirme ortamı özelliklerinin enfeksiyon üzerinde etkisiz olduğu yönünde genel bir çıkarım yapılmamalıdır.

Tohumların kuşlarla taşınması, enfeksiyon odaklarının mekânsal kümelenmesini güçlendirir. Akdeniz çam ormanlarında iklim, çevredeki meyveli bitkiler ve etkili *Turdus* türlerinin peyzajdaki dağılımı, tohum taşınmasını farklı ölçeklerde birlikte açıklamıştır (Ramsauer et al., 2022). Görünür ökseotu kümesi ile ilk yerleşme arasında yıllar bulunabildiğinden güncel taç sayımı yeni enfeksiyonları eksik gösterebilir. Özellikle meyve veren dişi bireyleri taşıyan birkaç kaynak ağaç, yakın çevredeki yeni enfeksiyonların önemli bölümünü besleyebilir.

İklim iki ayrı süreç üzerinden etki eder. Ilımanlaşan kışlar, tohum ve genç ökseotu bireylerinin yaşama olasılığını artırarak yayılış sınırını genişletebilir. Sıcak ve kurak yazlar ise mevcut enfeksiyonun konukçuya maliyetini yükseltir. İspanya'daki orman hasarı ağlarından geliştirilen modeller enfeksiyon sınıflarının önceki yılın sıcaklık ve yağış koşullarıyla ilişkili olduğunu, Polonya'daki işletme kayıtları ise enfekte sarıçam alanının 2019–2025 döneminde 2.097,63 hektardan 6.058,56 hektara çıktığını göstermiştir (Stopyra & Klamers-Iwan, 2026; Suárez-Herrera et al., 2025). Ancak tarama yoğunluğu ve sınıflama değişimleri ayrıştırılmadan bu artışın tamamı biyolojik yayılış olarak yorumlanmamalıdır.

2.2. Su karbon ve besin dengesi

Ökseotunun konukçu üzerindeki temel etkisi hidrolojik rekabetle başlar. Parazit çoğu zaman konukçudan daha düşük yaprak su potansiyeli ve daha yüksek terleme hızını sürdürür. Böylece toprak–kök–gövde–dal hattındaki suyun bir bölümü ökseotu sürgünlerine yönelir. Toprak neminin yeterli olduğu dönemlerde konukçu

bu ek talebi kısmen karşılayabilir. Kuraklıkta ise aynı talep stomaların daha erken kapanmasına, fotosentezin sınırlanmasına ve hidrolik güvenlik marjının daralmasına yol açar (Muche et al., 2022; Rigling et al., 2010).

Uzun süreli su çekimi, ağacın tepe yapısında bir küçülme tepkisi oluşturabilir. İbrelerin ve ince dalların azalması su kaybını sınırlar, fakat toplam fotosentetik kapasiteyi de düşürür. Sarıçamda ağır enfeksiyon; dal uzunluğu, dallanma, ibre uzunluğu ve tutulan ibre yaş sınıfı sayısındaki azalmayla ilişkilendirilmiştir (Rigling et al., 2010). Göknarda benzer biçimde ibre boyu ve ibre tutma süresi enfeksiyon şiddeti ve tepe içindeki konuma göre azalmıştır (Barbu, 2012). Tepe seyrelmesi bu nedenle yalnızca görsel bir belirti değil, ağacın su ve karbon ekonomisindeki yapısal daralmanın sonucudur.

Ağaç halkaları ve kararlı karbon izotopları, etkinin yıllar boyunca biriktiğini göstermektedir. Ağır enfekte sarıçamlarda radyal büyümenin on yılı aşan dönemlerde baskılandığı, içsel su kullanım etkinliğinin gerilediği ve kuraklığa büyüme tepkisinin güçlendiği bildirilmiştir (Sangüesa-Barreda et al., 2013). Sarıçam ve Avrupa göknarını kapsayan daha yeni bir çalışma da ağır enfeksiyonu otuz yılı aşan temel alan artımı kaybı, yüksek buhar basıncı açığına daha güçlü duyarlılık ve odun kimyasında su–besin dengesizliğinin izleriyle ilişkilendirmiştir (González de Andrés et al., 2024). Anadolu karaçamında enfeksiyonun klorofil ve besin elementlerini azaltırken prolin, malondialdehit ve hidrojen peroksit gibi stres göstergelerini artırması, güncel fizyolojik ölçekte aynı bozulma zincirini desteklemektedir (Çakır et al., 2025).

2.3. Büyüme, üreme ve ölüm riski

Tepe alanındaki azalma ile su ve besin dengesizliği, çap ve boy artımında gerilemeye dönüşür. Etkinin büyüklüğü enfeksiyon şiddetine, konukçu türüne ve yetiştirme ortamına göre değişse de ağır enfeksiyon sınıflarında büyüme kaybı daha tutarlıdır. Yarı kurak bir sarıçam ekosisteminde enfekte alanlarda biyokütle, bonitet endeksi ve köklenme derinliği sırasıyla yaklaşık %33,5, %29,0 ve %10,5 daha düşük bulunmuştur (Usta & Yılmaz, 2025). Bununla birlikte ana materyal, toprak derinliği, topoğrafya ve meşcere geçmişi birbirine bağlı olduğundan bu farkların tamamı doğrudan ökseotuna yüklenemez.

Avrupa göknarında kıtasal, bölgesel ve yerel verileri birlikte değerlendiren bir çalışma, ağır enfeksiyonun canlılık, büyüme ve kozalak üretimini azalttığını göstermiştir (Camarero et al., 2025). Üreme kaybı, karbonun büyüme, savunma ve kozalak üretimi arasındaki paylaşımının stres altında değiştiğine işaret eder. Bu durum özellikle tohum üretim meşcerelerinde düşük ve orta enfeksiyon sınıflarının dahi izlenmesini gerekli kılar.

Ölüm bakımından en açık örnek Parnis Dağı göknar ormanından gelmektedir. Kuraklığı izleyen beş yılda orta–ağır enfekte ağaçlarda ölüm oranı %44,44, enfekte olmayanlarda %4,66 olarak kaydedilmiştir; fark yaklaşık 9,5 kattır (Tsopelas et al., 2004). Aynı dönemde kabuk böceklerinin de etkili olması nedeniyle doğru yorum, ökseotunun tek başına ölüm nedeni olduğu değil, kuraklık ve ikincil etmenlerin etkisini büyüten hazırlayıcı bir stres oluşturduğudur. Bu ayırım yönetim açısından önemlidir; yalnızca enfeksiyon varlığına göre kesim kararı vermek yerine tepe canlılığı, büyüme eğilimi ve ikincil zarar belirtileri birlikte değerlendirilmelidir.

2.4. Meşcere süreçleri ve ekolojik işlevler

Ağaç düzeyindeki büyüme ve ölüm etkileri meşcere ölçeğinde homojen dağılmaz. Enfeksiyon kümeleri, tepe seyrelmesi ve ağaç ölümü açıklıklar oluşturarak ışık, sıcaklık ve toprak nemi desenlerini değiştirir. Besince zengin ökseotu döküntüsü taç altında yerel besin adaları yaratabilir ve ayrışma dinamiklerini etkileyebilir (March & Watson, 2007). Açıklık ve zenginleşmiş mikrohabitatlar bazı odunsu gençliklerin yerleşmesini kolaylaştırarak çam baskınlığının azalmasına veya geniş yapraklı ve çalı türlerinin artmasına katkı sağlayabilir (Mellado & Zamora, 2017).

Ökseotu meyveleri kuşlar için öngörülebilir bir besin kaynağıdır; kümeler de kuşlar ve omurgasızlar için yapısal mikrohabitat sağlayabilir. Bununla birlikte ökseotunun kilit kaynak olduğuna ilişkin en güçlü deneysel kanıtlar Avrupa dışındaki orman ve ağaçlık sistemlerden gelmektedir (Watson, 2001; Watson & Herring, 2012).

Avrupa iğne yapraklı ormanlarında konukçu zararını ve biyolojik çeşitlilik yararını aynı sahada ölçen deneyler sınırlıdır. Bu nedenle ekolojik işlevler, ağır enfeksiyonun korunması için genel bir gerekçe değil, düşük riskli alanlarda bazı kaynak ağaçların bilinçli biçimde tutulmasını destekleyen bağlama bağlı bir ölçüt olarak kullanılmalıdır.

3. SİLVİKÜLTÜREL DEĞERLENDİRME

3.1. İzleme ve risk sınıflaması

Silvikültürel karar için yalnızca enfekte ağaç oranı yeterli değildir. Yaygınlık, enfeksiyonun kaç ağaçta bulunduğunu; şiddet ise bir ağaç üzerindeki yükü ve tepe içindeki konumu gösterir. Envanterlerde ağaç türü ve çapı, sosyal sınıf, canlı tepe oranı, ökseotu sayısı ve konumu, ana gövde enfeksiyonu, son dönem sürgün gelişimi, geriye doğru kuruma, böcek belirtileri, yakın çevredeki kaynak ağaçlar, meşcere kapalılığı ve yetiştirme ortamı su açığı birlikte kaydedilmelidir. Sabit ağaçlarda tekrarlı ölçüm, tek seferlik gözlemden daha değerlidir; çünkü görünür enfeksiyon ile fizyolojik gerilemenin başlangıcı aynı tarihe karşılık gelmez.

Akkaya ve Çakır (2022), ağacın tepesini üç bölüme ayıran altı sınıflı bodur ökseotu derecelendirme sistemini *V. album* için kullanmış ve enfeksiyonun çoğunlukla üst tepe bölümünde yoğunlaştığını göstermiştir. Bu yaklaşım hızlı arazi taraması ve şiddet sınıflarının karşılaştırılması bakımından kullanışlıdır. Bununla birlikte sistem bodur ökseotları için geliştirilmiştir; *V. album* izlemelerinde tek başına bir zarar eşiği gibi kullanılmamalıdır. Sınıf puanı, görülebilir birey sayısı, tepe içindeki konum, ana gövde bağlantısı, canlı tepe oranı ve tekrarlı gözlemlerle tamamlanmalıdır.

Müdahale eşiği yönetim amacına göre değiştirilmelidir. Tohum üretim meşcerelerinde kozalak verimi ve genetik kaynak, üretim ormanlarında hacim ve kalite, rekreasyon alanlarında güvenlik, koruma alanlarında ise habitat ve doğal süreçler daha yüksek ağırlık taşır. Aynı enfeksiyon düzeyi bu amaçlarda farklı kararlar üretebilir. Tablo 1, enfeksiyon yükünü konukçu durumu, kuraklık riski, mekânsal rol ve işletme amacıyla birlikte değerlendiren pratik bir çerçeve sunmaktadır.

Tablo 1. Avrupa ve Türkiye’deki iğne yapraklı ormanlarda ökseotu baskısı için risk ve müdahale çerçevesi

Eksen	Düşük risk veya ekolojik değer	Yüksek risk göstergesi	Silvikültürel karşılık
Enfeksiyon yükü	Az sayıda, küçük ve çevre dallardaki bireyler	Çok sayıda birey, üst tepe veya ana gövde enfeksiyonu	Erken izleme, uygun budama veya selektif aralama
Konukçu durumu	Yüksek canlı tepe oranı ve kararlı büyüme	Tepe seyrelmesi, büyüme düşüşü ve böcek belirtileri	Ağaç bazında koruma veya çıkarma kararı
Doğal gençlik	Sağlıklı öncü gençlik veya yalnızca hafif dal enfeksiyonu	Gençliğe bitişik yoğun kaynak ağaçlar ya da ana gövde enfeksiyonu	Sağlıklı gençliği koruma, hafif enfeksiyonda budama ve kaynak kontrolü
Yetiştirme ortamı	Derin toprak ve düşük kuraklık riski	Sığ toprak, kurak sırt ve yüksek atmosferik talep	Kuraklık riskiyle önceliklendirme ve ölçülü aralama
Mekânsal rol	Seyrek habitat ağacı ve güvenlik sorunu bulunmaması	Genç meşcereye bitişik yoğun meyveli kaynak kümesi	Düşük riskli bireyleri korurken odak kontrolü
Yönetim amacı	Koruma ve yapısal çeşitlilik	Tohum üretimi, güvenlik veya yüksek odun değeri	Amaca özgü müdahale eşiği ve izleme ölçütü

3.2. Aralama, tür çeşitliliği ve gençleştirme

Aşırı sık meşcerelerde zamanında ve ölçülü aralama, ağaçlar arasındaki su rekabetini azaltarak kalan bireylerin kuraklığa karşı direncini ve büyüme performansını destekleyebilir (Giuggiola et al., 2013). Bununla birlikte aralama, ökseotu enfeksiyonuna karşı tek başına bir mücadele yöntemi olarak değerlendirilmemelidir. Kapalılığın ani ve aşırı ölçüde azaltılması, ışık koşullarını ökseotu gelişimi açısından daha elverişli hâle getirebilir; nitekim meşcere sıklığı ve kapalılığının enfeksiyonun yayılışıyla ilişkili olduğu bildirilmektedir (Usta & Yılmaz, 2025). Ökseotu tohumlarının kuşlarla taşındığı ve yayılışın farklı mekânsal ölçeklerde şekillendiği dikkate alındığında, aralama sonrasında yeni enfeksiyon odaklarının izlenmesi önem taşımaktadır (Ramsauer et al., 2022). Aralama şiddeti ile enfeksiyon gelişimini birlikte değerlendiren uzun dönemli deneylerin sınırlı olması nedeniyle müdahaleler kademeli biçimde uygulanmalı; kalan ağaçların tepe gelişimi, büyümesi ve enfeksiyon durumu düzenli olarak izlenmelidir.

Ökseotu türlerinin belirli konukçulara yönelik tercihleri dikkate alındığında, tür ve yaş çeşitliliğinin artırılması duyarlı konukçuların meşcere içindeki kesintisiz sürekliliğini azaltma potansiyeli taşımaktadır (Zuber, 2004). Karışık ve farklı yaşlı kuruluşlar, kuraklık etkilerinin tek bir tür veya yaş sınıfında yoğunlaşmasını da sınırlayabilir; ancak tür karışımının sağladığı yarar, türlerin ekolojik özelliklerine ve yetiştirme ortamına bağlı olarak değişmektedir (Pretzsch et al., 2013). Gençleştirme çalışmalarında yalnızca mevcut koşullara değil, öngörülen iklim ve su açığına da uyum sağlayabilecek tür ve provenanslara öncelik verilmelidir. Bununla birlikte kullanılacak genetik materyalin uyumu yerel ve bölgesel denemelerle doğrulanmalı; provenans aktarımına bağlı uyumsuzluk riskleri göz ardı edilmemelidir (Aitken & Bemmels, 2016). Ağır enfekte yaşlı ağaçların bulunduğu alanlarda ise gençleştirme, enfeksiyon kaynağının azaltılması ile sağlıklı doğal gençliğin korunmasını birlikte ele alan kademeli bir müdahale olarak planlanmalıdır (Akkaya & Çakır, 2022).

3.3. Budama ve selektif aralama

Küçük ve ulaşılabilir dallardaki erken enfeksiyonlar, bağlantı noktasının yeterince gerisinden budanabilir. Yalnızca dışarıdaki yeşil sürgünün kesilmesi, konukçu dokusu içindeki endofitik sistemi bırakır ve yeniden sürgünlenmeyle sonuçlanabilir (Yüksel et al., 2005). Eldivan'da doğal gençliğin yalnızca %3'ünde ve hafif düzeyde enfeksiyon bulunması, gençliğin tümüyle uzaklaştırılması yerine enfekte dalların budanmasını desteklemiştir (Akkaya & Çakır, 2022). Budama genç, yüksek değerli ve canlı tepe oranı yüksek ağaçlarda anlamlıdır. Ağır enfekte yaşlı ağaçlarda çok sayıda kalın dalın çıkarılması ise kalan fotosentetik tepelyi daha da küçülterek ağacı hızla zayıflatır.

Ana gövde enfeksiyonuna düşük canlı tepe oranı, belirgin geriye kuruma, ardışık büyüme kaybı ve ikincil zararlı belirtilerinin eşlik etmesi, özellikle kuraklığa duyarlı veya işletme amacı bakımından öncelikli alanlarda enfekte bireyin seçici olarak çıkarılmasını gündeme getirebilir (González de Andrés et al., 2024; Sangüesa-Barreda et al., 2013; Tsopelas et al., 2004). Bununla birlikte müdahale kararı yalnızca enfeksiyonun varlığına dayandırılmamalı; ağacın canlılığı, enfeksiyon şiddeti, meyve veren kaynak ökseotlarının çevredeki yayılışa katkısı ve çıkarma sonrasında oluşacak boşluğun gençleşme üzerindeki etkileri birlikte değerlendirilmelidir (Akkaya & Çakır, 2022; Ramsauer et al., 2022; Yüksel et al., 2005). Kimyasal uygulamalar ve büyüme düzenleyicileri; endofitik sistemi bütünüyle ortadan kaldırmamaları, yeniden sürgünlenme ve konukçu zararı riskleri ile ormanlık alanlardaki uygulama güçlükleri nedeniyle geniş ölçekli ve kalıcı bir mücadele seçeneği oluşturmamaktadır (Szmidla et al., 2019). Bu nedenle orman ölçeğindeki temel yönetim araçları düzenli izleme, hafif ve erişilebilir enfeksiyonlarda budama, yüksek risk taşıyan kaynak ağaçlarda seçici çıkarma, yetiştirme ortamı koşullarına göre meşcere sıklığının düzenlenmesi ve gençleştirmenin planlanmasıdır.

3.4. Uyarlanabilir ve mekânsal yönetim

Uyarlanabilir yönetim, uygulamanın sonucunu ölçmeyi ve kararları yeni bilgiye göre değiştirmeyi gerektirir. Bir yönetim biriminde enfeksiyon haritası, canlı tepe, büyüme, ölüm ve gençleşme için başlangıç verisi oluşturulmalı; budama, aralama veya kaynak ağaç çıkarımından sonra aynı değişkenler yeniden ölçülmelidir. Başarı ölçütü kesilen ökseotu sayısı değil, kalan ağaçların yaşama gücü, yeni enfeksiyon hızı ve gençleşmenin gelişimidir.

Müdahale mekânda tek tip uygulanmamalıdır. Düşük kuraklık riskli, yol ve altyapıdan uzak, iyi tepe durumuna sahip bazı ökseotlu ağaçlar habitat ve besin kaynağı olarak korunabilir. Buna karşılık tohum üretim meşcereleri, genç meşcerelerin bitişindeki yoğun meyveli kaynak ağaç kümeleri, kurak sırtlar, sık topraklar ve güvenlik açısından kritik alanlar daha düşük müdahale eşiği gerektirir. Bu mozaik yaklaşımı, ekolojik işlevleri korurken yüksek riskli odaklarda gecikmeden müdahale edilmesini sağlar.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Avrupa ve Türkiye'deki iğne yapraklı ormanlardan gelen kanıtlar, ağır *Viscum album* enfeksiyonunun konukçu su ve mineral kaynaklarını zorladığını, fotosentetik tepelyi küçülttüğünü, su kullanım etkinliğini düşürdüğünü ve uzun süreli büyüme kayıpları oluşturduğunu göstermektedir. Kuraklık ve yüksek atmosferik su talebi bu maliyeti artırır; ikincil zararlılarla birleştiğinde ölüm ve üreme kaybı riski yükselir. Bununla birlikte ökseotunun döküntü, meyve, mikrohabitat ve açıklık oluşumu üzerinden meşcere heterojenliğine katkısı, bütün enfekte ağaçların aynı kararlar yönetilemeyeceğini gösterir. Eldivan'da yaşlı üst tabakadaki çok yüksek enfeksiyona karşılık doğal gençlikteki düşük ve hafif enfeksiyon, kaynak ağaç kontrolü ile sağlıklı öncü gençliğin korunmasının aynı gençleştirme planında birleştirilebileceğini ortaya koymaktadır (Akkaya & Çakır, 2022).

Uygulanabilir yönetim altı önceliğe dayanmalıdır: (1) yaygınlık ve enfeksiyon şiddetinin ayrı izlenmesi; (2) konukçu canlılığı ile kuraklık riskinin aynı haritada değerlendirilmesi; (3) aşırı sık meşcerelerde ölçülü ve kademeli aralama; (4) tür ve yaş çeşitliliğinin artırılması ve gençleştirmede yetiştirme ortamına uygun materyalin

kullanılması; (5) genç ve değerli ağaçlarda erken budama; (6) ana gövde enfeksiyonu ve belirgin tepe gerilemesi bulunan kaynak ağaçlarda seçici çıkarma ile gençleştirmenin birlikte planlanması. Müdahale sonrasında büyüme, yeni enfeksiyon, ölüm ve gençleşme yeniden ölçülmelidir. Böylece yönetim, yaygın eradikasyondan uzaklaşarak meşcerenin dayanıklılığını artıran ve düşük riskli alanlardaki ekolojik işlevleri koruyan uyarlanabilir bir silvikültür programına dönüşebilir.

KAYNAKLAR

- Aitken, S. N., Bemmels, J. B. (2016). Time to get moving: Assisted gene flow of forest trees. *Evolutionary Applications*, 9(1), 271–290. <https://doi.org/10.1111/eva.12293>
- Akkaya, D., Çakır, F. (2022). Çankırı Eldivan yöresinde Anadolu karaçamı (*Pinus nigra* subsp. *pallasiana* [Lamb.] Holmboe) doğal gençliklerine çam ökseotu (*Viscum album* subsp. *austriacum* [Wiesb.] Vollm.) bulaşma derecesinin belirlenmesi ve silvikültürel yaklaşımlar. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 8(2), 73–79. <https://doi.org/10.53516/ajfr.1213327>
- Barbu, C. O. (2012). Impact of white mistletoe (*Viscum album* ssp. *abietis*) infection on needles and crown morphology of silver fir (*Abies alba* Mill.). *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 40(2), 152–158. <https://doi.org/10.15835/nbha4027906>
- Çakır, F., Çiçek, N., Yücedağ, C. (2025). Impacts of pine mistletoe on the physiological traits and plant nutrients of Anatolian black pine. *European Journal of Plant Pathology*, 173, 277–287. <https://doi.org/10.1007/s10658-025-03059-4>
- Camarero, J. J., Rubio-Cuadrado, Á., González de Andrés, E., Gazol, A. (2025). Mistletoe negatively impacts vigor, growth and reproduction of silver fir forests at regional and local scales. *Forest Ecology and Management*, 586, 122693. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2025.122693>
- Giuggiola, A., Bugmann, H., Zingg, A., Dobbertin, M., Rigling, A. (2013). Reduction of stand density increases drought resistance in xeric Scots pine forests. *Forest Ecology and Management*, 310, 827–835. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2013.09.030>
- González de Andrés, E., Gazol, A., Querejeta, J. I., Colangelo, M., Camarero, J. J. (2024). Mistletoe-induced carbon, water and nutrient imbalances are imprinted on tree rings. *Tree Physiology*, 44(9), tpae106. <https://doi.org/10.1093/treephys/tpae106>
- Griebel, A., Watson, D. M., Pendall, E. (2017). Mistletoe, friend and foe: Synthesizing ecosystem implications of mistletoe infection. *Environmental Research Letters*, 12(11), 115012. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa8fff>
- March, W. A., Watson, D. M. (2007). Parasites boost productivity: Effects of mistletoe on litterfall dynamics in a temperate Australian forest. *Oecologia*, 154(2), 339–347. <https://doi.org/10.1007/s00442-007-0835-7>
- Mellado, A., Zamora, R. (2017). Parasites structuring ecological communities: The mistletoe footprint in Mediterranean pine forests. *Functional Ecology*, 31(11), 2167–2176. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.12907>
- Muche, M., Muasya, A. M., & Tsegay, B. A. (2022). Biology and resource acquisition of mistletoes, and the defense responses of host plants. *Ecological Processes*, 11, 24. <https://doi.org/10.1186/s13717-021-00355-9>
- Pretzsch, H., Schütze, G., Uhl, E. (2013). Resistance of European tree species to drought stress in mixed versus pure forests: Evidence of stress release by inter-specific facilitation. *Plant Biology*, 15(3), 483–495. <https://doi.org/10.1111/j.1438-8677.2012.00670.x>
- Ramsauer, J., Brotons, L., Herrando, S., Morán-Ordóñez, A. (2022). A multi-scale landscape approach to understand dispersal of the mistletoe by birds in Mediterranean pine forests. *Landscape Ecology*, 37(2), 511–528. <https://doi.org/10.1007/s10980-021-01369-6>
- Rigling, A., Eilmann, B., Koechli, R., Dobbertin, M. (2010). Mistletoe-induced crown degradation in Scots pine in a xeric environment. *Tree Physiology*, 30(7), 845–852. <https://doi.org/10.1093/treephys/tpq038>

- Sangüesa-Barreda, G., Linares, J. C., Camarero, J. J. (2013). Drought and mistletoe reduce growth and water-use efficiency of Scots pine. *Forest Ecology and Management*, 296, 64–73. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2013.01.028>
- Stopyra, M., Klamerus-Iwan, A. (2026). Dynamics of mistletoe infestation in pine stands of the Regional Directorate of State Forests in Krosno. *Sylvan*, 170(1), 66–79. <https://doi.org/10.26202/sylvan.2025055>
- Suárez-Herrera, S., Moreno-Fernández, D., Cañellas, I., Alberdi, I., Hernández Mateo, L., Oliveira, N., Montes, F., Adame, P. (2025). Climate-driven increase in mistletoe infestation in Iberian pine forests. *Forest Ecology and Management*, 582, 122566. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2025.122566>
- Szmidla, H., Tkaczyk, M., Plewa, R., Tarwacki, G., Sierota, Z. (2019). Impact of common mistletoe (*Viscum album* L.) on Scots pine forests—A call for action. *Forests*, 10(10), 847. <https://doi.org/10.3390/f10100847>
- Tsopelas, P., Angelopoulos, A., Economou, A., Soulioti, N. (2004). Mistletoe (*Viscum album*) in the fir forest of Mount Parnis, Greece. *Forest Ecology and Management*, 202(1-3), 59–65. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2004.06.032>
- Usta, A., Yilmaz, M. (2025). Ecological assessments on pine mistletoe infection in a semi-arid Scots pine ecosystem: Parent materials, soil, and productivity. *Plant and Soil*, 515(2), 1975-1997. <https://doi.org/10.1007/s11104-025-07699-7>
- Watson, D. M. (2001). Mistletoe—A keystone resource in forests and woodlands worldwide. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 32, 219–249. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.32.081501.114024>
- Watson, D. M., Herring, M. (2012). Mistletoe as a keystone resource: An experimental test. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 279(1743), 3853–3860. <https://doi.org/10.1098/rspb.2012.0856>
- Yüksel, B., Akbulut, S., Keten, A. (2005). Çam ökseotu (*Viscum album* ssp. *austriacum* (Wiesb.) Vollman)’nun zararı, biyolojisi ve mücadelesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi Seri A*, (2), 111–124.
- Zuber, D. (2004). Biological flora of Central Europe: *Viscum album* L. *Flora*, 199(3), 181–203. <https://doi.org/10.1078/0367-2530-00147>

TERAPİ BAHÇELERİNDE TIBBİ VE AROMATİK BİTKİLERİN EKOLOJİK, İŞLEVSEL VE TASARIMSAL AÇIDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Doç. Dr. Ebru GÜL¹/Doç. Dr. Nuray ÇİÇEK²/ Prof. Dr. Melda DÖLARSLAN³

¹Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Toprak İlmi ve Ekoloji, ebru@karatekin.edu.tr, 0000-0002-5254-8233

²Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Bitki Materyali ve Yetiştiriciliği, ciceknuray@karatekin.edu.tr, 0000-0001-5044-5276

³Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Bitki Coğrafyası, melda.dolarslan@hbv.edu.tr, 0000-0002-8517-3722

Özet

Terapi bahçelerinde bitki seçimi; estetik ve duysal özelliklerin yanı sıra türlerin ekolojik gereksinimleri, yetiştiricilik özellikleri, coğrafi uygunlukları, kullanıcı güvenliği ve terapötik işlevleriyle ilişkili çok boyutlu bir süreçtir. Bu çalışmanın amacı, terapi bahçelerinde kullanılabilecek tıbbi ve aromatik bitkilerin ekolojik, işlevsel ve tasarimsal özelliklerini disiplinler arası bir yaklaşımla değerlendirmek ve bitki seçimine yönelik bütüncül bir çerçeve ortaya koymaktır. Bu amaçla terapi bahçeleri, terapötik peyzaj, hortikültürel terapi, tıbbi ve aromatik bitkiler, bitki ekolojisi, yetiştiricilik ve bitkisel tasarım konularındaki ulusal ve uluslararası literatür incelenmiştir. Değerlendirmede türlerin toprak, su ve ışık gereksinimleri, kuraklığa toleransları, doğal yayılışları ve fitocoğrafik özelliklerinin yanı sıra yetiştiricilik ve bakım gereksinimleri, duysal ve terapötik nitelikleri, kullanıcı güvenliği ve tasarimsal işlevleri dikkate alınmıştır. Literatür bulguları, terapi bahçelerinde bitki seçiminin yalnızca aromatik veya görsel özelliklere dayandırılmasının yeterli olmadığını; ekolojik uygunluk, bakım gereksinimi, kullanıcı güvenliği ve tasarimsal işlevlerin birlikte ele alınmasının gerekli olduğunu göstermektedir. Özellikle bulunduğu bölgenin iklim, toprak ve su koşullarına uyum sağlayabilen türlerin kullanımı, bakım gereksinimlerinin azaltılması ve bitkilendirme sürekliliğinin desteklenmesi açısından önem taşımaktadır. Sonuç olarak, terapi bahçelerinde tıbbi ve aromatik bitkilerin seçimi; ekolojik uygunluk, yetiştiricilik özellikleri, duysal ve terapötik değer, kullanıcı güvenliği ve tasarimsal işlevlerin birlikte değerlendirildiği çok ölçütlü bir yaklaşıma dayandırılmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Terapi bahçeleri, Tıbbi ve aromatik bitkiler, Terapötik bitkilendirme, Bitki kompozisyonu

ECOLOGICAL, FUNCTIONAL, AND DESIGN-ORIENTED EVALUATION OF MEDICINAL AND AROMATIC PLANTS IN THERAPEUTIC GARDENS**Assoc. Prof. Dr. Ebru GÜL¹ / Assoc. Prof. Dr. Nuray ÇİÇEK² / Prof. Dr. Melda DÖLARSLAN³****¹Çankırı Karatekin University, Faculty of Forestry, Department of Soil Science and Ecology,
ebru@karatekin.edu.tr, 0000-0002-5254-8233****²Çankırı Karatekin University, Faculty of Forestry, Department of Plant Materials and Cultivation,
ciceknuray@karatekin.edu.tr, 0000-0001-5044-5276****³Ankara Hacı Bayram Veli University, Faculty of Letters, Department of Plant Geography,
melda.dolarslan@hbv.edu.tr, 0000-0002-8517-3722****Abstract**

Plant selection in therapeutic gardens is a multidimensional process that involves not only aesthetic and sensory characteristics but also the ecological requirements, cultivation characteristics, geographical suitability, user safety, and therapeutic functions of plant species. This study aims to evaluate the ecological, functional, and design-related characteristics of medicinal and aromatic plants suitable for use in therapeutic gardens through an interdisciplinary approach and to provide an integrated framework for plant selection. For this purpose, national and international literature on therapeutic gardens, therapeutic landscapes, horticultural therapy, medicinal and aromatic plants, plant ecology, cultivation, and planting design was reviewed. The evaluation considered the soil, water, and light requirements of the species, their drought tolerance, natural distribution, and phytogeographical characteristics, as well as their cultivation and maintenance requirements, sensory and therapeutic qualities, user safety, and design functions. The literature indicates that plant selection in therapeutic gardens should not be based solely on aromatic or visual characteristics; ecological suitability, maintenance requirements, user safety, and design functions should also be considered together. In particular, the use of species adapted to the climatic, soil, and water conditions of the region is important for reducing maintenance requirements and supporting the long-term sustainability of planting. In conclusion, the selection of medicinal and aromatic plants for therapeutic gardens should be based on a multi-criteria approach that integrates ecological suitability, cultivation characteristics, sensory and therapeutic value, user safety, and design functions.

Keywords: Therapeutic gardens, Medicinal and aromatic plants, Therapeutic planting, Plant composition

GİRİŞ

Terapi bahçeleri, doğal unsurların ve peyzaj bileşenlerinin bireylerin fiziksel ve psikolojik iyilik halini destekleyecek biçimde düzenlendiği açık alanlardır. Sağlık ve bakım çevrelerinde doğayla etkileşimi destekleyen bu alanların terapötik niteliği yalnızca yeşil alan varlığına değil, kullanıcı gereksinimlerinin, duyuşal uyarıların, bitkisel materyalin ve mekansal organizasyonun birlikte ele alınmasına bağlıdır (Pouya & Demirel, 2015; Sakıcı & Var, 2014). Güncel çalışmalar, terapi bahçelerinin farklı kullanıcı gruplarının doğayla etkileşim kurmasına olanak sağladığını ve özellikle görsel, kokusal ve dokunsal deneyimlerin terapötik çevrenin oluşturulmasında önemli bir rol üstlenebildiğini göstermektedir (Huang & Yuan, 2024; Özdemir et al., 2024; Carroll et al., 2024). Sağlık kurumlarındaki bahçe uygulamalarını inceleyen sistematik kapsam derlemesi de terapötik, duyuşal ve iyileştirici bahçelerin farklı kullanıcı gruplarının sağlık ve iyilik haliyle ilişkili çeşitli sonuçlar açısından değerlendirildiğini ortaya koymaktadır (Carroll et al., 2024).

Bitkisel materyal, terapi bahçelerinde kullanıcı ile çevre arasındaki etkileşimin temel bileşenlerinden biridir. Bu bağlamda tıbbi ve aromatik bitkiler; renk, koku, doku ve mevsimsel özelliklerinin yanı sıra yetiştirme ve bakım faaliyetlerine olanak sağlamaları nedeniyle terapötik peyzaj açısından önemli bir potansiyel taşımaktadır. Özellikle aromatik bitkilerin oluşturduğu kokusal çevre, açık alanlarda duyuşal deneyimin güçlendirilmesine katkı sağlayabilmektedir (Huang & Yuan, 2024). Bununla birlikte tıbbi ve aromatik bitkilerin terapi bahçelerindeki değeri yalnızca tıbbi kullanım geçmişleri veya aromatik özellikleriyle sınırlı değildir. Bu bitkilerin ekolojik gereksinimleri, yetiştiricilik özellikleri, doğal yayılışları, kullanıcı güvenliği ve tasarimsal işlevleri de bitki seçiminde dikkate alınması gereken unsurlardır.

Tıbbi ve aromatik bitkiler ekolojik gereksinimleri, yetiştirme ortamları ve kullanım özellikleri bakımından geniş bir çeşitlilik göstermektedir. Bu nedenle terapötik veya duyuşal açıdan öne çıkan bir türün her iklim ve yetiştirme ortamı için uygun kabul edilmesi mümkün değildir. Bitkinin toprak, su ve ışık gereksinimleri, kuraklığa toleransı, bakım ihtiyacı ve coğrafi uygunluğu terapötik ve tasarimsal özellikleriyle birlikte değerlendirilmelidir (Pimentel et al., 2024). Benzer biçimde toksisite, alerjenlik, tahriş edicilik veya fiziksel yaralanmaya neden olabilecek özellikler, özellikle çocuklar, yaşlılar ve özel gereksinimli bireylerin kullandığı terapi bahçelerinde bitki seçiminin önemli bir boyutunu oluşturmaktadır (Dinu Roman Szabo et al., 2023; Pimentel et al., 2024).

Bu çalışmanın amacı, terapi bahçelerinde kullanım potansiyeli bulunan tıbbi ve aromatik bitkileri ekolojik ve yetiştiricilik özellikleri, coğrafi ve fitocoğrafik uygunlukları, duyuşal ve terapötik nitelikleri, kullanıcı güvenliği ve tasarimsal işlevleri açısından literatüre dayalı olarak değerlendirmek ve bitki seçimine yönelik bütüncül bir çerçeve ortaya koymaktır. Bu doğrultuda çalışma, terapötik değer ile ekolojik uygunluğun birlikte ele alınmasına dayanan çok ölçütlü bir bitki seçimi yaklaşımını esas almaktadır.

1. TERAPİ BAHÇELERİ VE TIBBİ-AROMATİK BİTKİLERE İLİŞKİN KURAMSAL TEMELLER

1.1. Terapi Bahçeleri ve Terapötik Peyzaj

Terapi bahçeleri, doğayla etkileşimin bireylerin fiziksel, psikolojik ve sosyal iyilik halini destekleyecek biçimde planlandığı özel peyzaj alanlarıdır. Bu alanların temel amacı, kullanıcıların doğal çevreyle pasif veya aktif biçimde etkileşim kurmasına olanak sağlayarak iyileştirici ve destekleyici bir çevre oluşturmaktır. Bu nedenle tasarımın yalnızca estetik kaygılar doğrultusunda değil, kullanıcıların fiziksel, duyuşal ve psikolojik gereksinimlerini dikkate alan işlevsel bir yaklaşımla geliştirilmesi gerekmektedir (Sakıcı & Var, 2014; Şensoy, 2017; Pimentel et al., 2024).

Terapi bahçelerinin planlama ve tasarımında kullanıcı grubunun özellikleri belirleyici bir unsurdur. Çocuklar, yaşlılar, fiziksel veya zihinsel engelli bireyler ile farklı sağlık gereksinimlerine sahip kullanıcıların mekândan beklentileri ve çevresel uyarılara verdikleri tepkiler farklılık gösterebilmektedir. Bu nedenle tasarımın yalnızca

estetik kaygılar doğrultusunda değil, kullanıcıların fiziksel, duysal ve psikolojik gereksinimlerini dikkate alan işlevsel bir yaklaşımla geliştirilmesi gerekmektedir (Sakıcı & Var, 2014; Pimentel et al., 2024).

Terapötik peyzaj yaklaşımında doğayla kurulan ilişkinin niteliği kültürel ve coğrafi bağlama göre değişebilmektedir. Cai et al., (2025), özellikle Doğu bahçe geleneğinde doğal unsurların sembolik, estetik ve düşünsel anlamlarıyla birlikte ele alındığını; su, bitki, taş ve mekânsal düzenlemelerin kullanıcı ile doğa arasında bütüncül bir ilişki kurulmasına katkı sağladığını belirtmektedir. Bu yaklaşım, terapi bahçelerinin yalnızca belirli tasarım elemanlarının bir araya getirildiği alanlar olarak değil, kullanıcı deneyimi ile doğal ve kültürel çevre arasındaki ilişkinin birlikte değerlendirildiği peyzajlar olarak ele alınması gerektiğini göstermektedir.

Terapi bahçelerinde duysal deneyim, terapötik çevrenin oluşturulmasında önemli bir bileşendir. Görsel özelliklerin yanı sıra bitkilerin kokusu, dokusu, mevsimsel değişimi ve çevrede oluşturduğu diğer duysal uyaranlar kullanıcıların mekânla etkileşimini güçlendirebilmektedir. Huang ve Yuan (2024), özellikle kokunun terapötik peyzaj deneyimindeki rolüne dikkat çekerken; terapötik peyzaj literatürünü duysal açıdan inceleyen kapsam derlemesi, görsel deneyimin yanı sıra işitsel, kokusal ve dokunsal deneyimlere yönelik ilginin giderek arttığını ortaya koymaktadır (Bell et al., 2023). Bu açıdan bitkisel materyal, terapi bahçelerinde yalnızca fiziksel mekânı biçimlendiren bir peyzaj ögesi değil, aynı zamanda çok duysal deneyimin oluşturulmasına katkı sağlayan temel bir tasarım bileşenidir.

Bununla birlikte terapi bahçelerinin terapötik niteliğinin yalnızca duysal çeşitlilik üzerinden değerlendirilmesi yeterli değildir. Bitkilerin ekolojik gereksinimleri, yetiştirme ortamına uygunlukları, bakım ihtiyaçları ve kullanıcı güvenliği de bahçenin uzun dönemli işlevselliğini etkileyen unsurlardır. Bu nedenle terapötik peyzaj tasarımında kullanıcı gereksinimleri ile bitkilerin ekolojik ve işlevsel özelliklerinin birlikte değerlendirilmesi, sürdürülebilir ve güvenli bir bitkilendirme yaklaşımının oluşturulması açısından önem taşımaktadır (Pimentel et al., 2024).

1.2. Terapi Bahçelerinde Bitkisel Materyalin Rolü

Hortikültürel terapi, bitki yetiştirme ve bakım faaliyetlerinin belirli terapötik amaçlar doğrultusunda yapılandırıldığı uygulamalı bir yaklaşım olarak ele alınmaktadır. Ekim, dikim, sulama, budama, bitki bakımı ve hasat gibi faaliyetler bireyin bitkilerle doğrudan etkileşim kurmasına olanak sağlarken; fiziksel, bilişsel, duysal ve sosyal süreçlerin desteklenmesinde de kullanılabilir (Özdemir et al., 2024). Hortikültürel terapinin stres üzerindeki etkilerini inceleyen sistematik derleme ve meta-analiz bulguları, psikolojik stres göstergeleri açısından olumlu sonuçlar bildirmekle birlikte fizyolojik göstergelerde aynı düzeyde anlamlı bir etkinin ortaya konulmadığını göstermektedir (Lu et al., 2023). Bu durum, hortikültürel terapinin olası etkilerinin kullanıcı grubu, uygulama biçimi ve çevresel koşullar dikkate alınarak değerlendirilmesi gerektiğine işaret etmektedir.

Hortikültürel terapi ile terapi bahçesi kavramları birbiriyle ilişkili olmakla birlikte aynı anlamı taşımamaktadır. Hortikültürel terapi, belirli amaçlar doğrultusunda gerçekleştirilen bitki temelli faaliyetleri ifade ederken; terapi bahçesi bu faaliyetlerin gerçekleştirilebildiği ve kullanıcıların bitkilerle aktif veya pasif etkileşim kurmasına olanak sağlayan fiziksel çevreyi oluşturmaktadır. Bu nedenle bir terapi bahçesi hortikültürel terapi uygulamalarına uygun biçimde tasarlanabileceği gibi, kullanıcıların bitkileri gözlemleme, koklama, dokunma, dinlenme veya doğayla etkileşim kurma gibi daha pasif deneyimlerine de olanak sağlayabilir (Pouya & Demirel, 2015; Özdemir et al., 2024).

Hortikültürel terapi uygulamalarının niteliği, hedef kullanıcı grubunun özelliklerine ve uygulamanın amaçlarına göre farklılaşabilmektedir. Bitki yetiştirme ve bakım süreçleri; bireyin fiziksel kapasitesi, bilişsel özellikleri, duysal gereksinimleri ve katılım düzeyi dikkate alınarak düzenlenmelidir. Bu durum, terapi bahçelerinin tasarımında erişilebilirliğin ve kullanıcı güvenliğinin yanı sıra bitkisel materyalin özelliklerinin de önem kazanmasına neden olmaktadır. Özellikle bitkilere doğrudan temasın söz konusu olduğu uygulamalarda toksik, dikenli veya keskin yapılı, kontakt dermatite neden olabilecek ya da yaygın alerjik reaksiyonlarla ilişkili polen

üreten bitkilerin kullanımında dikkatli olunması önerilmektedir (Pimentel et al., 2024; Wichrowski & Moscovici, 2024).

Tıbbi ve aromatik bitkiler, hortikültürel terapi uygulamalarında farklı duylara hitap edebilmeleri ve çeşitli yetiştirme faaliyetlerine olanak sağlamaları bakımından önemli bir bitki grubudur. Koku, renk ve doku özellikleri kullanıcıların bitkilerle duysal etkileşimini artırabilirken; ekim, bakım ve hasat gibi uygulamalar aktif katılımı destekleyebilmektedir. Bununla birlikte, bu bitkilerin terapi bahçelerinde kullanımı yalnızca aromatik veya geleneksel kullanım özelliklerine dayandırılmamalıdır. Türlerin yetiştirme ortamına uygunluğu, bakım gereksinimleri ve kullanıcı açısından oluşturabileceği riskler de kullanım kararının bir parçası olarak değerlendirilmelidir.

1.3. Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Terapi Bahçelerindeki Yeri

Tıbbi ve aromatik bitkiler; içerdiği uçucu yağlar, karakteristik koku özellikleri, renk ve dokusal çeşitlilikleri ile geleneksel kullanım biçimleri nedeniyle terapi bahçelerinde işlevsel ve duysal açıdan değerlendirilebilecek önemli bir bitki grubudur. Türkiye, farklı iklim ve yetiştirme ortamlarının sağladığı floristik çeşitlilik nedeniyle tıbbi ve aromatik bitkiler bakımından önemli bir potansiyele sahiptir. Bu bitkiler gıda, tıp, kozmetik ve benzeri alanlardaki kullanımlarının yanı sıra peyzaj düzenlemelerinde de değerlendirilebilmektedir (Pakdemirli et al., 2021). Türkiye'deki Toplum Ruh Sağlığı Merkezlerinin terapi bahçelerinde kullanılan bitkileri değerlendiren Satıl ve Aktaş (2021) da bitkisel materyalin terapötik peyzaj içerisindeki kullanımına ilişkin ulusal ölçekte örnekler ortaya koymaktadır.

Tıbbi ve aromatik bitkiler içerisinde özellikle *Lamiaceae* familyasına ait türler, aromatik özellikleri ve yaygın kullanım biçimleriyle öne çıkmaktadır. *Lavandula*, *Salvia*, *Thymus*, *Mentha*, *Origanum* ve *Melissa* gibi cinslere ait türler, uçucu yağ içerikleri ve belirgin kokularının yanı sıra geleneksel olarak tıbbi, aromatik ve mutfak amaçlı kullanımlarıyla bilinmektedir (Ivanova et al., 2022). Bu özellikler, söz konusu bitkilerin terapi bahçelerinde kokusal ve dokusal deneyimlerin oluşturulması açısından değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır.

Terapi bahçelerinde tıbbi ve aromatik bitkilerin önemi, yalnızca geleneksel tıbbi kullanımlarından kaynaklanmamaktadır. Bitkilerin kokusu, rengi, dokusu, çiçeklenme özellikleri ve mevsimsel değişimleri kullanıcıların farklı duylarla çevreyi deneyimlemelerine olanak sağlayabilir. Özellikle aromatik türlerin oluşturduğu kokusal çevre, mekânın algılanmasında ve kullanıcıların bitkilerle etkileşiminde önemli bir bileşen olarak değerlendirilmektedir (Huang & Yuan, 2024). Bu nedenle tıbbi ve aromatik bitkiler, terapi bahçelerinde hem duysal deneyimin hem de bitkisel kompozisyonun oluşturulmasında işlevsel bir rol üstlenebilir.

Bu bitkiler aynı zamanda hortikültürel terapi kapsamında gerçekleştirilebilecek ekim, dikim, sulama, bakım ve hasat gibi uygulamalara olanak sağlamaları bakımından da önemlidir. Kullanıcıların bitkilerin gelişim süreçlerini gözlemlemesi ve bakım faaliyetlerine katılması, bitkilerle aktif etkileşim kurulmasına olanak sağlamaktadır. Bununla birlikte bitkinin tıbbi veya aromatik nitelik taşıması, terapi bahçesinde kullanılması için tek başına yeterli bir ölçüt değildir. Türlerin yetiştirme ortamı istekleri, iklim ve toprak koşullarına uyumu, su ve bakım gereksinimleri, kullanıcı güvenliği ve tasarımsal özellikleri de seçim sürecinde dikkate alınmalıdır.

Bu bağlamda tıbbi ve aromatik bitkilerin terapi bahçelerinde kullanımı, duysal ve terapötik değer ile ekolojik uygunluk arasında kurulacak ilişkiye dayandırılmalıdır. Yetiştirme ortamına uyum sağlayabilen ve düşük bakım gerektiren türlerin tercih edilmesi, bitkilendirmenin devamlılığını desteklerken; toksik, alerjen, tahriş edici veya fiziksel yaralanma riski taşıyan özelliklerin değerlendirilmesi kullanıcı güvenliği açısından önem taşımaktadır (Pimentel et al., 2024). Dolayısıyla terapi bahçelerinde tıbbi ve aromatik bitki seçimi, bitkilerin kullanım değerinin yanı sıra ekolojik, yetiştiricilik, güvenlik ve tasarım özelliklerinin birlikte değerlendirildiği çok ölçütlü bir yaklaşımı gerektirmektedir.

1.4. Ekolojik Uygunluk ve Sürdürülebilir Bitki Seçimi

Terapi bahçelerinde bitki seçiminin başarısı, türlerin terapötik ve duyuşal özelliklerinin yanı sıra yetiştirme ortamının ekolojik koşullarına uyumuyla yakından ilişkilidir. İklim, toprak özellikleri, su varlığı, ışık koşulları ve bitkinin ekolojik toleransları; türlerin alandaki gelişimini, bakım gereksinimini ve bitkilendirmenin devamlılığını belirleyen temel unsurlardır. Tıbbi ve aromatik bitkilerin kuraklık ve tuzluluk gibi abiyotik streslere verdikleri tepkilerin türlere ve çevresel koşullara göre değişebildiği; bu streslerin büyüme, fotosentez, su ilişkileri ve metabolik süreçler üzerinde farklı etkiler oluşturabildiği bildirilmektedir (Mahajan & Pal, 2023; Emami Bistgani et al., 2024). Bu nedenle terapi bahçelerinde kullanılacak tıbbi ve aromatik bitkilerin seçiminde, türlerin ekolojik gereksinimleri ile uygulama alanının çevresel özelliklerinin uyumlu olması önem taşımaktadır.

Özellikle su gereksinimi, terapi bahçelerinde sürdürülebilir bitki seçiminin önemli ölçütlerinden biridir. Kurak ve yarı kurak iklim koşullarında su gereksinimi yüksek türlerin kullanılması sulama ihtiyacını ve bakım yükünü artırabilir. Bununla birlikte tıbbi ve aromatik bitkilerin tamamının kuraklığa aynı düzeyde tolerans gösterdiği varsayılmamalıdır. Kuraklık stresi, farklı tıbbi ve aromatik bitkilerde morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal tepkilere neden olmakta ve bitkilerin büyüme ve metabolik süreçlerini farklı düzeylerde etkileyebilmektedir (Emami Bistgani et al., 2024). Bu nedenle su kullanımına ilişkin kararlar bitki grubuna ilişkin genel kabuller yerine tür düzeyindeki ekolojik gereksinimler dikkate alınarak verilmelidir.

Ekolojik uygunluk değerlendirmesinde türlerin yalnızca iklim koşullarına değil, toprak özelliklerine ve ışık gereksinimlerine uyumu da dikkate alınmalıdır. Toprak yapısı, drenaj koşulları ve su tutma kapasitesi bitkilerin gelişimini etkilerken; güneşlenme ve gölgelenme durumu türlerin bahçe içerisindeki konumlandırılmasını belirleyebilir. Tıbbi ve aromatik bitkilerde çevresel streslere verilen tepkilerin yetiştirme koşullarıyla ilişkili olması, bitki seçiminde alan özellikleri ile tür gereksinimlerinin eşleştirilmesinin önemini ortaya koymaktadır (Mahajan & Pal, 2023).

Bitkilerin doğal yayılışları ve fitocoğrafik özellikleri de ekolojik uygunluğun değerlendirilmesinde tamamlayıcı ölçütler olarak ele alınabilir. Doğal yayılış bilgisi, bir türün belirli iklim ve yetiştirme ortamlarıyla ilişkisine yönelik önemli bilgiler sağlamakla birlikte, bir türün doğal veya bölgesel olması terapi bahçesinde kullanım için tek başına yeterli değildir. Türün ekolojik toleransı, yetiştiricilik ve bakım gereksinimleri, kullanıcılarla temas biçimi ve güvenlik özellikleri de seçim sürecinde birlikte değerlendirilmelidir.

Terapi bahçelerinde sürdürülebilir bitki seçimi aynı zamanda uzun dönemli bakım ve yönetim süreçleriyle ilişkilidir. Hastalık ve zararlılara dayanıklılık, yetiştirilebilirlik, sulama ve bakım gereksinimi ile farklı mevsimlerde bahçenin işlevsel ve görsel sürekliliğine katkı sağlayabilecek özellikler bitkilendirme kararlarında önem taşımaktadır. Pimentel et al. (2024), terapi bahçelerinde bitki seçiminin bakım, sulama ve kullanıcı gereksinimleriyle birlikte ele alınması gerektiğini vurgulamaktadır. Bu doğrultuda terapi bahçelerinde ekolojik açıdan uygun bitki seçimi; iklim, toprak, su ve ışık koşulları, türlerin doğal yayılışları ve ekolojik toleransları ile yetiştiricilik ve bakım gereksinimlerinin birlikte değerlendirilmesini gerektirmektedir. Böyle bir yaklaşım, tıbbi ve aromatik bitkilerin terapötik ve tasarımsal işlevlerinin uygulama alanının ekolojik koşullarıyla bütünleştirilmesine olanak sağlamaktadır.

2. YÖNTEM

Bu çalışma, terapi bahçelerinde kullanılabilecek tıbbi ve aromatik bitkilerin ekolojik, işlevsel ve tasarımsal özelliklerini bütüncül bir yaklaşımla ele alan literatüre dayalı nitel bir değerlendirme çalışmasıdır. Çalışmada terapi bahçeleri, terapötik peyzaj, hortikültürel terapi, tıbbi ve aromatik bitkiler, bitki ekolojisi, yetiştiricilik ve bitkisel tasarım konularındaki ulusal ve uluslararası bilimsel literatür incelenmiştir. İncelenen çalışmalar, araştırmanın amacı doğrultusunda kavramsal ve tematik olarak değerlendirilmiş ve elde edilen bilgiler tıbbi ve aromatik bitkilerin terapi bahçelerinde kullanımına ilişkin temel değerlendirme ölçütleri altında bir araya getirilmiştir.

Literatürden elde edilen bilgiler beş temel boyut altında değerlendirilmiştir. *Ekolojik uygunluk* kapsamında türlerin iklim ve yetiştirme ortamı koşullarına uyumu, toprak, su ve ışık gereksinimleri, kuraklığa toleransları, doğal yayılışları ve fitocoğrafik özellikleri dikkate alınmıştır. *Yetiştiricilik ve bakım özellikleri* kapsamında türlerin yetiştirme kolaylığı, sulama ve bakım gereksinimleri, hastalık ve zararlılara karşı dayanıklılıkları ile uzun dönemli bakım açısından uygunlukları değerlendirilmiştir. *Kullanıcı güvenliği* açısından toksisite, alerjenlik, tahriş edicilik ve fiziksel yaralanmaya neden olabilecek bitkisel özellikler göz önünde bulundurulmuştur. *Duyusal ve terapötik özelliklerin* değerlendirilmesinde bitkilerin koku, renk ve doku özellikleri ile kullanıcıların görsel, kokusal ve dokunsal etkileşimine olanak sağlayabilecek nitelikleri dikkate alınmıştır. *Tasarımsal işlevler* kapsamında ise türlerin bitkisel kompozisyona katkıları, mevsimsel özellikleri, mekânsal kullanım potansiyelleri ve farklı kullanıcı gruplarına yönelik terapi bahçelerinde değerlendirilebilirlikleri ele alınmıştır. Bu ölçütler, literatürde terapi bahçelerinin planlanması ve bitki seçimine ilişkin ortaya konulan yaklaşımlar temel alınarak değerlendirilmiştir (Pimentel et al., 2024). Çalışmada söz konusu değerlendirme boyutları birbirinden bağımsız ölçütler olarak değil, terapi bahçelerinde bitki seçimini birlikte etkileyen bileşenler olarak ele alınmıştır. Bu doğrultuda tıbbi ve aromatik bitkilerin terapötik ve duysal değerleri; ekolojik uygunluk, yetiştiricilik ve bakım gereksinimleri, kullanıcı güvenliği ve tasarımsal işlevleriyle birlikte yorumlanmıştır. Böylece terapi bahçelerinde bitki seçimine yönelik çok ölçütlü ve bütüncül bir değerlendirme çerçevesinin oluşturulması amaçlanmıştır.

3. TERAPİ BAHÇELERİNDE TIBBİ VE AROMATİK BİTKİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Terapi bahçelerinde tıbbi ve aromatik bitki seçimi, türlerin tek bir özelliğine dayalı olarak değil ekolojik uygunluk, yetiştiricilik ve bakım gereksinimleri, kullanıcı güvenliği, duysal ve terapötik nitelikler ile tasarımsal işlevlerin birlikte değerlendirildiği çok boyutlu bir süreç olarak ele alınmalıdır. Terapi bahçelerine ilişkin güncel yaklaşımlar da bitki seçiminin estetik özelliklerin ötesinde kullanıcı gereksinimleri, duysal deneyim, bakım ve güvenlik gibi farklı bileşenleri kapsamı gerektiğini ortaya koymaktadır (Pimentel et al., 2024).

3.1. Ekolojik Uygunluk ve Yetiştiricilik Özellikleri

Tıbbi ve aromatik bitkilerin terapi bahçelerinde sürdürülebilir biçimde kullanılabilmesi, türlerin yetiştirme ortamının ekolojik koşullarına uyumyla ilişkilidir. Bu kapsamda iklim özellikleri, toprak yapısı, su ve ışık gereksinimleri ile türlerin kuraklık ve diğer çevresel streslere toleransları bitki seçiminde dikkate alınması gereken temel ölçütlerdir. Kuraklık ve tuzluluk gibi abiyotik streslerin tıbbi ve aromatik bitkilerin büyüme, fotosentez, su ilişkileri ve metabolik süreçlerini etkileyebildiği; ancak tolerans düzeylerinin türler arasında farklılık gösterdiği bildirilmektedir (Mahajan & Pal, 2023). Bu nedenle tıbbi ve aromatik bitkilerin ekolojik uygunluğu bitki grubu düzeyindeki genellemeler yerine türün özellikleri ve uygulama alanının çevresel koşulları üzerinden değerlendirilmelidir.

Türlerin doğal yayılışları ve fitocoğrafik özellikleri, ekolojik uygunluğun değerlendirilmesinde tamamlayıcı ölçütler olarak kullanılabilir. Bununla birlikte bir türün doğal veya bölgesel nitelik taşıması terapi bahçesinde kullanım için tek başına yeterli değildir. Yetiştiricilik kolaylığı, sulama ve bakım gereksinimi, hastalık ve zararlılara karşı dayanıklılık ile bahçenin kullanım koşullarına uyum gibi özelliklerin de birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir. Pimentel et al. (2024), terapi bahçelerinde bitki seçiminde bakım ve sulama gereksinimleri ile alanın çevresel özelliklerinin dikkate alınmasının önemine işaret etmektedir.

Bu yaklaşım, özellikle iklim değişikliği koşullarında daha da önem kazanmaktadır. Aromatik bitkilerin kullanıldığı duysal bahçeleri inceleyen Krzeptowska-Moszkowicz et al. (2022), iklim koşullarındaki değişimlerin bahçelerde kullanılabilecek türlerin kompozisyonunu etkileyebileceğini ve su kullanımının duysal bahçelerin sürdürülebilirliği açısından dikkate alınması gerektiğini ortaya koymaktadır. Dolayısıyla terapi bahçelerinde bitki seçimi statik bir tür listesine değil, bölgesel çevre koşullarına ve değişen iklimsel koşullara uyarlatabilen bir değerlendirme yaklaşımına dayandırılmalıdır.

3.2. Duyusal ve Terapötik Özellikler

Tıbbi ve aromatik bitkilerin terapi bahçelerindeki temel işlevlerinden biri, kullanıcıların çevreyle çok duyulu etkileşim kurmasına olanak sağlamalarıdır. Bitkilerin renk, koku, doku, form ve mevsimsel değişim özellikleri görsel, kokusal ve dokusal deneyimlerin çeşitlendirilmesinde kullanılabilir. Aromatik türler özellikle kokusal özellikleri nedeniyle diğer bitki gruplarından ayrılmakta ve bahçenin duyusal karakterinin oluşturulmasına katkı sağlamaktadır (Huang & Yuan, 2024).

Duyusal özelliklerin kullanımında kullanıcı grubunun nitelikleri de göz önünde bulundurulmalıdır. Bitkilerin farklı renk, doku ve kokularının bir arada kullanılması duyusal çeşitlilik sağlayabilirken, aşırı yoğun veya sürekli uyaranlardan kaçınılması gerekebilir. Bu nedenle duyusal bitkilendirme, mümkün olduğunca fazla uyaran oluşturmak yerine kullanıcı özelliklerine uygun, dengeli ve kontrollü bir deneyim sağlamayı amaçlamalıdır. Terapötik peyzaj literatüründe görsel deneyimin yanı sıra kokusal, dokusal ve işitsel deneyimlerin de doğayla kurulan terapötik ilişkinin önemli bileşenleri olduğu vurgulanmaktadır (Bell et al., 2023). Bu yaklaşım, tıbbi ve aromatik bitkilerin terapi bahçelerinde yalnızca görsel kompozisyonun değil, çok duyulu mekânsal deneyimin bir parçası olarak ele alınmasını desteklemektedir.

3.3. Kullanıcı Güvenliği

Terapi bahçelerinde bitki seçiminin temel boyutlarından biri kullanıcı güvenliğidir. Özellikle çocuklar, yaşlılar, bilişsel veya fiziksel sınırlılıkları bulunan bireyler ile bitkilerle doğrudan temas eden kullanıcı gruplarında türlerin güvenlik özelliklerinin değerlendirilmesi önem taşımaktadır. Toksisite, diken veya keskin kenarlar, kontakt dermatit oluşturma potansiyeli ve alerjen polen üretimi bitki seçiminde dikkate alınması gereken başlıca özellikler arasındadır (Pimentel et al., 2024; Wichrowski & Moscovici, 2024).

Bitkisel tasarımda alerjenlik de kullanıcı güvenliğinin bir parçası olarak ele alınmalıdır. Kentsel yeşil alanlarda bitki kompozisyonunun alerjenik potansiyeli etkileyebildiği ve bitki seçiminde yalnızca sıcaklık toleransı veya estetik özelliklerin değil, alerjenlik özelliklerinin de dikkate alınması gerektiği bildirilmektedir (Jochner-Oette et al., 2018). Bu nedenle tıbbi veya aromatik özellik taşıyan bir bitkinin terapi bahçesi açısından doğrudan uygun kabul edilmesi doğru değildir. Bitkinin terapötik ve duyusal potansiyeli ile kullanıcı güvenliği ayrı ölçütler olarak değerlendirilmeli ve türün kullanıcıyla temas biçimi tasarım sürecinde dikkate alınmalıdır.

3.4. Tasarımsal İşlevler

Tıbbi ve aromatik bitkiler terapi bahçelerinde yalnızca bireysel özellikleriyle değil, oluşturdukları bitkisel kompozisyon içerisindeki işlevleriyle de değerlendirilmelidir. Bitkilerin boy, form, renk, doku, çiçeklenme dönemi ve mevsimsel değişimleri; mekânsal organizasyonun ve duyusal çeşitliliğin oluşturulmasında kullanılabilir. Farklı türlerin çiçeklenme ve gelişim dönemlerinin dikkate alınması, bahçenin yıl içerisindeki görsel ve duyusal sürekliliğinin desteklenmesine katkı sağlayabilir.

Bitkilerin konumlandırılmasında kullanıcıların bitkilere erişim biçimleri de önemlidir. Kokusal veya dokusal özelliklerinden yararlanılması amaçlanan türlerin erişilebilir alanlarda kullanılması; buna karşılık kullanıcı güvenliği açısından dikkat gerektiren türlerin doğrudan temasın sınırlı olduğu alanlarda değerlendirilmesi daha uygun olabilir. Bu açıdan bitkisel tasarım, türlerin estetik özellikleri ile ekolojik gereksinimleri, duyusal değerleri ve kullanıcı güvenliğini bütünleştiren bir süreç olarak ele alınmalıdır.

Bu değerlendirme ölçütleri doğrultusunda, terapi bahçelerinde kullanım potansiyeli bulunan bazı tıbbi ve aromatik bitkiler ekolojik ve yetiştiricilik özellikleri, duyusal nitelikleri, potansiyel terapötik işlevleri, kullanıcı güvenliği ve tasarımsal kullanım olanakları açısından karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir (Tablo 1). Türlerin belirlenmesinde terapi ve duyusal bahçelerde kullanımlarının literatürde yer alması ile farklı duyusal ve tasarımsal özelliklere sahip olmaları dikkate alınmıştır (Arslan et al., 2018; Krzeptowska-Moszkowicz et al., 2022; Pimentel et al., 2024; Wichrowski & Moscovici, 2024).

Tablo 1. Terapi bahçelerinde kullanım potansiyeli bulunan bazı tıbbi ve aromatik bitkilerin çok ölçütlü değerlendirilmesi

Tür	Ekolojik/yetiştiricilik özelliği	Duyusal özellik	Terapi bahçesindeki potansiyel işlevi	Kullanıcı Güvenliği	Tasarımsal işlev
<i>Lavandula angustifolia</i> Mill.	Güneşli, iyi drene olan ve nispeten kuru koşullara uygundur; kuraklığa tolerans gösterebilir.	Belirgin aromatik koku, mor tonlu çiçekler, gri-yeşil yaprak dokusu	Kokusal ve görsel uyarım; bitki bakım etkinlikleri	Su tutan ve drenajı zayıf topraklardan kaçınılmalıdır; yoğun kokuya duyarlı kullanıcılar dikkate alınmalıdır.	Bordürler, grup dikimleri, duyuşal ve aromatik bitki alanları
<i>Salvia officinalis</i> L.	Güneşli ve iyi drene olan, kuru-orta nemli koşullara uygundur; kuraklığa toleranslıdır.	Aromatik yaprak, belirgin yaprak dokusu ve gri-yeşil renk	Kokusal, görsel ve dokunsal etkileşim	Aşırı ıslak ve drenajı zayıf ortamlar uygun değildir; kullanıcıyla temas biçimi dikkate alınmalıdır.	Bordür, grup dikimi, yükseltilmiş bitki yatakları
<i>Thymus vulgaris</i> L.	Güneşli, iyi drene olan, kuru-orta nemli topraklarda gelişir; kuraklığa toleranslı ve düşük bakım gerektiren bir türdür.	Güçlü aromatik yapraklar, ince doku, küçük çiçekler	Kokusal ve dokunsal deneyim; bitki tanıma ve bakım etkinlikleri	Su tutan topraklardan kaçınılmalıdır; zamanla odunsulaşma nedeniyle bakım gerekebilir.	Alçak bordürler, kenarlar, aromatik ve duyuşal alanlar
<i>Melissa officinalis</i> L.	Nemli fakat drenajı iyi topraklarda, güneş veya yarı gölgede yetişebilir.	Limonu andıran belirgin yaprak kokusu, yumuşak yaprak dokusu	Kokusal ve dokunsal etkileşim; yetiştirme bakım faaliyetleri	Yayılım kendiliğinden tohumlanma ve kontrolü gerekebilir; düzenli bakım önerilir.	Yükseltilmiş yataklar, erişilebilir duyuşal alanlar, grup dikimleri
<i>Mentha piperita</i> L.	Nemli topraklarda, güneş- yarı gölge koşullarında iyi gelişir; rizomlarla hızlı yayılabilir.	Yoğun nane kokusu ve belirgin yaprak dokusu	Güçlü kokusal ve dokunsal etkileşim; bakım ve hasat faaliyetleri	Hızlı ve yayılıcı gelişimi nedeniyle kontrol altında tutulmalıdır.	Saksı, yükseltilmiş yatak veya yayılımının sınırlandırıldığı alanlar
<i>Origanum vulgare</i> L.	Güneşli ve iyi drene olan koşullara uygundur; kuraklığa tolerans	Aromatik yaprak, pembe-mor/beyaz	Kokusal ve görsel deneyim; bakım ve bitki	Türün gelişim ve yayılım özellikleri uygulama alanına göre izlenmelidir.	Doğal karakterli bitkilendirme, bordür ve

Tür	Ekolojik/yetiştiricilik özelliği	Duyusal özellik	Terapi bahçesindeki potansiyel işlevi	Kullanıcı Güvenliği	Tasarımsal işlev
	gösterebilir ve bakımı gereksinimi düşüktür.	çiçeklenme ve ince doku	tanıma faaliyetleri		aromatik bitki grupları

4. TARTIŞMA

Bu çalışmada terapi bahçelerinde tıbbi ve aromatik bitki seçimi; ekolojik uygunluk, yetiştiricilik ve bakım gereksinimleri, duysal ve terapötik özellikler, kullanıcı güvenliği ve tasarımsal işlevler temelinde değerlendirilmiştir. Elde edilen değerlendirmeler, tıbbi veya aromatik özellik taşımanın bir bitkinin terapi bahçesinde kullanımı için tek başına yeterli bir ölçüt olmadığını göstermektedir. Bitkinin terapötik ve duysal potansiyelinin, yetiştirme ortamına uyumu ve kullanıcı özellikleriyle birlikte ele alınması gerekmektedir. Bu yaklaşım, terapi bahçelerinde bitki seçiminin estetik ve duysal özelliklerin ötesinde bakım, güvenlik ve sürdürülebilirlik gibi bileşenleri de içermesi gerektiğini vurgulayan Pimentel et al. (2024) ile uyumludur.

Tıbbi ve aromatik bitkilerin terapi bahçelerindeki önemli özelliklerinden biri, çok duyulu deneyime olanak sağlamalarıdır. Özellikle aromatik türler kokusal özelliklerinin yanı sıra renk, doku ve mevsimsel değişimleri aracılığıyla kullanıcıların çevreyle farklı biçimlerde etkileşim kurmasını destekleyebilir. Huang ve Yuan (2024), kokusal çevrenin terapötik peyzaj deneyimindeki rolüne dikkat çekerken, Krzeptowska-Moszkowicz et al. (2022) aromatik bitkilerin kullanıldığı duysal bahçelerin koku deneyimi açısından taşıdığı potansiyeli ortaya koymaktadır. Bell et al. (2023) ise terapötik peyzaj deneyiminin görsel boyutla sınırlandırılmaması gerektiğini; kokusal, dokunsal ve işitsel deneyimlerin de dikkate alınmasının önemini göstermektedir. Bu bulgular birlikte değerlendirildiğinde, terapi bahçelerinde duysal çeşitliliğin yalnızca görsel özelliklere dayandırılmaması ve farklı duysal özelliklerin kullanıcı grubuna uygun biçimde bitkisel tasarıma dâhil edilmesi gerektiği söylenebilir.

Tablo 1'de değerlendirilen *Lavandula angustifolia* Mill., *Salvia officinalis* L., *Thymus vulgaris* L., *Melissa officinalis* L., *Mentha × piperita* L. ve *Origanum vulgare* L. gibi tıbbi ve aromatik bitkiler, farklı duysal ve tasarımsal özellikleri nedeniyle terapi bahçelerinde kullanım potansiyeline sahiptir. Bu türlerin veya ait oldukları aromatik bitki gruplarının terapi ve duysal bahçelerde kullanımı literatürde de bildirilmektedir (Arslan et al., 2018; Krzeptowska-Moszkowicz et al., 2022). Bununla birlikte türler arasında yetiştirme ortamı ve bakım gereksinimleri bakımından farklılıkların bulunması, aynı bitki listesinin farklı coğrafi ve ekolojik koşullara doğrudan aktarılmasının uygun olmayacağını göstermektedir. Dolayısıyla terapi bahçelerinde kullanılacak bitkilerin belirlenmesinde, türün duysal değerinin yanı sıra uygulama alanının iklim, toprak, su ve ışık koşullarıyla uyumu da dikkate alınmalıdır.

Bu durum özellikle su kaynaklarının sınırlı olduğu kurak ve yarı kurak bölgelerde önem kazanmaktadır. Kuraklığa tolerans gösterebilen ve düşük su gereksinimine sahip türlerin uygun yetiştirme ortamlarında kullanılması, sulama ve bakım gereksinimlerinin azaltılmasına katkı sağlayabilir. Buna karşılık nem isteği daha yüksek veya yayılcı gelişim gösteren türlerin, bahçe içerisindeki konumları ve bakım koşulları dikkate alınarak kullanılması gerekir. Bu nedenle terapi bahçelerinde sürdürülebilir bitkilendirme, yalnızca “dayanıklı tür” seçimine indirgenmemeli; türün ekolojik gereksinimleri ile alanın çevresel özelliklerinin eşleştirilmesine dayandırılmalıdır.

Ekolojik uygunluğun yanı sıra kullanıcı güvenliği de tıbbi ve aromatik bitki seçiminde belirleyici bir ölçüttür. Terapi bahçelerinde kullanıcıların bitkilere dokunması, koklaması veya yetiştirme ve bakım faaliyetlerine katılması beklenebildiğinden, toksisite, alerjenlik, tahriş edicilik ve fiziksel yaralanma riski gibi özellikler göz önünde bulundurulmalıdır. Özellikle hassas kullanıcı gruplarına yönelik hortikültürel terapi uygulamalarında toksik, dikenli veya keskin yapılı, kontakt dermatit riski taşıyan ve yaygın alerjik polen üreten bitkiler konusunda

dikkatli olunması önerilmektedir (Wichrowski & Moscovici, 2024). Benzer şekilde peyzaj bitkilerinin alerjenik potansiyelinin tür kompozisyonuna göre değişebildiğinin gösterilmesi, terapi bahçelerinde alerjenliğin de bitki seçiminin bağımsız bir ölçütü olarak değerlendirilmesi gerektiğini düşündürmektedir (Jochner-Oette et al., 2018).

Bitkilerin doğal yayılış ve fitocoğrafik özelliklerinin değerlendirmeye dâhil edilmesi ise terapi bahçelerinde bitki seçimine coğrafi bir boyut kazandırmaktadır. Bölgesel ekolojik koşullara uyum gösterebilen türlerin belirlenmesi, bitkilendirme kararlarının yalnızca genel tasarım önerilerine değil, uygulama alanının çevresel özelliklerine göre verilmesine olanak sağlayabilir. Bununla birlikte doğal veya bölgesel bir türün terapi bahçesinde kullanılabilirliği yalnızca ekolojik uyum üzerinden değerlendirilmemelidir. Kullanıcı güvenliği, bakım gereksinimi, duyuşal özellikler ve tasarımsal işlevler de seçim kararının bir parçası olmalıdır. Bu nedenle “yerel tür kullanımı” ile “terapi bahçesi için uygun tür kullanımı” aynı kavramlar olarak değerlendirilmemelidir.

Bununla birlikte terapi bahçelerinin sağlık ve iyilik hâli üzerindeki etkilerine ilişkin kanıtların niteliği de göz önünde bulundurulmalıdır. Sağlık kurumlarındaki bahçe uygulamalarını inceleyen Carroll et al. (2024), çalışmaların çoğunda olumlu psikososyal sonuçlar bildirilmesine karşın mevcut kanıtların heterojen ve genel olarak düşük-orta kalitede olduğunu belirtmektedir. Benzer biçimde Lu et al. (2023), hortikültürel terapinin psikolojik stres göstergeleri üzerinde olumlu sonuçlarını ortaya koyarken fizyolojik göstergelerde anlamlı bir etki belirlememiştir. Bu bulgular, terapi bahçeleri ve hortikültürel terapiye ilişkin olumlu sonuçların değerlendirilmesinde ihtiyatlı bir yaklaşım benimsenmesi ve farklı kullanıcı gruplarında daha güçlü araştırma tasarımlarına ihtiyaç bulunduğunu göstermektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma, terapi bahçelerinde tıbbi ve aromatik bitki seçiminin yalnızca bitkilerin tıbbi, aromatik veya estetik özelliklerine dayandırılmaması gerektiğini; ekolojik uygunluk, yetiştiricilik ve bakım gereksinimleri, duyuşal ve terapötik nitelikler, kullanıcı güvenliği ve tasarımsal işlevlerin birlikte değerlendirilmesinin önemli olduğunu ortaya koymaktadır. Bu kapsamda bitki seçimi, kullanıcı gereksinimleri ile uygulama alanının çevresel özelliklerini bir araya getiren çok ölçütlü bir karar süreci olarak ele alınmalıdır.

Çalışmada değerlendirilen tıbbi ve aromatik bitkiler, özellikle kokusal, görsel ve dokunsal özellikleri nedeniyle terapi bahçelerinde farklı kullanım olanakları sunmaktadır. Bununla birlikte türlerin ekolojik gereksinimleri ve yetiştiricilik özellikleri arasındaki farklılıklar, standart bir bitki listesinin farklı coğrafi ve ekolojik koşullara doğrudan uygulanmasının uygun olmadığını göstermektedir. Bu nedenle tür seçiminin uygulama alanının iklim, toprak, su ve ışık koşulları ile türlerin doğal yayılışları ve ekolojik toleransları dikkate alınarak yapılması gerekmektedir. Kullanıcıların bitkilerle doğrudan etkileşim kurabildiği alanlarda ise toksisite, alerjenlik, tahriş edicilik ve fiziksel yaralanma riski gibi güvenlik ölçütleri seçim sürecinin ayrılmaz bir parçası olmalıdır.

Bu doğrultuda terapi bahçelerinin planlanmasında “her alan için uygun ortak bir bitki listesi” yerine, alanın ekolojik özellikleri ve hedef kullanıcı grubuna göre oluşturulan bitki paletlerinin geliştirilmesi önerilmektedir. Tıbbi ve aromatik bitkilerin duyuşal ve tasarımsal potansiyelinin ekolojik uygunluk ve kullanıcı güvenliğiyle bütünleştirilmesi, terapi bahçelerinin işlevselliğinin ve bitkilendirme sürekliliğinin desteklenmesine katkı sağlayabilir.

Bu çalışma literatüre dayalı bir değerlendirme niteliğinde olduğundan, ortaya konulan çerçevenin farklı iklim bölgelerinde ve farklı kullanıcı gruplarına yönelik terapi bahçelerinde yapılacak uygulamalı çalışmalarla sınanması önem taşımaktadır. Gelecekte yapılacak araştırmalarda farklı tıbbi ve aromatik bitki türlerinin ekolojik performanslarının, bakım gereksinimlerinin ve kullanıcıların duyuşal deneyimleri üzerindeki etkilerinin birlikte değerlendirilmesi, terapi bahçelerinde bölgeye ve kullanıcıya özgü bitki seçim ölçütlerinin geliştirilmesine katkı sağlayabilir.

KAYNAKLAR

- Arslan, M., Kalaylıoğlu, Z., & Ekren, E. (2018). Use of medicinal and aromatic plants in therapeutic gardens. *Indian Journal of Pharmaceutical Education and Research*, 52(4 Suppl.), S151–S154. <https://doi.org/10.5530/ijper.52.4s.92>
- Bell, S. L., Hickman, C., & Houghton, F. (2023). From therapeutic landscape to therapeutic ‘sensescape’ experiences with nature? A scoping review. *Wellbeing, Space and Society*, 4, 100126. <https://doi.org/10.1016/j.wss.2022.100126>
- Carroll, C., Higgs, J., McCray, S., & Utter, J. (2024). Implementation and impact of health care gardens: A systematic scoping review. *Journal of Integrative and Complementary Medicine*, 30(5), 431–449. <https://doi.org/10.1089/jicm.2023.0212>
- Dinu Roman Szabo, M., Dumitras, A., Mircea, D.-M., Doroftei, D., Sestras, P., Boscaiu, M., Brzuszek, R. F., & Sestras, A. F. (2023). Touch, feel, heal. The use of hospital green spaces and landscape as sensory-therapeutic gardens: A case study in a university clinic. *Frontiers in Psychology*, 14, 1201030. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1201030>
- Emami Bistgani, Z., Barker, A. V., & Hashemi, M. (2024). Physiology of medicinal and aromatic plants under drought stress. *The Crop Journal*, 12(2), 330–339. <https://doi.org/10.1016/j.cj.2023.12.003>
- Huang, Y., & Yuan, X. (2024). Smellscape as a healing factor in institutional gardens to enhance health and well-being for older people with dementia: A scoping review. *Journal of Clinical Nursing*, 33(2), 454–468. <https://doi.org/10.1111/jocn.16908>
- Ivanova, T., Bosseva, Y., Chervenkov, M., & Dimitrova, D. (2022). Lamiaceae plants in Bulgarian rural livelihoods—Diversity, utilization, and traditional knowledge. *Agronomy*, 12(7), 1631. <https://doi.org/10.3390/agronomy12071631>
- Jochner-Oette, S., Stitz, T., Jetschni, J., & Cariñanos, P. (2018). The influence of individual-specific plant parameters and species composition on the allergenic potential of urban green spaces. *Forests*, 9(6), 284. <https://doi.org/10.3390/f9060284>
- Krzeptowska-Moszkowicz, I., Moszkowicz, Ł., & Porada, K. (2022). Urban sensory gardens with aromatic herbs in the light of climate change: Therapeutic potential and memory-dependent smell impact on human wellbeing. *Land*, 11(5), 760. <https://doi.org/10.3390/land11050760>
- Cai, Y., Sun, M., Lu, Y., Wang, Y., Zhang, J., & Goto, S. (2025). A Comparative Study on the Effects of Viewing Real and Virtual Reality Classical Chinese Gardens. *HERD: Health Environments Research & Design Journal*, 18(3), 14–32. <https://doi.org/10.1177/19375867251330834>
- Lu, S., Liu, J., Xu, M., & Xu, F. (2023). Horticultural therapy for stress reduction: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Psychology*, 14, 1086121. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1086121>
- Mahajan M, Pal PK (2023) Chapter Five - Drought and salinity stress in medicinal and aromatic plants: Physiological response, adaptive mechanism, management/amelioration strategies, and an opportunity for production of bioactive compounds. In: Sparks DL (ed) *Advances in Agronomy*. Academic Press, pp 221–273. <https://doi.org/10.1016/bs.agron.2023.06.005>
- Özdemir, N., Özdemir, Ç., & Kabakoğlu, H. (2024). Hortikültürel terapi ve ruh sağlığı: Geleneksel Derleme. *Türkiye Klinikleri Hemşirelik Bilimleri Dergisi*, 16(1), 287–293. <https://doi.org/10.5336/nurses.2023-99387>

- Pakdemirli, B., Birişik, N., & Akay, M. (2021). General overview of medicinal and aromatic plants in Turkey. *ANADOLU Journal of Aegean Agricultural Research Institute*, 31(1), 126–135. <https://doi.org/10.18615/anadolu.950165>
- Pimentel, H. C. B., Lima, A. P. M. d., & Latawiec, A. E. (2024). Recommendations for implementing therapeutic gardens to enhance human well-being. *Sustainability*, 16(21), 9502. <https://doi.org/10.3390/su16219502>
- Pouya, S., & Demirel, Ö. (2015). What is a healing garden? *Akdeniz University Journal of the Faculty of Agriculture*, 28(1), 5–10.
- Sakıcı, Ç., & Var, M. (2014). Ruh ve Sinir Hastalıkları Hastane Bahçelerinin (Açık Alan Terapi Üniteleri) Düzenlenmesi Kriterleri *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, 14(1), 101–112.
- Satıl, F., & Aktaş, E. (2021). Toplum Ruh Sağlığı Merkezlerindeki Terapi Bahçelerinde Kullanılan Bitkiler Üzerine Etnobotanik Bir Çalışma. *Turkish Journal of Nature and Science*, 10(1), 182–189. <https://doi.org/10.46810/tdfd.865097>
- Şensoy, N. (2017). Otizm spektrum bozukluğu olan bireyler için duyu bahçesi tasarımı. *İnönü Üniversitesi Sanat ve Tasarım Dergisi*, 7(15), 115–128. <https://doi.org/10.16950/inustd.286842>
- Wichrowski, M. J., & Moscovici, M. (2024). Horticultural therapy for individuals coping with dementia: Practice recommendations informed by related non-pharmacological interventions. *Healthcare*, 12(8), 832. <https://doi.org/10.3390/healthcare12080832>

TERAPİ BAHÇELERİNDE İKLİM DİRENÇLİ BİTKİ SEÇİMİ VE KURAKÇIL PEYZAJ YAKLAŞIMLARI: EDAFİK, BİTKİSEL VE BİYOCOĞRAFİK BİR DEĞERLENDİRME**Doç. Dr. Ebru GÜL¹/Doç. Dr. Nuray ÇİÇEK² / Prof. Dr. Melda DÖLARSLAN³****¹Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Toprak İlmi ve Ekoloji, ebru@karatekin.edu.tr, 0000-0002-5254-8233****²Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Bitki Materyali ve Yetiştiriciliği, ciceknuray@karatekin.edu.tr, 0000-0001-5044-5276****³Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Bitki Coğrafyası, melda.dolarslan@hbv.edu.tr, 0000-0002-8517-3722****Özet**

İklim değişikliğine bağlı sıcaklık artışı, kuraklık ve su kaynakları üzerindeki baskı, terapi bahçelerinde bitki seçimi ve peyzaj yönetiminin ekolojik açıdan yeniden değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır. Bu çalışmanın amacı, terapi bahçelerinde kurakçıl peyzaj yaklaşımı kapsamında iklim dirençli bitki seçimini edafik-hidrolojik, bitkisel-terapötik ve botanik-biyocoğrafik özellikler açısından bütüncül olarak değerlendirmektir. Çalışma, konuya ilişkin ulusal ve uluslararası akademik yayınların tematik olarak incelendiği bir literatür derlemesine dayanmaktadır. Bulgular, düşük su gereksiniminin tek başına yeterli bir seçim ölçütü olmadığını; türlerin yetiştirme ortamıyla uyumu, kuraklık performansı, duysal özellikleri, bakım gereksinimleri, biyocoğrafik özellikleri ve kullanıcı güvenliğinin birlikte değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir. Bu kapsamda bitki seçimi için su-toprak uyumu, ekolojik-biyocoğrafik uyum, duysal-terapötik işlev, bakım gereksinimi ve kullanıcı güvenliği olmak üzere beş temel değerlendirme alanı önerilmiştir. Kurakçıl peyzaj ilkelerinin bu çok ölçütlü yaklaşımla bütünleştirilmesi; hidrozonlama, etkin sulama, uygun toprak ve malç yönetimi ile işlevsiz çim alanların sınırlandırılması yoluyla su kullanımını azaltırken terapi bahçelerinin duysal ve ekolojik işlevlerinin korunmasına katkı sağlayabilir. Önerilen çerçeve, bitki seçimini yalnızca su tüketimi veya estetik tercihlere dayalı bir karar olmaktan çıkararak ekolojik uyum, kullanıcı deneyimi ve uzun dönemli yönetilebilirliği birlikte ele alan bir yaklaşım sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Terapi bahçeleri, Kurakçıl peyzaj, İklim direnci, Su yönetimi, Sürdürülebilirlik

**CLIMATE-RESILIENT PLANT SELECTION AND XERISCAPING APPROACHES IN
THERAPEUTIC GARDENS: AN EDAPHIC, PLANT-BASED, AND BIOGEOGRAPHICAL
EVALUATION****Assoc. Prof. Dr. Ebru GÜL¹ / Assoc. Prof. Dr. Nuray ÇİÇEK² / Prof. Dr. Melda DÖLARSLAN³****¹Çankırı Karatekin University, Faculty of Forestry, Department of Soil Science and Ecology,****ebru@karatekin.edu.tr, 0000-0002-5254-8233****²Çankırı Karatekin University, Faculty of Forestry, Department of Plant Materials and Cultivation,****ciceknuray@karatekin.edu.tr, 0000-0001-5044-5276****³Ankara Hacı Bayram Veli University, Faculty of Letters, Department of Plant Geography,****melda.dolarslan@hbv.edu.tr, 0000-0002-8517-3722****Abstract**

Increasing temperatures, drought, and pressure on water resources associated with climate change necessitate an ecological reassessment of plant selection and landscape management in therapeutic gardens. This study aims to evaluate climate-resilient plant selection in therapeutic gardens within the framework of xeriscaping by integrating edaphic-hydrological, plant-therapeutic, and botanical-biogeographical characteristics. The study is based on a thematic literature review of relevant national and international academic publications. The findings indicate that low water requirements alone are insufficient as a plant selection criterion and that site compatibility, drought performance, sensory characteristics, maintenance requirements, biogeographical attributes, and user safety should be considered together. Accordingly, five main evaluation dimensions are proposed: soil-water compatibility, ecological-biogeographical compatibility, sensory-therapeutic function, maintenance requirements, and user safety. Integrating these dimensions with xeriscaping principles, including hydrozoning, efficient irrigation, appropriate soil and mulch management, and the limitation of non-functional turf areas, may reduce water use while maintaining the sensory and ecological functions of therapeutic gardens. The proposed framework moves plant selection beyond decisions based solely on water consumption or aesthetic preferences by integrating ecological suitability, user experience, and long-term manageability.

Keywords: Therapeutic gardens, Xeriscaping, Climate resilience, Water management, Sustainability

GİRİŞ

İklim değişikliğine bağlı sıcaklık artışı, kuraklığın şiddetlenmesi ve kullanılabilir su kaynakları üzerindeki baskı, peyzaj alanlarında su kullanımının yeniden ele alınmasını gerekli kılmaktadır. Kentsel peyzajların sulama gereksinimi; iklim, bitki türü ve kompozisyonu, toprak özellikleri, sulama sistemi ve bakım uygulamalarına bağlı olarak değişmektedir. Özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde geniş çim yüzeyler ile yetiştirme ortamına uyum göstermeyen bitkilerin kullanılması, su tüketimini ve bakım gereksinimini artırabilmektedir. Akdeniz iklim koşullarında yapılan çalışmalar, bitki seçiminin yerel çevre ve iklim özelliklerine göre yapılmasının su kaynaklarının etkin kullanımı açısından önemini göstermektedir (Çetin & Mansuroğlu, 2018; Çetin et al., 2018). Peyzajlarda su verimliliğinin yalnızca sulama miktarını azaltarak değil, bitki seçimi, tasarım, sulama teknolojileri ve bakım uygulamalarının birlikte planlanmasıyla sağlanabileceği de bildirilmektedir (St. Hilaire et al., 2008).

Kurakçıl peyzaj, bu gereksinime yanıt veren yaklaşımlardan biridir. Ancak kavram, yalnızca kuraklığa dayanıklı bitkilerin kullanılmasını ifade etmez. Uygun planlama, benzer su gereksinimine sahip bitkilerin gruplandırılması, yetiştirme ortamına uygun tür seçimi, çim alanların sınırlandırılması, toprak koşullarının iyileştirilmesi, malçlama, etkin sulama ve bakım yönetimi kurakçıl peyzajın temel bileşenleridir (Çetin et al., 2018; St. Hilaire et al., 2008). Bu uygulamaların başarısı alanın iklimine, toprak özelliklerine, mevcut peyzaj yapısına ve uygulama biçimine göre değişmektedir. Las Vegas'ta çim alanların düşük su gereksinimli peyzaja dönüştürüldüğü konutlarda yıllık toplam hane su kullanımının yaklaşık %30 azaldığı, bakım için gereken iş gücü ve doğrudan giderlerde de düşüş olduğu belirlenmiştir (Sovocool et al., 2006). Türkiye'deki çalışmalar da çevresel koşullara uyumlu bitki seçimi, çim alanların sınırlandırılması ve su kullanım zonlarının oluşturulmasını kurakçıl peyzajın önemli bileşenleri arasında göstermektedir (Çetin & Mansuroğlu, 2018; Çınar & Kart Aktaş, 2018).

Terapi bahçelerinde ise su kullanımının azaltılması tek başına yeterli bir tasarım hedefi değildir. Bu alanlarda bitkiler, ekolojik ve mekânsal işlevlerinin yanı sıra kullanıcıların doğayla ilişki kurmasını sağlayan doğrudan bir bileşendir. Sağlık ve bakım ortamlarındaki bahçelerin dinlenme, doğayla temas ve restoratif deneyim açısından kullanıcılar tarafından olumlu değerlendirilebildiği gösterilmiştir (Whitehouse et al., 2001; Detweiler et al., 2012). Bitkilerin renk, form, doku, koku ve mevsimsel değişim gibi özellikleri de kullanıcıların bahçeyi algılama ve deneyimleme biçimini etkileyebilmektedir. Hastane bahçelerindeki odunsu peyzaj bitkilerini inceleyen Seyidoğlu Akdeniz (2020), söz konusu duyuşal özelliklerin bitkilendirme tasarımında dikkate alınması gerektiğini ortaya koymuştur.

Bu nedenle terapi bahçelerinde iklim dirençli bitki seçimini yalnızca düşük su gereksinimine indirmek uygun değildir. Bitkinin kuraklık toleransı ve yetiştirme ortamına uyumu kadar renk, koku, doku, gölgeleme ve mevsimsel değişim gibi terapötik işlevleri ile bakım gereksinimi ve kullanıcı güvenliği de önem taşımaktadır. Bahçelerdeki bitkisel kompozisyon ve özellikle çim alan varlığının su gereksinimiyle ilişkili olduğu; sulama performansının ise alanın fiziksel ve yönetsel özelliklerine bağlı olarak değişebildiği bildirilmektedir (Cubino et al., 2014; Pérez-Urrestarazu et al., 2018). Dolayısıyla düşük su tüketimi, terapi bahçeleri için gerekli olmakla birlikte tek başına yeterli bir seçim ölçütü değildir.

Türlerin biyocoğrafik kökeni de bitki seçiminde dikkate alınması gereken bir başka değişkendir. Yerli türler biyolojik çeşitlilik ve bazı ekosistem hizmetleri açısından avantaj sağlayabilse de bitkinin yerli olması her koşulda yüksek peyzaj performansı göstereceği anlamına gelmemektedir. Benzer biçimde, egzotik türlerin uygunluğu da yalnızca kökenlerine bakılarak değerlendirilemez (Tartaglia & Aronson, 2024). Türlerin doğal yayılışı, ekolojik istekleri, biyoklimatik uyumu, kuraklık toleransı ve olası ekolojik riskleri birlikte ele alınmalıdır. Bu yaklaşım, özellikle değişen iklim koşullarında bitki seçiminde yalnızca mevcut peyzaj performansına dayanan kararların sınırlarını azaltabilir.

Kurakçıl peyzaj literatürü ağırlıklı olarak su kullanımı, bitki-toprak ilişkileri, sulama ve bakım yönetimine odaklanırken; terapi ve iyileştirici bahçelere ilişkin çalışmalar kullanıcı deneyimi, restoratif özellikler ve duyuşal

bitkilendirmeyi öne çıkarmaktadır (Çetin et al., 2018; St. Hilaire et al., 2008; Detweiler et al., 2012; Seyidoğlu Akdeniz, 2020; Whitehouse et al., 2001). Bu çalışmada iki yaklaşım aynı bitki seçim süreci içinde ele alınmıştır. Amaç, terapi bahçelerinde iklim dirençli bitki seçimini kurakçıl peyzaj kapsamında edafik-hidrolojik, bitkisel-terapötik ve botanik-biyocoğrafik özellikler açısından değerlendirmek ve sürdürülebilir bitki seçimine yönelik temel ölçütleri ortaya koymaktır. Bu amaçla bitki seçimi; su-toprak uyumu, ekolojik-biyocoğrafik uyum, duyuşal-terapötik işlev, bakım gereksinimi ve kullanıcı güvenliği olmak üzere beş değerlendirme alanı üzerinden incelenmiştir.

1. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışma, terapi bahçelerinde kurakçıl peyzaj yaklaşımı ve iklim dirençli bitki kullanımına ilişkin bilimsel yayınların tematik olarak değerlendirilmesine dayalı bir literatür derlemesidir. Literatür taramasında ulusal ve uluslararası akademik veri tabanlarında yer alan yayınlardan yararlanılmıştır. Türkçe ve İngilizce taramalarda “terapi bahçesi”, “şifa bahçesi”, “iyileştirici bahçe”, “kurakçıl peyzaj”, “xeriscaping”, “drought-tolerant plants”, “climate-resilient planting”, “therapeutic garden”, “healing garden”, “water-efficient landscape”, “soil-water relations”, “aromatic plants”, “sensory garden”, “native plants” ve “exotic plants” anahtar kelimeleri ile bunların farklı kombinasyonları kullanılmıştır. Kaynak seçiminde terapi bahçeleri, kurakçıl peyzaj, bitki-su-toprak ilişkileri, duyuşal bitkilendirme, kullanıcı güvenliği ve türlerin ekolojik ya da biyocoğrafik uyumlarıyla doğrudan ilişkili çalışmalar dikkate alınmıştır. İncelenen kaynaklar, çalışmanın amacı doğrultusunda edafik-hidrolojik, bitkisel-terapötik ve botanik-biyocoğrafik özellikler olmak üzere üç tematik alanda sınıflandırılmıştır. Edafik-hidrolojik değerlendirmede toprak özellikleri, bitkilerin su gereksinimleri, kuraklık toleransı ve su yönetimi; bitkisel-terapötik değerlendirmede duyuşal ve fenolojik özellikler, bakım gereksinimi ve kullanıcı güvenliği; botanik-biyocoğrafik değerlendirmede ise doğal yayılım, biyoklimatik uyum, yaşam formları ve türlerin biyocoğrafik statüleri ele alınmıştır. Literatürden elde edilen bilgiler karşılaştırmalı olarak değerlendirilerek terapi bahçelerinde bitki seçimine yönelik ölçütler beş başlık altında bir araya getirilmiştir: su-toprak uyumu, ekolojik-biyocoğrafik uyum, duyuşal-terapötik işlev, bakım gereksinimi ve kullanıcı güvenliği. Bu ölçütler, kurakçıl peyzaj ilkeleri ile terapi bahçelerinin kullanıcı odaklı bitkilendirme gereksinimlerini birlikte ele alan bir değerlendirme çerçevesi oluşturmak amacıyla kullanılmıştır.

2. TERAPİ BAHÇELERİNDE KURAKÇIL PEYZAJIN KAVRAMSAL ÇERÇEVESİ

Terapi bahçelerinde bitkisel tasarım, kullanıcıların doğal çevreyle ilişki kurmasını sağlayan işlevler ile peyzajın ekolojik gereksinimlerini bir arada karşılamalıdır. Terapi bahçelerine ilişkin literatür doğayla temas, duyuşal deneyim ve aktif ya da pasif etkileşimin önemini vurgularken; kurakçıl peyzaj çalışmaları bitki seçimi, su yönetimi, toprak koşulları ve bakım uygulamalarına odaklanmaktadır (Andreucci et al., 2019; Din et al., 2023; St. Hilaire et al., 2008; Wang & Tzortzi, 2023). Bu iki yaklaşımın kesişimi, su verimliliğini kullanıcı deneyiminden bağımsız ele almayan bir bitkilendirme anlayışı sunmaktadır.

2.1. Terapi Bahçelerinde Bitkisel Tasarımın İşlevi

Terapi bahçelerinde bitkiler yalnızca estetik bir kompozisyon oluşturmaz; duyuşal uyarım, gölgeleme, mahremiyet, mekânsal tanımlama ve doğayla etkileşim gibi işlevler de üstlenir. Sağlık ve bakım ortamlarına ilişkin çalışmalar, doğal unsurlarla temasın restoratif çevrelerin oluşturulmasında önemli bir rol oynayabildiğini göstermektedir (Andreucci et al., 2019; Din et al., 2023). Bitkilerin renk, form, doku, koku ve mevsimsel değişim gibi özellikleri kullanıcı deneyimini çeşitlendirirken, gölgeleme, güvenlik ve erişilebilirlik de bahçenin kullanım niteliğini belirleyen unsurlar arasındadır (Dinu Roman Szabo et al., 2023; Guo et al., 2023; Wang & Tzortzi, 2023).

Bitkilerle etkileşim pasif veya aktif biçimde gerçekleşebilir. İzleme, koklama ve gölgede dinlenme pasif etkileşime; bitki yetiştirme, ekim-dikim ve bahçecilik uygulamaları ise aktif etkileşime örnek oluşturur. İnsan-bitki ilişkilerine ilişkin çalışmalar, bu etkileşimlerin sağlık, yaşam kalitesi ve sosyal ilişkiler bakımından

değerlendirilebileceğini ortaya koymaktadır (Relf & Lohr, 2003; Stepansky et al., 2023). Terapötik duyuşal bahçede yürütölen pilot bir araştırmada da aktif katılımın olumlu duyuşal tepkiler ve algılanan yaşam kalitesiyle ilişkili olabileceğı bildirilmiştir (Stepansky et al., 2022). Bununla birlikte, pilot çalışmanın sınırlı örneklemini nedeniyle bu bulguların bütün kullanıcı gruplarına genellenmesi uygun değildir.

Sıcak ve kurak iklimlerde bitkisel tasarımın kullanıcı konforuna katkısı ayrıca önem kazanır. Ağaç ve çalıların gölgeleme, yönlendirme ve mahremiyet sağlama işlevleri, bahçenin kullanım biçimiyle birlikte değerlendirilmelidir (Guo et al., 2023; Wang & Tzortzi, 2023). Bu nedenle bitki seçiminde duyuşal özelliklerin yanı sıra olgun büyüklük, gölge oluşturma kapasitesi, güvenli etkileşim ve bakım gereksinimi de dikkate alınmalıdır.

2.2. Kurakçıl Peyzajın Temel İlkeleri

Kurakçıl peyzaj, su kullanımını azaltmayı amaçlayan ve tasarım, bitki seçimi, sulama, toprak yönetimi ile bakımı birlikte ele alan bir yaklaşımdır. St. Hilaire et al. (2008), bu yaklaşımı uygun planlama ve tasarım, etkin sulama, çim alanların uygun kullanımı, uygun bitki materyali seçimi, toprağın iyileştirilmesi, malçlama ve uygun bakım olmak üzere yedi temel ilke üzerinden açıklamaktadır. Benzer ilkeler Türkiye’deki kurakçıl peyzaj çalışmalarında da ele alınmaktadır (Çetin et al., 2018; Çınar & Kart Aktaş, 2018; Özyavuz & Özyavuz, 2012).

Terapi bahçelerinde bu ilkelerin uygulanması, alanın iklimsel ve edafik özellikleri kadar kullanım gereksinimlerinin de dikkate alınmasını gerektirir. Hidrozonlama yoluyla benzer su gereksinimine sahip bitkiler aynı sulama zonlarında gruplandırılabilir; böylece sulama, bitkilerin gereksinimlerine göre düzenlenebilir (St. Hilaire et al., 2008). Ancak zonların oluşturulmasında duyuşal işlevler, kullanıcı rotaları ve bahçenin kullanım yoğunluğu da göz önünde bulundurulmalıdır.

Çim alanların sınırlandırılması da kullanım amacından bağımsız bir karar değildir. Kurakçıl peyzaj, çim yüzeylerin tümüyle kaldırılmasını değil, gerekli alanlarda uygun tür ve bakım uygulamalarıyla kullanılmasını öngörmektedir (Çetin et al., 2018; St. Hilaire et al., 2008). Terapi bahçelerinde dinlenme, sosyal etkileşim veya belirli açık alan etkinlikleri için işlevsel olan çim yüzeyler korunabilir; kullanım gerekliliğı bulunmayan geniş alanlar ise daha düşük su gereksinimli bitkilendirmelerle değerlendirilebilir.

Etkin sulama, uygun toprak yönetimi ve malçlama, bitkilerin kök bölgesindeki su koşullarının düzenlenmesine katkı sağlar (Özyavuz & Özyavuz, 2012; St. Hilaire et al., 2008). Bakım yönetimi ise yalnızca su ve iş gücü tasarrufu açısından değil, bitkisel süreklilik ve kullanıcı güvenliğı bakımından da önemlidir. Kurakçıl peyzaj uygulamalarında bakım süresi ve doğrudan giderlerin azalabildiğı bildirilmiştir (Sovocool et al., 2006). Terapi bahçelerinde ise bakımın, bitkilerin duyuşal ve mekânsal işlevlerini sürdürebilmesini sağlayacak biçimde planlanması gerekir. Bu kavramsal temel doğrultusunda, bitki seçiminin edafik-hidrolojik, bitkisel-terapötik ve botanik-biyocoğrafik özellikler açısından değerlendirilmesi mümkündür.

3. EDAFİK VE HİDROLOJİK AÇIDAN BİTKİ SEÇİMİ

Terapi bahçelerinde iklim dirençli bitki seçimi, türlerin yalnızca kuraklığa dayanıklı olarak tanımlanmasına dayandırılmaz. Bitkinin suya erişimi; toprak özellikleri, etkili köklenme derinliğı, drenaj ve kök bölgesindeki bitkiye yarıyışlı su miktarıyla ilişkilidir. Toprakta bulunan toplam su ile bitkinin kullanabildiğı su aynı değildir ve bu ilişki bitkinin kök sistemiyle birlikte değerlendirilmelidir (Cousin et al., 2022). Bu nedenle düşük su kullanımı hedeflenirken bitkinin yetiştirme ortamındaki gelişme ve işlevini sürdürebilmesi de dikkate alınmalıdır.

3.1. Toprak Özellikleri ve Bitki-Su İlişkisi

Toprak tekstürü, strüktürü, profil derinliğı, drenaj ve köklerin yararlanabildiğı toprak hacmi, bitkinin suya erişimini belirleyen temel özellikler arasındadır. Tekstür, suyun tutulması ve hareketi üzerinde etkili olmakla birlikte bitkiye yarıyışlı su miktarının yalnızca kum, silt ve kil oranlarına göre değerlendirilmesi yeterli değildir.

Profil özellikleri, taşlılık, tuzluluk ve köklenme derinliği de suyun bitki tarafından kullanılabilirliğini değiştirmektedir (Cousin et al., 2022). Köklenme derinliği de özellikle kurak dönemlerde bitkinin ulaşabileceği su rezervi açısından önemlidir. Bazı türler daha derindeki su kaynaklarından yararlanabilecek kök sistemleri geliştirebilse de bunun gerçekleşmesi toprak profilinin kök gelişimine izin vermesine bağlıdır (Schenk, 2008). Bu nedenle bitki seçiminde toplam toprak derinliğinin yanı sıra sıkışma, geçirimsiz tabakalar ve kök gelişimini sınırlandırabilecek diğer özellikler de göz önünde bulundurulmalıdır. Toprak organik maddesi, strüktür ve gözeneklilik üzerinden toprak-su ilişkilerini etkileyebilir. Ancak organik madde artışının bitkiye yarayışlı su kapasitesini her koşulda belirgin ölçüde artırdığı söylenemez. Minasny ve McBratney (2018), etkinin toprak tekstürüne göre değiştiğini ve bitkiye yarayışlı sudaki artışın çoğu durumda sınırlı olabildiğini göstermiştir. Bu nedenle organik madde uygulamaları yalnızca su depolama amacıyla değil, toprak yapısı ve kök gelişiminin desteklenmesi açısından da değerlendirilmelidir.

3.2. Kuraklık Toleransı ve Su Gereksinimi

“Düşük su gereksinimi”, “su kullanım etkinliği” ve “kuraklık toleransı” aynı özelliği ifade etmemektedir. Bir bitkinin düşük sulama düzeyinde gelişimini sürdürebilmesi ile uzun süreli veya şiddetli su açığına dayanabilmesi farklı fizyolojik özelliklere bağlıdır (Tardieu, 2022). Benzer şekilde, bir türün kuraklık dönemini canlı olarak atlama, peyzajda beklenen görsel ve duysal niteliğini aynı düzeyde sürdürebildiği anlamına gelmez. Bitkiler su açığına kök gelişimi, stomatal düzenleme ve yaprak özelliklerindeki değişimler gibi farklı mekanizmalarla yanıt verebilir (Fang & Xiong, 2015). Bu tepkiler su kaybını azaltabilmekle birlikte büyüme, çiçeklenme veya görsel kalite üzerinde de etkili olabilir. Terapi bahçeleri açısından değerlendirme, bu nedenle yalnızca bitkinin hayatta kalmasına değil, sınırlı su koşullarında üstlendiği peyzaj ve terapötik işlevleri ne ölçüde koruyabildiğine dayanmalıdır. Bitki seçiminde iki özellik ayrı ayrı değerlendirilmelidir: türün kabul edilebilir gelişme ve peyzaj performansı için gereksinim duyduğu su miktarı ile suyun yetersiz olduğu dönemlerde gösterebildiği tolerans. Bu ayırım, kurakçıl peyzaj için bitki seçiminde daha gerçekçi bir değerlendirme sağlamaktadır.

3.3. Hidrozonlama ve Sulama Yönetimi

Hidrozonlama, benzer su gereksinimine sahip bitkilerin aynı sulama zonlarında gruplandırılmasına dayanır. Peyzajın su gereksinimi yalnızca tür özelliklerinden değil; bitki yoğunluğu, yaşam formu ve mikroklimatik koşullardan da etkilenmektedir (Nouri et al., 2013). Terapi bahçelerinde düşük su gereksinimli türler geniş alanlarda kullanılabilirken, terapötik veya işlevsel açıdan gerekli ancak daha fazla su isteyen bitkiler kontrollü sulamanın sağlanabildiği sınırlı zonlarda değerlendirilebilir. Zonların sınırları ise iklim, toprak, bitki yoğunluğu ve türlerin gelişme dönemlerine göre belirlenmelidir. Sulama teknolojisinin seçimi tek başına su verimliliğini garanti etmez. Damlama veya benzeri sistemlerde de uygulanan su miktarı bitkinin gerçek gereksiniminden fazla olabilir. Bu nedenle sulama kararlarının bitkinin su gereksinimi ve kök bölgesindeki toprak nemiyile ilişkilendirilmesi önemlidir (Canales-Ide et al., 2019). Toprak nem sensörlerinin uygun biçimde kullanılması gereksiz sulamanın azaltılmasına katkı sağlayabilmektedir; ancak sistemin başarısı sensör konumu, eşik değerleri, toprak tipi ve bakım koşullarından etkilenmektedir (Cárdenas-Lailhacar & Dukes, 2012). Terapi bahçelerinde hidrozonlama aynı zamanda bitkisel tasarımın sürekliliğini destekleyen bir araçtır. Duyusal veya görsel özellikleri nedeniyle kullanıcılarla yakın ilişki kuran bitkiler ile düşük su gereksinimli arka plan bitkilerinin farklı sulama zonlarında değerlendirilmesi hem su yönetimini hem de bitkilerin işlevsel performansını destekleyebilir.

3.4. Malçlama ve Toprak Yönetimi

Malçlama, toprak yüzeyinden buharlaşmanın azaltılması, toprak neminin korunması, sıcaklık değişimlerinin sınırlandırılması ve yabancı ot gelişiminin baskılanması amacıyla kullanılan uygulamalardan biridir (Iqbal et al., 2020). Bununla birlikte etkisi kullanılan materyale, uygulama biçimine, iklim koşullarına ve toprak özelliklerine bağlıdır. Farklı malç materyallerinin toprak nemi ve sıcaklığı üzerinde farklı etkiler gösterebildiği bildirilmektedir (Nazemi Rafi & Kazemi, 2021). Terapi bahçelerinde malç seçimi yalnızca hidrolojik veya estetik özelliklere göre

yapılmamalıdır. Materyalin yürüyüş yollarına taşınması, yüzey stabilitesi, bakım gereksinimi ve kullanıcıların bitkilerle doğrudan temas ettiği alanlardaki uygunluğu da dikkate alınmalıdır. Toprak yönetiminde ise drenaj, sıkışma, infiltrasyon, etkili köklenme derinliği ve bitkiye yarayışlı su kapasitesi birlikte ele alınmalıdır. Edafik ve hidrolojik açıdan uygun bitki seçiminin temelinde, tür ile yetiştirme ortamının eşleştirilmesi yer almaktadır. Bu yaklaşım, bitkinin kurak dönemde yalnızca yaşamını sürdürmesini değil, terapi bahçesindeki görsel, duyuşal ve mekânsal işlevlerini kontrollü su kullanımı altında devam ettirebilmesini hedeflemektedir.

4. BİTKİSEL VE TERAPÖTİK AÇIDAN BİTKİ SEÇİMİ

Terapi bahçelerinde bitki seçimi yalnızca ekolojik uyum, kuraklık toleransı veya düşük su gereksinimine göre yapılamaz. Bitkiler renk, form, doku, koku ve mevsimsel değişim gibi özellikleriyle kullanıcı deneyiminin doğrudan bir parçasıdır. Bu nedenle iklim dirençli bir terapi bahçesinde, sınırlı su koşullarına uyum gösterebilen ancak duyuşal ve terapötik işlevini de sürdürebilen bitkisel kompozisyonların oluşturulması gerekir. Bitki seçiminde görsel, kokusal, dokusal ve fenolojik özelliklerle kullanıcı güvenliği birlikte değerlendirilmelidir (Sillmann et al., 2024).

4.1. Görsel Özellikler

Bitkilerin renk, form, doku, çiçeklenme ve mevsimsel değişim özellikleri terapi bahçesinin görsel karakterini belirler. Gerçek bitkisel materyalin kullanıcıların psikolojik ve fizyolojik tepkileri üzerinde olumlu etkiler oluşturabildiğini gösteren deneysel çalışmalar bulunmaktadır (Igarashi et al., 2015; Jeong & Park, 2021). Bununla birlikte belirli bir rengin veya bitki formunun bütün kullanıcılar üzerinde aynı etkiyi oluşturacağı varsayılmamalıdır. Yaş, sağlık durumu, kültürel geçmiş ve kişisel deneyimler görsel algıyı değiştirebilir. Bu nedenle bitkilendirmede tek bir “terapötik renk” veya biçim aramak yerine, farklı görsel özelliklerin dengeli biçimde bir araya getirilmesi daha uygun bir yaklaşımdır. Farklı çiçeklenme dönemleri ve yaşam döngülerine sahip türlerin birlikte kullanılması, bahçenin yıl boyunca değişen bir görsel karakter sunmasına olanak verir (Sillmann et al., 2024). Görsel süreklilik burada bütün bitkilerin aynı görünümü koruması değil, farklı türlerin fenolojik özellikleriyle birbirini tamamlaması anlamına gelir. Kurakçıl peyzaj açısından önemli olan, seçilen bitkinin bu görsel özelliklerini hedeflenen su rejimi altında ne ölçüde koruyabildiğidir. Su stresi büyüme, yaprak özellikleri, çiçeklenme ve bazı fizyolojik süreçleri değiştirebilir. Lavanta üzerinde yapılan bir çalışmada su açığının klorofil ve uçucu yağ bileşimi üzerinde etkili olduğu bildirilmiştir (Hosseini & Heidari, 2025). Bu nedenle bitkinin yalnızca kuraklık döneminde yaşamını sürdürmesi değil, terapi bahçesinde beklenen görsel niteliği koruyabilmesi de seçim ölçütü olmalıdır.

4.2. Kokusal Özellikler ve Aromatik Bitkiler

Koku, terapi bahçelerindeki çok duyulu deneyimin önemli unsurlarından biridir. Bitkisel kokuların anılar, duygular, rahatlama ve çevreyle ilişki kurma biçimleriyle bağlantılı olarak deneyimlenebildiği bildirilmektedir (Pálsdóttir et al., 2021). Görsel ve kokusal uyaranların birlikte kullanıldığı kontrollü çalışmalar da bu iki duyuşal bileşenin kullanıcı tepkileri üzerinde birlikte etkili olabileceğini göstermektedir (Zhang et al., 2023). Ancak bu sonuçların farklı kullanıcı gruplarına doğrudan genellenmesi uygun değildir. Kurak koşullarda aromatik türlerin değerlendirilmesinde bitkinin yalnızca hayatta kalması yeterli değildir. Su stresi, uçucu bileşiklerin miktarını ve bileşimini değiştirebilir; ancak bu değişimin yönü tür, genotip, stresin şiddeti ve süresine göre farklılık göstermektedir (Szabó et al., 2020). Lavanta üzerinde yapılan çalışmalar da farklı su açığı düzeylerinin uçucu yağ miktarı ve bileşimini değiştirebildiğini göstermektedir (Hosseini & Heidari, 2025). Bu nedenle “kuraklık aromatik bitkilerin kokusunu artırır” biçimindeki genel bir yaklaşım yerine, türün hedeflenen su rejimindeki kokusal performansı değerlendirilmelidir. Koku yoğunluğu kullanıcı özellikleri açısından da önemlidir. Güçlü kokulu türlerin yoğun biçimde veya dinlenme alanlarının hemen yanında kullanılması bazı hassas kullanıcılar açısından rahatsızlık oluşturabilir (Sillmann et al., 2024). Aromatik türlerin seçiminde kokunun niteliği, su kısıtı altındaki sürekliliği ve hedef kullanıcı grubuna uygunluğu birlikte dikkate alınmalıdır.

4.3. Dokunsal ve Fenolojik Özellikler

Terapi bahçelerinde bitkilerin yaprak, çiçek, gövde ve kabuk özellikleri kullanıcıya doğrudan dokunsal deneyim sunabilir. Duyusal bahçelerde gerçekleştirilen çalışmalar, kullanıcıların bitkilerle etkileşime olanak veren alanlara ilgi gösterebildiğini ortaya koymaktadır (Hussein, 2012). Yumuşak, tüylü, pürüzsüz veya farklı yüzey özelliklerine sahip bitkilerin kullanımı dokunsal çeşitlilik sağlayabilir; ancak bu çeşitlilik güvenli temas ilkesiyle birlikte değerlendirilmelidir. Dikenli veya toksik türlerin doğrudan etkileşim alanlarında sınırlandırılması bu nedenle önem taşımaktadır (Sillmann et al., 2024). Fenolojik özellikler ise terapi bahçesinin yıl içindeki değişimini belirler. Çiçeklenme, yapraklanma, renk değişimi ve yaprak dökümü gibi süreçlerin farklı zamanlarda gerçekleşmesi duysal çeşitliliğin tek bir dönemde yoğunlaşmasını önleyebilir (Sillmann et al., 2024). Her dem yeşil türlerin sağladığı yapısal süreklilik ile farklı dönemlerde çiçeklenen veya renk değiştiren türlerin birlikte kullanılması, yıl boyunca değişen bir bitkisel kompozisyon oluşturabilir. Kurakçıl peyzajlarda fenolojik planlama su yönetimiyle de ilişkilidir. Bir türün en yüksek su gereksiniminin terapötik açıdan öne çıkan çiçeklenme veya gelişme dönemine denk gelmesi, sulama planını etkileyebilir. Bu nedenle bitkinin yıllık su gereksiniminin yanı sıra, terapötik açıdan önemli fenolojik dönemlerdeki su ihtiyacı da göz önünde bulundurulmalıdır.

4.4. Kullanıcı Güvenliği

Terapi bahçelerinde bitki seçiminin temel koşullarından biri kullanıcı güvenliğidir. Çocuklar, yaşlı bireyler, hareket veya görme kısıtlılığı bulunan kullanıcılar ve farklı sağlık sorunlarına sahip bireylerin bu alanlardan yararlanabilmesi, bitki kaynaklı risklerin dikkatle değerlendirilmesini gerektirir. Toksikite, dikenlilik ve mekanik yaralanma riski özellikle kullanıcıların bitkilere doğrudan erişebildiği alanlarda önem taşımaktadır. Terapi bahçelerine yönelik bitkilendirme önerilerinde toksik ve dikenli türlerin bu alanlarda sınırlandırılması önerilmektedir (Sillmann et al., 2024). Bitkinin estetik veya aromatik değerinin yüksek olması, doğrudan temas açısından güvenli olmadığı durumlarda tek başına yeterli bir seçim gerekçesi değildir. Alerjenik polen de değerlendirilmesi gereken bir diğer özelliktir. Yüksek miktarda alerjen polen üreten türlerin yoğun kullanımı, düşük tür çeşitliliği ve uygunsuz tür seçimi yeşil alanların alerjenik yükünü artırabilmektedir (Cariñanos & Casares-Porcel, 2011). Benzer şekilde güçlü koku bazı kullanıcılar için olumlu bir deneyim oluştururken diğerleri için rahatsız edici olabilir. Bu nedenle toksikite, dikenlilik, alerjenik potansiyel ve koku yoğunluğu hedef kullanıcı grubuna ve bitkinin bahçedeki konumuna göre değerlendirilmelidir. Bitkisel-terapötik açıdan uygun tür seçimi; görsel ve kokusal niteliğin, güvenli dokunsal etkileşimin, fenolojik sürekliliğin ve kullanıcı risklerinin birlikte değerlendirilmesine dayanır. İklim dirençli bir terapi bahçesinde ise bu özelliklerin sınırlı su koşullarında ne ölçüde sürdürülebildiği de seçimin bir parçasıdır.

5. BOTANİK VE BİYOCOĞRAFİK AÇIDAN BİTKİ SEÇİMİ

Terapi bahçelerinde iklim dirençli bitki seçiminin botanik ve biyocoğrafik boyutu, türlerin doğal yayılışı, ekolojik istekleri, iklimsel toleransları ve fonksiyonel özellikleriyle birlikte değerlendirilmesini gerektirir. Doğal yayılış alanı bir türün belirli çevresel koşullardaki varlığına ilişkin önemli bilgi sağlasa da bütün ekolojik tolerans sınırlarını doğrudan göstermez. Tür dağılımları iklimin yanı sıra toprak özellikleri, biyotik etkileşimler, yayılma kapasitesi ve tarihsel süreçlerden de etkilenmektedir (Elith & Leathwick, 2009). Aynı türün farklı coğrafi popülasyonlarında çevresel toleransın değişebilmesi de tür düzeyindeki genel tanımlamaların tek başına yeterli olmadığını göstermektedir (Hällibors et al., 2016).

5.1. Türlerin Doğal Yayılışı ve Ekolojik İstekleri

Bir türün doğal yayılışı; sıcaklık, yağış, mevsimsellik, yükselti ve habitat özellikleri bakımından önemli bir ekolojik referans sağlar. Ancak mevcut dağılımın doğrudan bir uygunluk haritası olarak kullanılması doğru değildir. Türlerin coğrafi dağılımları çevresel toleransların yanı sıra rekabet, yayılma sınırlılıkları ve geçmiş çevresel koşullardan da etkilenebilir (Elith & Leathwick, 2009). Bu nedenle doğal yayılış bilgisi, terapi bahçesinin gerçek toprak, su ve mikroklima koşullarıyla birlikte ele alınmalıdır.

Tür içindeki popülasyon farklılıkları da bitki seçiminde önem taşıyabilir. Farklı coğrafi kökenlerden gelen popülasyonların iklimsel toleranslarının değişebildiği ve yerel adaptasyonun türlerin çevresel yanıtlarında etkili olabildiği bildirilmektedir (Hällfors et al., 2016; Aitken & Whitlock, 2013). Bununla birlikte yerel materyalin her durumda daha yüksek performans göstereceği söylenemez. Leimu ve Fischer (2008), yerel popülasyonların çoğu durumda avantaj gösterebildiğini ancak bu durumun bütün karşılaştırmalarda geçerli olmadığını ortaya koymuştur. Bu nedenle tür seçimi yapılırken doğal yayılış alanı, habitat özellikleri ve mümkün olduğunda bitki materyalinin coğrafi kökeni birlikte değerlendirilmelidir. Böylece “kuraklığa dayanıklı” gibi genel tanımlar, türün gerçek ekolojik ve biyocoğrafik bağlamıyla karşılaştırılabilir.

5.2. Biyoklimatik Uyum ve İklim Direnci

İklim dirençli bitki seçimi, türün yalnızca günümüzdeki koşullara uyum sağlamasına değil, gelecekte karşılaşabileceği iklimsel stresler altında da işlevini sürdürebilmesine dayanmalıdır. Bu nedenle biyoklimatik değerlendirmede yıllık sıcaklık ve yağış ortalamalarının yanında yaz kuraklığı, aşırı sıcaklıklar, minimum kış sıcaklıkları ve don olayları gibi uç koşullar da dikkate alınmalıdır. Kent bitkilerinin seçiminde mevcut ve gelecekteki iklim koşullarını birlikte değerlendiren yaklaşımlar giderek önem kazanmaktadır. Chen et al. (2024), mevcut iklim verileriyle sınırlı seçimlerin uzun dönemli uygunluğu her zaman yansıtmayabileceğini ve gelecekteki iklimsel güvenlik marjlarının da değerlendirmeye alınması gerektiğini göstermektedir. Bununla birlikte kentsel mikroklima ve yetiştirme ortamı koşulları doğal habitatlardan farklı olabileceğinden, yalnızca doğal iklim nişine dayanmak da yeterli değildir. Aynı cins içerisindeki türlerin dahi kuraklık toleranslarının farklılaşabilmesi, bu değerlendirmelerin mümkün olduğunca tür düzeyinde yapılması gerektiğini göstermektedir. Sjöman et al. (2015), Acer türleri arasında belirgin kuraklık toleransı farklılıkları bulunduğunu ortaya koymuştur. Özellikle uzun ömürlü ağaç ve çalıların seçiminde mevcut iklim koşulları kadar bitkinin yaşam süresi boyunca karşılaşabileceği olası iklim koşulları da göz önünde bulundurulmalıdır.

5.3. Yaşam Formları ve Fonksiyonel Özellikler

Terapi bahçelerinde bitkisel kompozisyon yalnızca tür sayısı ile değil, farklı yaşam formlarının üstlendiği işlevlerle de değerlendirilmelidir. Ağaçlar gölge ve mekânsal tanımlama; çalılar sınırlandırma ve katman oluşturma; otsu bitkiler, geofitler ve yer örtücüler ise kullanıcıya daha yakın duyuşsal alanların oluşturulmasında kullanılabilir. Ancak yaşam formu, bitkinin su gereksinimi veya kuraklık toleransı hakkında tek başına yeterli bilgi vermez. Peyzaj bitkileri üzerinde yapılan çalışmalar, aynı kullanım veya yaşam formu grubu içerisinde dahi kuraklığa verilen yanıtların önemli ölçüde farklılaşabildiğini göstermektedir (Tabassum et al., 2021). Bu nedenle “bütün ağaçlar yüksek su ister” ya da “otsu türler düşük su tüketir” biçimindeki genellemelerden kaçınılmalıdır. Fonksiyonel değerlendirmede olgun büyüklük, taç yapısı, büyüme hızı, kuraklık toleransı, toprak uyumu, bakım gereksinimi ve gölge sağlama gibi özellikler birlikte ele alınabilir. Çok sayıda türü kapsayan bitki seçim çalışmalarında da iklim ve toprak adaptasyonu ile fonksiyonel özelliklerin birlikte değerlendirilmesinin daha uygun olduğu önerilmektedir (Lartey et al., 2025). Bu yaklaşım terapi bahçelerinde katmanlı bir bitkisel kompozisyon kurulmasına olanak verir. Farklı yaşam formlarına ve stres yanıtlarına sahip türlerin bir arada kullanılması, yalnızca estetik çeşitlilik değil, çevresel değişkenlik karşısında daha dengeli bir bitkisel yapı da sağlayabilir.

5.4. Yerli ve Egzotik Türlerin Kullanımı

Türlerin yerli veya egzotik olması, bitki seçiminde önemli bir biyocoğrafik bilgidir; ancak tek başına karar ölçütü değildir. “Yerli tür uygundur, egzotik tür uygun değildir” biçimindeki ikili yaklaşım, türlerin gerçek ekolojik performansını ve çevresel etkilerini yeterince açıklamaz. Davis et al. (2011), yerli olmayan türlerin yalnızca kökenleri nedeniyle zararlı kabul edilmesi yerine oluşturdukları ekolojik etkilerin değerlendirilmesi gerektiğini savunmaktadır. Benzer bir değerlendirme yerli türler için de geçerlidir. Yerli bir türün bölgesel floraya ait olması, kent ortamındaki sıkışmış toprak, değişmiş hidroloji, yüksek yüzey sıcaklığı veya gölgelenme koşullarına mutlaka

uyum sağlayacağı anlamına gelmez. Ayrıca aynı türün farklı popülasyonları arasında iklim toleransı değişebilmektedir (Hällfors et al., 2016; Leimu & Fischer, 2008). Egzotik türlerde ise istilacılık potansiyeli ayrıca değerlendirilmelidir. Egzotik olmak ile istilacı olmak aynı kavram değildir; ancak peyzaj ve süs bitkisi kullanımı yabancı türlerin yeni bölgelere taşınmasında önemli bir yayılma yolu oluşturabilir. Hu et al. (2023), kentsel parklarda kullanılan bazı yabancı süs bitkilerinin yüksek veya potansiyel istilacılık riski taşıyabildiğini göstermiştir. Bu bulgu bütün egzotik türlere genellenemez; ancak seçim öncesinde yayılma kapasitesi ve bölgesel istilacı tür kayıtlarının kontrol edilmesini gerekli kılar. Terapi bahçelerinde yerli türler bölgesel ekolojik ilişkilerin desteklenmesi açısından önemli bir başlangıç noktasıdır; ancak bitki paleti yalnızca köken ölçütüne göre oluşturulmamalıdır. Egzotik türlerin kullanımında ise iklim ve toprak uyumunun yanı sıra istilacılık potansiyeli ve çevredeki doğal veya yarı doğal alanlara yayılma riski dikkate alınmalıdır. Botanik ve biyocoğrafik açıdan uygun bitki seçimi, doğal yayılış, habitat özellikleri, popülasyon kökeni, mevcut ve gelecekteki iklim koşullarına uyum, fonksiyonel özellikler ve biyocoğrafik statünün birlikte değerlendirilmesine dayanır. Doğal yayılış veya yerli-egzotik ayrımı tek başına seçim ya da eleme ölçütü olarak kullanılmamalıdır.

6. TERAPİ BAHÇELERİ İÇİN ÇOK ÖLÇÜTLÜ BİTKİ SEÇİM ÇERÇEVESİ

Terapi bahçelerinde iklim dirençli bitki seçimi, tek bir ekolojik veya tasarımsal özelliğe dayandırılmayacak çok boyutlu bir karar sürecidir. Önceki bölümlerde değerlendirilen çalışmalar; su gereksinimi ve kuraklık toleransının yetiştirme ortamından bağımsız ele alınamayacağını, doğal yayılışın tek başına ekolojik uygunluğu göstermediğini ve bitkilerin duyuşal özellikleri, bakım gereksinimleri ile kullanıcı güvenliğinin de seçim sürecinin bir parçası olduğunu ortaya koymaktadır (Cousin et al., 2022; Elith & Leathwick, 2009; Hällfors et al., 2016; Pálsdóttir et al., 2021; Sillmann et al., 2024; Tardieu, 2022). Bu doğrultuda terapi bahçelerinde iklim dirençli bitki seçimi için su-toprak uyumu, ekolojik-biyocoğrafik uyum, duyuşal-terapötik işlev, bakım gereksinimi ve kullanıcı güvenliği olmak üzere beş temel değerlendirme alanı önerilmektedir. Bu alanlar birbirinden bağımsız ölçütler değil, aynı seçim kararının birbirini tamamlayan bileşenleridir.

6.1. Su-Toprak Uyumu

Su-toprak uyumu, bitkinin su gereksinimi ile yetiştirme ortamının bu suyu depolama ve bitkiye sunma kapasitesi arasındaki ilişkiyi ifade etmektedir. Değerlendirmede bitkinin su gereksinimi ve kuraklık toleransının yanı sıra toprak tekstürü, kullanılabilir su kapasitesi, etkili köklenme derinliği, drenaj ve hidrozon içerisindeki konumu dikkate alınmalıdır (Cousin et al., 2022; Fang & Xiong, 2015; Tardieu, 2022). Burada temel amaç yalnızca kuraklıkta hayatta kalabilen değil, düşük ve kontrollü su girdisi altında kabul edilebilir peyzaj ve terapötik performansı sürdürebilen türlerin belirlenmesidir.

6.2. Ekolojik-Biyocoğrafik Uyum

Ekolojik-biyocoğrafik uyum, türün doğal yayılışı ile terapi bahçesinin mevcut ve gelecekteki çevresel koşulları arasındaki ilişkinin değerlendirilmesine dayanır. Doğal yayılış, sıcaklık ve yağış rejimi, yaz kuraklığı, ekstrem sıcaklık ve don toleransı, habitat özellikleri ve mümkün olduğunda popülasyon kökeni dikkate alınmalıdır (Elith & Leathwick, 2009; Hällfors et al., 2016). Yerli veya egzotik olma durumu tek başına seçim ölçütü olarak kullanılmamalı; egzotik türlerde istilacılık riski ayrıca değerlendirilmelidir (Davis et al., 2011; Hu et al., 2023). Gelecekteki iklim koşullarına uyum, özellikle uzun ömürlü türlerde bu ölçütün önemli bir parçasıdır (Chen et al., 2024).

6.3. Duyusal-Terapötik İşlev

Duyuşal-terapötik işlev, bitkinin kullanıcıya sunduğu görsel, kokusal, dokunsal ve mevsimsel deneyim ile bu özelliklerin yetiştirme koşulları altında sürdürülebilirliğini kapsamaktadır. Renk, form, doku, koku, çiçeklenme dönemi, mevsimsel değişim ve gölge oluşturma gibi özellikler bu kapsamda değerlendirilebilir (Pálsdóttir et al.,

2021; Sillmann et al., 2024). Her bitkinin bütün duyuşal özellikleri taşıması beklenmemeli; farklı türlerin birbirini tamamlaması yoluyla bitki paleti düzeyinde duyuşal çeşitlilik ve süreklilik sağlanmalıdır.

6.4. Bakım Gereksinimi

Düşük su gereksinimi ile düşük bakım gereksinimi aynı özellik değildir. Kuraklığa dayanıklı bir tür yoğun budama, yayılma kontrolü veya düzenli yenileme gerektirebilir. Bu nedenle sulama, budama, gübreleme, hastalık ve zararlı yönetimi, döküntü, büyüme kontrolü ve yenileme gereksinimi birlikte değerlendirilmelidir (Sovocool et al., 2006; St. Hilaire et al., 2008). Terapi bahçelerinde düşük girdili bakım, bakımsızlık değil; bitkinin ekolojik ve terapötik işlevini sürdürebilmesi için gereken müdahalelerin yönetilebilir düzeyde olmasıdır.

6.5. Kullanıcı Güvenliği

Kullanıcı güvenliği, terapi bahçelerinde bitki seçiminin temel koşullarından biridir. Toksisite, dikenlilik, tahriş edici özsu, alerjenik polen, yoğun koku ve kullanıcı tarafından tüketilme riski bulunan bitki kısımları hedef kullanıcı grubu ve bitkinin bahçedeki konumu dikkate alınarak değerlendirilmelidir (Cariñanos & Casares-Porcel, 2011; Sillmann et al., 2024). Risklerin önem düzeyi aynı değildir. Ciddi toksisite veya doğrudan yaralanma riski bazı kullanım alanlarında eleme ölçütü olabilirken, döküntü veya koku yoğunluğu gibi özellikler uygun konumlandırma ve bakım yoluyla yönetilebilir.

6.6. Ölçütlerin Bütünleştirilmesi ve Önerilen Değerlendirme Çerçevesi

Bitki seçiminde tek bir olumlu özelliğin diğer alanlardaki ciddi bir yetersizliği telafi ettiği varsayılmamalıdır. Yüksek kuraklık toleransına sahip ancak kullanıcı açısından ciddi toksisite riski taşıyan bir tür doğrudan etkileşim alanları için uygun olmayabilir. Benzer şekilde yüksek duyuşal değere sahip bir bitki, alanın toprak ve iklim koşullarında sürekli yüksek su ve bakım girdisi gerektiriyorsa kurakçıl terapi bahçesinin temel bitki paleti için uygun bir seçenek olmayabilir. Bu nedenle seçim sürecinin iki aşamada yürütülmesi önerilmektedir. İlk aşamada ciddi kullanıcı güvenliği riski, yüksek istilacılık potansiyeli ve alanın temel iklim veya toprak koşullarıyla belirgin uyumsuzluk gibi kullanımını doğrudan sınırlandırabilecek özellikler değerlendirilmelidir. Bu koşulları karşılayan türler ikinci aşamada beş temel değerlendirme alanı açısından karşılaştırılabilir. Önerilen çerçeve Çizelge 1'de özetlenmiştir.

Çizelge 1. Terapi bahçelerinde iklim dirençli bitki seçimine yönelik çok ölçütlü değerlendirme çerçevesi

Değerlendirme alanı	Temel soru	Başlıca ölçütler	Terapi açısından değerlendirme	bahçesi	Literatür dayanağı
Su-toprak uyumu	Bitki mevcut toprak ve su koşullarında işlevini sürdürebilir mi?	Su gereksinimi, kuraklık toleransı, kullanılabilir su, köklenme derinliği, drenaj, hidrozon	Düşük ve kontrollü su girdisi altında gelişme ve işlevin sürdürülmesi		Cousin et al. (2022); Fang & Xiong (2015); Tardieu (2022)
Ekolojik-biyocoğrafik uyum	Tür mevcut ve gelecekteki çevresel koşullarla uyumlu mu?	Doğal yayılış, iklim toleransı, habitat, popülasyon kökeni, yerli/egzotik statü, direnci istilacılık	Uzun dönemli ekolojik uygunluk ve iklim		Chen et al. (2024); Elith & Leathwick (2009); Hällfors et al. (2016)
Duyusal-terapötik işlev	Bitki kullanıcı deneyimine nasıl katkıda bulunuyor?	Renk, form, doku, koku, çiçeklenme, mevsimsel değişim, gölge	Duyusal çeşitlilik ve terapötik sürekliliği		Pálsdóttir et al. (2021); Sillmann et al. (2024); Szabó et al. (2020)
Bakım gereksinimi	Bitkinin işlevini sürdürebilmesi için ne düzeyde sürekli girdi gerekir?	Sulama, budama, gübreleme, hastalık-zararlı yönetimi, döküntü, yenileme ve büyüme kontrolü	Uzun dönemli yönetilebilirlik ve peyzaj sürekliliği		Sovocool et al. (2006); St. Hilaire et al. (2008)
Kullanıcı güvenliği	Bitki hedef kullanıcı ve kullanım alanı açısından kabul edilebilir risk düzeyinde mi?	Toksosite, dikenlilik, tahriş, alerjenlik, yoğun koku, tüketim ve döküntü riski	Güvenli doğrudan ve dolaylı kullanıcı etkileşimi		Cariñanos & Casares-Porcel (2011); Sillmann et al. (2024)

Bu çerçevede her türün bütün ölçütlerde aynı düzeyde uygunluk göstermesi beklenmemektedir. Asıl hedef, bitki paletinin bütününde ekolojik ve terapötik dengeyi kurmaktır. Düşük su gereksinimli, ekolojik uyumu yüksek ve bakım ihtiyacı sınırlı türler bahçenin temel bitkisel yapısını oluşturabilir. Daha belirgin görsel, kokusal veya dokunsal değere sahip ancak orta düzeyde su gerektiren türler ise terapötik etkileşimin yoğun olduğu kontrollü hidrozonlarda kullanılabilir. Böylece bitki seçimi yalnızca “en az su tüketen türü” belirlemeye dayalı bir süreç olmaktan çıkar; su ve toprak koşulları, ekolojik uyum, kullanıcı deneyimi, bakım ve güvenlik arasında denge kurmayı amaçlayan çok ölçütlü bir karar sürecine dönüşür.

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

İklim değişikliğine bağlı sıcaklık artışı, kuraklık ve su kaynakları üzerindeki baskı, terapi bahçelerinde bitki seçiminin yalnızca estetik veya düşük su gereksinimi üzerinden değerlendirilmesini yetersiz hâle getirmektedir. Bu çalışmada kurakçıl peyzaj ilkeleri, toprak-bitki-su ilişkileri, bitkilerin duyusal ve terapötik özellikleri ile botanik-biyocoğrafik uyum birlikte ele alınmıştır. Literatürün bütüncül değerlendirilmesi, iklim dirençli bitki seçiminin türün kuraklığa dayanıklılığından daha kapsamlı bir karar süreci olduğunu göstermektedir.

Bu kapsamda terapi bahçelerinde bitki seçiminin su-toprak uyumu, ekolojik-biyocoğrafik uyum, duyusal-terapötik işlev, bakım gereksinimi ve kullanıcı güvenliği olmak üzere beş temel değerlendirme alanı üzerinden ele alınması önerilmiştir. Bu ölçütler birbirinden bağımsız değil, aynı seçim sürecinin tamamlayıcı bileşenleridir.

Özellikle ciddi kullanıcı güvenliği riski, yüksek istilacılık potansiyeli ve alanın temel iklim veya toprak koşullarıyla belirgin uyumsuzluk, tür kullanımını sınırlandırabilecek ön koşullar olarak değerlendirilmelidir.

Kurakçıl terapi bahçelerinde bütün bitkilerin aynı düzeyde düşük su gereksinimine sahip olması gerekli değildir. Düşük su gereksinimli, ekolojik açıdan uyumlu ve bakım ihtiyacı sınırlı türler bahçenin temel bitkisel yapısını oluşturabilirken; görsel, kokusal veya dokusal değeri yüksek ancak orta düzeyde su gerektiren türler kontrollü hidrozonlarda ve kullanıcı etkileşiminin yoğun olduğu alanlarda kullanılabilir. Bu yaklaşım, su tasarrufu ile terapötik çeşitliliğin birbirine alternatif hedefler olarak görülmesini önleyebilir.

Uygulamada bitki seçiminin alanın toprak, drenaj, iklim ve su koşullarının belirlenmesiyle başlaması; türlerin su gereksinimlerine göre hidrozonlarda gruplandırılması; işlevsiz geniş çim alanların sınırlandırılması; uygun sulama ve malçlama uygulamalarının kullanılması ve uzun dönemli bakım gereksiniminin tasarım aşamasında dikkate alınması önerilmektedir. Bu uygulamaların kullanıcı konforu, erişilebilirlik, duysal çeşitlilik ve güvenlikten ödün vermeden gerçekleştirilmesi önemlidir.

Gelecekte yapılacak çalışmalarda, farklı iklim bölgelerinde kullanılabilecek bitkilerin su tüketimi, kuraklık performansı ve duysal özelliklerinin deneysel olarak karşılaştırılması yararlı olacaktır. Özellikle aromatik ve duysal değeri yüksek türlerde su stresinin çiçeklenme, renk, koku ve uçucu bileşikler üzerindeki etkilerinin incelenmesi; yerli ve egzotik türlerin ekolojik performans, bakım gereksinimi ve kullanıcı algısı açısından karşılaştırılması literatüre katkı sağlayabilir. Ayrıca bu çalışmada önerilen beş ölçütlü çerçevenin farklı kullanıcı grupları ve iklim bölgelerinde test edilmesi, ileride geliştirilecek puanlama veya karar destek sistemleri için temel oluşturabilir.

Sonuç olarak, terapi bahçelerinde iklim dirençli bitki seçimi yalnızca su tasarrufuna yönelik teknik bir uygulama değil; ekolojik uyum, terapötik işlev, bakım olanakları ve kullanıcı güvenliğini birlikte ele alan çok ölçütlü bir tasarım kararıdır. Kurakçıl peyzaj ilkelerinin bu yaklaşımla bütünleştirilmesi, terapi bahçelerinin hem su kullanımını azaltan hem de kullanıcı deneyimini sürdüren daha dirençli peyzajlara dönüştürülmesine katkı sağlayabilir.

KAYNAKLAR

- Aitken, S. N., & Whitlock, M. C. (2013). Assisted gene flow to facilitate local adaptation to climate change. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 44, 367–388. <https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-110512-135747>
- Andreucci, M. B., Russo, A., & Olszewska-Guizzo, A. (2019). Designing urban green blue infrastructure for mental health and elderly wellbeing. *Sustainability*, 11(22), 6425. <https://doi.org/10.3390/su11226425>
- Canales-Ide, F., Zubelzu, S., & Rodríguez-Sinobas, L. (2019). Irrigation systems in smart cities coping with water scarcity: The case of Valdebebas, Madrid (Spain). *Journal of Environmental Management*, 247, 187–195. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.06.062>
- Cárdenas-Lailhacar, B., & Dukes, M. D. (2012). Soil moisture sensor landscape irrigation controllers: A review of multi-study results and future implications. *Transactions of the ASABE*, 55(2), 581–590. <https://doi.org/10.13031/2013.41392>
- Cariñanos, P., & Casares-Porcel, M. (2011). Urban green zones and related pollen allergy: A review. Some guidelines for designing spaces with low allergy impact. *Landscape and Urban Planning*, 101(3), 205–214. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2011.03.006>
- Chen, M., Dang, A., Li, X., Huang, J., & Weng, Y. (2024). Identifying climate-ready plant for urban environment: Integrating machine learning with traditional plant selection tools. *Urban Forestry & Urban Greening*, 102, 128559. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2024.128559>

- Cousin, I., Buis, S., Lagacherie, P., Doussan, C., Le Bas, C., & Guérif, M. (2022). Available water capacity from a multidisciplinary and multiscale viewpoint. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 42, 46. <https://doi.org/10.1007/s13593-022-00774-8>
- Cubino, J. P., Subirós, J. V., & Lozano, C. B. (2014). Maintenance, modifications, and water use in private gardens of Alt Empordà, Spain. *HortTechnology*, 24(3), 374–383. <https://doi.org/10.21273/HORTTECH.24.3.374>
- Çetin, N., & Mansuroğlu, S. (2018). Akdeniz koşullarında kurakçıl peyzaj düzenlemelerinde kullanılabilecek bitki türlerinin belirlenmesi: Antalya/Konyaaltı örneği. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 55(1), 11–18. <https://doi.org/10.20289/zfdergi.390690>
- Çetin, N., Mansuroğlu, S., & Kalaycı Önaç, A. (2018). Xeriscaping feasibility as an urban adaptation method for global warming: A case study from Turkey. *Polish Journal of Environmental Studies*, 27(3), 1009–1018. <https://doi.org/10.15244/pjoes/76678>
- Çınar, H. S., & Kart Aktaş, N. (2018). Xeriscape analysis: A case study in a residential garden in Istanbul. *Journal of Environmental Protection and Ecology*, 19(4), 1904–1917.
- Davis, M. A., Chew, M. K., Hobbs, R. J., Lugo, A. E., Ewel, J. J., Vermeij, G. J., Brown, J. H., Rosenzweig, M. L., Gardener, M. R., Carroll, S. P., Thompson, K., Pickett, S. T. A., Stromberg, J. C., Del Tredici, P., Suding, K. N., Ehrenfeld, J. G., Grime, J. P., Mascaro, J., & Briggs, J. C. (2011). Don't judge species on their origins. *Nature*, 474, 153–154. <https://doi.org/10.1038/474153a>
- Detweiler, M. B., Sharma, T., Detweiler, J. G., Murphy, P. F., Lane, S., Carman, J., Chudhary, A. S., Halling, M. H., & Kim, K. Y. (2012). What is the evidence to support the use of therapeutic gardens for the elderly? *Psychiatry Investigation*, 9(2), 100–110. <https://doi.org/10.4306/pi.2012.9.2.100>
- Din, S. K.-J., Russo, A., & Liversedge, J. (2023). Designing healing environments: A literature review on the benefits of healing gardens for children in healthcare facilities and the urgent need for policy implementation. *Land*, 12(5), 971. <https://doi.org/10.3390/land12050971>
- Dinu Roman Szabo, M., Dumitras, A., Mircea, D.-M., Doroftei, D., Sestras, P., Boscaiu, M., Brzuszek, R. F., & Sestras, A. F. (2023). Touch, feel, heal. The use of hospital green spaces and landscape as sensory-therapeutic gardens: A case study in a university clinic. *Frontiers in Psychology*, 14, 1201030. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1201030>
- Elith, J., & Leathwick, J. R. (2009). Species distribution models: Ecological explanation and prediction across space and time. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 40, 677–697. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.110308.120159>
- Fang, Y., & Xiong, L. (2015). General mechanisms of drought response and their application in drought resistance improvement in plants. *Cellular and Molecular Life Sciences*, 72(4), 673–689. <https://doi.org/10.1007/s00018-014-1767-0>
- Guo, H., Zhou, W., Lai, W., & Yao, L. (2023). What landscape elements are needed for hospital healing spaces? Evidence from an empirical study of 10 compact hospitals. *Frontiers in Public Health*, 11, 1243582. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1243582>
- Hällfors, M. H., Liao, J., Dzurisin, J., Grundel, R., Hyvärinen, M., Towle, K., Wu, G. C., & Hellmann, J. J. (2016). Addressing potential local adaptation in species distribution models: Implications for conservation under climate change. *Ecological Applications*, 26(4), 1154–1169. <https://doi.org/10.1890/15-0926>

- Hosseini, R., & Heidari, M. (2025). Impact of drought stress on biochemical and molecular responses in lavender (*Lavandula angustifolia* Mill.): Effects on essential oil composition and antibacterial activity. *Frontiers in Plant Science*, 16, 1506660. <https://doi.org/10.3389/fpls.2025.1506660>
- Hu, S., Jin, C., Liao, R., Huang, L., Zhou, L., Long, Y., Luo, M., Jim, C. Y., Hu, W., Lin, D., Chen, S., Liu, C., Jiang, Y., & Yang, Y. (2023). Herbaceous ornamental plants with conspicuous aesthetic traits contribute to plant invasion risk in subtropical urban parks. *Journal of Environmental Management*, 347, 119059. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.119059>
- Hussein, H. (2012). The influence of sensory gardens on the behaviour of children with special educational needs. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 38, 343–354. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.03.356>
- Igarashi, M., Aga, M., Ikei, H., Namekawa, T., & Miyazaki, Y. (2015). Physiological and psychological effects on high school students of viewing real and artificial pansies. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12(3), 2521–2531. <https://doi.org/10.3390/ijerph120302521>
- Iqbal, R., Raza, M. A. S., Valipour, M., Saleem, M. F., Zaheer, M. S., Ahmad, S., Toleikiene, M., Haider, I., Aslam, M. U., & Nazar, M. A. (2020). Potential agricultural and environmental benefits of mulches—a review. *Bulletin of the National Research Centre*, 44, 75. <https://doi.org/10.1186/s42269-020-00290-3>
- Jeong, J.-E., & Park, S.-A. (2021). Physiological and psychological effects of visual stimulation with green plant types. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(24), 12932. <https://doi.org/10.3390/ijerph182412932>
- Lartey, D., Lomans, A., Zarei, S., Lomans, A., Skevich, M., & van Hasselaar, D. (2025). Key plant traits for sustainable urban greening: A framework for plant selection. *Journal of Environmental Management*, 393, 127065. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2025.127065>
- Leimu, R., & Fischer, M. (2008). A meta-analysis of local adaptation in plants. *PLOS ONE*, 3(12), e4010. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0004010>
- Minasny, B., & McBratney, A. B. (2018). Limited effect of organic matter on soil available water capacity. *European Journal of Soil Science*, 69(1), 39–47. <https://doi.org/10.1111/ejss.12475>
- Nazemi Rafi, Z., & Kazemi, F. (2021). Effects of planting combinations and mulch types on soil moisture and temperature of xeric landscapes. *Urban Forestry & Urban Greening*, 58, 126966. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2020.126966>
- Nouri, H., Beecham, S., Hassanli, A. M., & Kazemi, F. (2013). Water requirements of urban landscape plants: A comparison of three factor-based approaches. *Ecological Engineering*, 57, 276–284. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2013.04.025>
- Özyavuz, A., & Özyavuz, M. (2012). Xeriscape in landscape design. In M. Özyavuz (Ed.), *Landscape planning*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/38989>
- Pálsdóttir, A. M., Spendrup, S., Mårtensson, L., & Wendin, K. (2021). Garden smellscape—Experiences of plant scents in a nature-based intervention. *Frontiers in Psychology*, 12, 667957. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.667957>
- Pérez-Urrestarazu, L., Egea, G., Ruiz-Alcalá, C., Roldán-Olmo, F., & Fernández-Cañero, R. (2018). Water management assessment in a historic garden: The case study of the Real Alcazar (Seville, Spain). *Urban Forestry & Urban Greening*, 29, 192–199. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2017.11.020>
- Relf, P. D., & Lohr, V. I. (2003). Human issues in horticulture. *HortScience*, 38(5), 984–993. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.38.5.984>

- Schenk, H. J. (2008). Soil depth, plant rooting strategies and species' niches. *New Phytologist*, 178(2), 223–225. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2008.02427.x>
- Seyidoğlu Akdeniz, N. (2020). Woody landscape plants used in the design of hospital gardens and their sensory effects on users. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 22(1), 47–62. <https://doi.org/10.24011/barofd.619469>
- Sillmann, T. A., Marques, P. O., & Mattiuz, C. F. M. (2024). Therapeutic gardens: Historical context, foundations, and landscaping. *Ornamental Horticulture*, 30, 1–7. <https://doi.org/10.1590/2447-536X.v30.e242740>
- Sjöman, H., Hirons, A. D., & Bassuk, N. L. (2015). Urban forest resilience through tree selection—Variation in drought tolerance in Acer. *Urban Forestry & Urban Greening*, 14(4), 858–865. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2015.08.004>
- Sovocool, K. A., Morgan, M., & Bennett, D. (2006). An in-depth investigation of Xeriscape as a water conservation measure. *Journal AWWA*, 98(2), 82–93. <https://doi.org/10.1002/j.1551-8833.2006.tb07590.x>
- St. Hilaire, R., Arnold, M. A., Wilkerson, D. C., Devitt, D. A., Hurd, B. H., Lesikar, B. J., Lohr, V. I., Martin, C. A., McDonald, G. V., Morris, R. L., Pittenger, D. R., Shaw, D. A., & Zoldoske, D. F. (2008). Efficient water use in residential urban landscapes. *HortScience*, 43(7), 2081–2092. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.43.7.2081>
- Stepansky, K., Delbert, T., & Bucey, J. C. (2022). Active student engagement within a university's therapeutic sensory garden green space: Pilot study of utilization and student perceived quality of life. *Urban Forestry & Urban Greening*, 67, 127452. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2021.127452>
- Stepansky, K., Delbert, T., & Bucey, J. C. (2023). Therapeutic impact of engagement in green spaces. In A. Kuden & B. İmrak (Eds.), *Urban horticulture—Sustainable gardening in cities*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.1001148>
- Szabó, K., Zubay, P., & Németh-Zámboriné, É. (2020). What shapes our knowledge of the relationship between water deficiency stress and plant volatiles? *Acta Physiologiae Plantarum*, 42, 130. <https://doi.org/10.1007/s11738-020-03120-1>
- Tabassum, S., Ossola, A., Marchin, R. M., Ellsworth, D. S., & Leishman, M. R. (2021). Assessing the relationship between trait-based and horticultural classifications of plant responses to drought. *Urban Forestry & Urban Greening*, 61, 127109. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2021.127109>
- Tardieu, F. (2022). Different avenues for progress apply to drought tolerance, water use efficiency and yield in dry areas. *Current Opinion in Biotechnology*, 73, 128–134. <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2021.07.019>
- Tartaglia, E. S., & Aronson, M. F. J. (2024). Plant native: Comparing biodiversity benefits, ecosystem services provisioning, and plant performance of native and non-native plants in urban horticulture. *Urban Ecosystems*, 27, 2587–2611. <https://doi.org/10.1007/s11252-024-01610-5>
- Wang, Q., & Tzortzi, J. N. (2023). Design guidelines for healing gardens in the general hospital. *Frontiers in Public Health*, 11, 1288586. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1288586>
- Whitehouse, S., Varni, J. W., Seid, M., Cooper-Marcus, C., Ensberg, M. J., Jacobs, J. R., & Mehlenbeck, R. S. (2001). Evaluating a children's hospital garden environment: Utilization and consumer satisfaction. *Journal of Environmental Psychology*, 21(3), 301–314. <https://doi.org/10.1006/jevp.2001.0224>
- Zhang, X., Guo, J., Zhang, X., & Zhang, Q. (2023). Physiological effects of a garden plant smellscape from the perspective of perceptual interaction. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(6), 5004. <https://doi.org/10.3390/ijerph20065004>

ACUR (CUCUMIS MELO VAR. FLEXUOSUS) YETİŞTİRİCİLİĞİNDE ORTAYA ÇIKAN ÖNEMLİ BİTKİ HASTALIKLARI VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ**Prof. Dr. Hüseyin BASIM¹/ Osman KANDİL²/Cansu ÖKEM³**¹Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, hbasim@akdeniz.edu.tr
<https://orcid.org/0000-0002-8059-3680>²İstanbul Tarım A.Ş., okandil@istanbultarim.com.tr
<https://orcid.org/0000-0003-3806-423X>³İstanbul Tarım A.Ş., lab@istanbultarim.com.tr
<https://orcid.org/0009-0007-5634-8830>**Özet**

Acur (*Cucumis melo* L. var. *flexuosus*), Akdeniz Havzası, Küçük Asya, Kuzey Afrika ile Yakın ve Orta Doğu'da uzun yıllardır yetiştirilen, taze ve turşuluk olarak değerlendirilen geleneksel bir kabakgil sebzesidir. Sahip olduğu yüksek genetik çeşitlilik, acuru bitki ıslahı ve biyotik streslere dayanıklılık açısından önemli bir genetik kaynak hâline getirmektedir. Bununla birlikte acur yetiştiriciliğinde fungal, bakteriyel ve viral hastalıklar ile kök-ur nematodları bitki gelişimini, verimi ve ürün kalitesini sınırlandırabilen önemli biyotik stres faktörleri arasında yer almaktadır. Bu çalışmada acur bitkisinde ekonomik olarak önem taşıyan *Fusarium* solgunluğu (*Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*), külleme (*Podosphaera xanthii* ve *Golovinomyces orontii*), mildiyö (*Pseudoperonospora cubensis*), bakteriyel meyve lekesi, (*Acidovorax citrulli*), *Cucumber Green Mottle Mosaic Virus* (CGMMV) enfeksiyonları ve kök-ur nematodu (*Meloidogyne* spp.) değerlendirilmiştir. Bu biyotik stres faktörlerinin mücadelesinde sağlıklı üretim materyali kullanımı, sanitasyon, uygun sulama ve kültürel uygulamalar, inokulum kaynaklarının azaltılması, biyolojik mücadele, kimyasal mücadele ve dayanıklı acur genotiplerinin entegre kullanımı önerilmektedir. Özellikle hastalık ve zararlılarla mücadelede çevre dostu yöntemlerden biri olan dayanıklı acur çeşitlerinin kullanılması amacıyla biyotik stres faktörlerine karşı dayanıklı acur çeşitlerinin geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Moleküler marker destekli ıslah yöntemlerinin kullanılması ve sonuçların patolojik testlerle doğrulanmasıyla hastalıklara dayanıklı acur gen kaynaklarının ortaya çıkarılmasına ve acur hastalıklarıyla mücadelede sürdürülebilir mücadele yöntemlerinin geliştirilmesine katkı sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Acur, *Cucumis melo* var. *flexuosus* bitki hastalıkları, sürdürülebilir hastalık yönetimi

MAJOR PLANT DISEASES ENCOUNTERED IN ARMENIAN CUCUMBER (*Cucumis melo* var. *flexuosus*) CULTIVATION AND PROPOSED SOLUTIONS**Prof. Dr. Hüseyin BASIM¹ Osman KANDİL² Cansu ÖKEM³**¹Akdeniz University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, hbasim@akdeniz.edu.tr
<https://orcid.org/0000-0002-8059-3680>²İstanbul Tarım A.Ş., okandil@istanbultarim.com.tr
<https://orcid.org/0000-0003-3806-423X>³İstanbul Tarım A.Ş., lab@istanbultarim.com.tr
<https://orcid.org/0009-0007-5634-8830>**Abstract**

Acur (*Cucumis melo* L. var. *lexuosus*) is a traditional cucurbit vegetable—consumed fresh or pickled—that has been cultivated for centuries throughout the Mediterranean Basin, Asia Minor, North Africa, and the Near and Middle East. Its high genetic diversity makes it a valuable genetic resource for plant breeding and for developing resistance to biotic stresses. However, significant biotic stresses including fungal, bacterial, and viral pathogens, as well as root-knot nematodes can limit plant growth, yield, and produce quality. Economically important threats to these productive plants include *Fusarium* wilt (*Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*), powdery mildew (*Podosphaera xanthii* and *Golovinomyces orontii*), downy mildew (*Pseudoperonospora cubensis*), fruit blotch (*Acidovorax citrulli*), *Cucumber Green Mottle Mosaic Virus* (CGMMV), and root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.). Managing these biotic stresses requires an integrated approach that combines healthy planting material, sanitation, appropriate irrigation and cultural practices, inoculum reduction, biological and chemical controls, and resistant acur genotypes. Cultivating acur varieties resistant to biotic stress is of great importance, particularly because resistant cultivars represent an environmentally friendly strategy for managing diseases and pests. The application of molecular marker-assisted breeding methods, combined with validation through pathological testing, facilitates the identification of resistant acur genotypes and supports the implementation of sustainable disease management strategies.

Keywords: Armenian cucumber, *Cucumis melo* var. *flexuosus*, plant diseases, sustainable disease management

INTRODUCTION

Acur (*Cucumis melo* L. var. *flexuosus*) is a traditional cucurbit vegetable cultivated for many years in the Mediterranean Basin, Asia Minor, North Africa, and the Near and Middle East. Unlike sweet melons, it produces elongated fruits that lack a strong aroma and have low sugar content; these fruits are typically harvested before maturity and consumed fresh or pickled (Pitrat, 2016; Solmaz et al., 2016; Merheb et al., 2020). Because acur is not classified as a separate crop category at the *C. melo* var. *flexuosus* level in FAOSTAT statistics, direct global production data are limited (FAO, 2024). In Turkey, it is cultivated primarily in the Southeastern Anatolia and Mediterranean regions; according to TurkStat data, 46,700 tons of acur were produced in 2024 (TÜİK, 2024).

The high morphological and genetic diversity of local acur populations indicates that these materials serve as important genetic resources for plant breeding (Ali-Shtayeh et al., 2017; Merheb et al., 2020). However, compared to melons and other common cucurbit species, acur has been less extensively studied for diseases and disease resistance. Fungal, bacterial, and viral diseases, as well as root-knot nematodes, can limit plant development, yield, and produce quality. Indeed, studies on acur have demonstrated that factors such as soil-borne diseases, viral agents, and powdery mildew can significantly impact production (Flores-León et al., 2021). Therefore, identifying disease agents, determining sources of resistance, and integrated evaluation of appropriate control methods are of great importance for sustainable Armenian cucumber production.

MAJOR DISEASES AFFECTING ARMENIAN CUCUMBER AND CONTROL METHODS

Fusarium wilt, caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* (Fom), is a major biotic stress affecting Armenian cucumber (*Cucumis melo* var. *flexuosus*) and other *C. melo* genetic materials. This soil-borne pathogen enters through the roots and colonizes the vascular tissues, potentially causing yellowing, stunted growth, wilting, and during advanced stages of infection plant death. The classification of Fom isolates into distinct physiological races (0, 1, 2, and 1.2) and the ability of race 1.2, in particular, to overcome certain sources of resistance underscores the importance of breeding for resistance. The Fom-1 and Fom-2 genes identified in melon, along with their associated molecular markers, serve as vital genetic tools for identifying resistant genotypes (Perchepe and Pitrat, 2004; Oumouloud et al., 2013).

Powdery mildew is a common fungal disease of cucurbits caused by various pathogens, most notably *Podosphaera xanthii*. It can adversely affect plant growth and yield by producing white, powdery fungal growth on leaves, as well as chlorosis and premature senescence (Perez-García et al., 2009). The presence of diverse physiological races within *P. xanthii* populations complicates efforts to maintain durable resistance. Conversely, the identification of QTL regions and molecular markers associated with powdery mildew resistance in melon offers significant opportunities for developing resistant genotypes (Hong et al., 2018; Cao et al., 2021). Gummy stem blight, another significant fungal disease affecting cucurbits, is associated with *Stagonosporopsis* species and can cause necrotic lesions on leaves and stems, as well as characteristic gummy exudates under favorable environmental conditions (Seblani et al., 2023). Bacterial fruit blotch, caused by *Acidovorax citrulli*, is a significant bacterial disease. The pathogen can be introduced into production areas via contaminated seeds and causes water-soaked spots on leaves and dark green, greasy-looking lesions on fruits. Given the importance of seed-borne inoculum in the disease's epidemiology, the use of healthy planting material and sanitation practices are fundamental measures for disease control (Burdman and Walcott, 2012; Horuz et al., 2014). Among viral diseases, *Cucumber green mottle mosaic virus* (CGMMV) is significant in cucurbit production because it is transmitted mechanically, via contaminated seeds, soil, and irrigation water. Different *C. melo* genetic resources have been reported to exhibit varying reactions to CGMMV (Li et al., 2016; Ruiz et al., 2021). Root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) form characteristic galls on roots, thereby limiting the plant's ability to efficiently utilize water and nutrients. The observation of varying reactions to *M. incognita* and *M. javanica* among *C. melo* genetic resources indicates the availability of genetic material that can be utilized in resistance breeding (Faske, 2013; de Lima et al., 2026).

Disease development in Armenian cucumber (*Cucumis melo* var. *flexuosus*) depends on the interaction among host susceptibility, pathogen virulence, and environmental conditions. Factors such as temperature, humidity, soil conditions, inoculum density, and contaminated planting material can influence disease development and spread. Therefore, integrated approaches that combine disease-free seeds and seedlings, sanitation, appropriate irrigation and cultural practices, reduction of inoculum sources, and resistant genotypes should be adopted for disease management. While molecular markers facilitate the early identification of resistant genotypes in large populations, validating molecular selection results through controlled pathological tests is crucial for identifying reliable sources of resistance (Shahwar et al., 2024).

RESULTS AND DISCUSSION

A review of the literature indicates that while studies specifically targeting diseases and disease resistance in *Cucumis melo* var. *flexuosus* (acur) are limited, there is more extensive research regarding various disease agents and resistance sources within the *C. melo* species. Notably, the Fom-1 and Fom-2 genes have been identified as key genetic resources for resistance to *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* (Oumouloud et al., 2013), and QTL regions associated with resistance to different physiological races of *Podosphaera xanthii* (powdery mildew) have been mapped (Hong et al., 2018; Cao et al., 2021). Furthermore, varying levels of resistance to CGMMV and *Meloidogyne* species have been demonstrated in *C. melo* genetic resources (Faske, 2013; Ruiz et al., 2021; de Lima et al., 2026). Overall, these findings reveal significant genetic variation within *C. melo* genetic resources regarding resistance to various biotic stress factors; however, the efficacy of resistance sources and molecular markers identified in melon requires further validation in acur germplasm. Although Acur (Armenian cucumber) belongs to the *C. melo* species, it has been less extensively studied than melons and other cucurbits regarding diseases and disease resistance. However, the high genetic diversity identified in Acur populations presents significant potential for evaluating disease resistance (Ali-Shtayeh et al., 2017; Merheb et al., 2020). The identification of Fom-1 and Fom-2 genes associated with *Fusarium* wilt resistance, as well as QTLs and molecular markers linked to powdery mildew resistance in melons, provides a crucial scientific foundation for utilizing these genetic resources in Acur breeding (Oumouloud et al., 2013; Cao et al., 2021). Nevertheless, it should not be assumed that markers developed for melons will function with the same accuracy in Acur germplasm; results obtained from molecular screenings must be validated through controlled pathological tests (Shahwar et al., 2024).

In conclusion, it is recommended that Acur genetic resources be systematically screened against major disease pathogens, resistance sources identified in *C. melo* be validated in Acur materials, and resistant genotypes be identified by combining marker-assisted selection with pathological testing. Furthermore, integrated disease management approaches which combine genetic resistance with disease-free planting material, sanitation, and appropriate cultural practices are essential for sustainable production. Given the potential impacts of climate change on host-pathogen interactions and disease epidemiology, developing *Cucumis melo* var. *flexuosus* (acur) genotypes that maintain resistance across diverse environmental conditions and possess superior agronomic traits should be a primary objective of future breeding programs (Raza and Bebbler, 2022).

REFERENCES

- Ali-Shtayeh, M. S., Jamous, R. M., Shtaya, M. J., Mallah, O. B., Eid, I. S., & Zaitoun, S. Y. A. (2017). Morphological characterization of snake melon (*Cucumis melo* var. *flexuosus*) populations from Palestine. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 64, 7–22.
- Burdman, S., & Walcott, R. R. (2012). *Acidovorax citrulli*: Generating basic and applied knowledge to tackle a global threat to the cucurbit industry. *Molecular Plant Pathology*, 13(8), 805–815.
- Cao, Y., Diao, Q., Chen, Y., Jin, H., Zhang, Y., & Zhang, H. (2021). Development of KASP markers and identification of a QTL underlying powdery mildew resistance in melon (*Cucumis melo* L.) by bulked segregant analysis and RNA-Seq. *Frontiers in Plant Science*, 11, 593207. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.593207>
- de Lima, F. F., da Silva, E. M., de Almeida, N. T. B., de Araujo Filho, A. C., Souza, C. M. P. G., Gomes, G. A. D., Alves, C. de S., Dantas, D. E. S., da Silveira, L. M., Soares, P. L. M., Ferreira, R. J., Sales Júnior, R., & Nunes, G. H. de S. (2026). Resistance of melon genotypes to *Meloidogyne incognita* and *M. javanica*: An approach based on genetic parameters estimated via REML/BLUP. *Euphytica*, 222, 29. <https://doi.org/10.1007/s10681-025-03670-w>
- Faske, T. R. (2013). Penetration, post-penetration development, and reproduction of *Meloidogyne incognita* on *Cucumis melo* var. *texasus*. *Journal of Nematology*, 45(1), 58–65.
- Flores-León, A., García-Martínez, S., González, V., Garcés-Claver, A., Martí, R., Julián, C., Sifres, A., Pérez-de-Castro, A., Díez, M. J., López, C., Ferriol, M., Gisbert, C., Ruiz, J. J., Cebolla-Cornejo, J., & Picó, B. (2021). Grafting snake melon [*Cucumis melo* L. subsp. *melo* var. *flexuosus* (L.) Naudin] in organic farming: Effects on agronomic performance; resistance to pathogens; sugar, acid, and VOC profiles; and consumer acceptance. *Frontiers in Plant Science*, 12, 613845.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO]. (2024). *FAOSTAT: Crops and livestock products*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Hong, Y.-J., Hossain, M. R., Kim, H.-T., Park, J.-I., & Nou, I.-S. (2018). Identification of two new races of *Podosphaera xanthii* causing powdery mildew in melon in South Korea. *The Plant Pathology Journal*, 34(3), 182–190. <https://doi.org/10.5423/PPJ.OA.12.2017.0277>
- Hong, Y.-J., Hossain, M. R., Kim, H.-T., Park, J.-I., & Nou, I.-S. (2018). Identification of two new races of *Podosphaera xanthii* causing powdery mildew in melon in South Korea. *The Plant Pathology Journal*, 34(3), 182–190. <https://doi.org/10.5423/PPJ.OA.12.2017.0277>
- Horuz, S., Cetinkaya-Yildiz, R., Mirik, M., & Aysan, Y. (2014). Occurrence, isolation, and identification of *Acidovorax citrulli* from melon in Turkey. *Plant Protection Science*, 50(4), 179–183.
- Li, J.-X., Liu, S.-S., & Gu, Q.-S. (2016). Transmission efficiency of Cucumber green mottle mosaic virus via seeds, soil, pruning and irrigation water. *Journal of Phytopathology*, 164(5), 300–309.
- Merheb, J., Pawełkowicz, M., Branca, F., Bolibok-Brągoszewska, H., Skarzyńska, A., Plader, W., & Chalak, L. (2020). Characterization of Lebanese germplasm of snake melon (*Cucumis melo* subsp. *melo* var. *flexuosus*) using morphological traits and SSR markers. *Agronomy*, 10(9), 1293.
- Oumouloud, A., El-Otmani, M., Chikh-Rouhou, H., Garcés-Claver, A., González-Torres, R., Perl-Treves, R., & Álvarez, J. M. (2013). Breeding melon for resistance to Fusarium wilt: Recent developments. *Euphytica*, 192, 155–169. <https://doi.org/10.1007/s10681-013-0904-4>
- Perchepped, L., & Pitrat, M. (2004). Polygenic inheritance of partial resistance to *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* race 1.2 in melon. *Phytopathology*, 94(12), 1331–1336.

- Pérez-García, A., Romero, D., Fernández-Ortuño, D., López-Ruiz, F., De Vicente, A., & Torés, J. A. (2009). The powdery mildew fungus *Podosphaera fusca* (synonym *Podosphaera xanthii*), a constant threat to cucurbits. *Molecular Plant Pathology*, 10(2), 153–160.
- Pitrat, M. (2016). Melon genetic resources: Phenotypic diversity and horticultural taxonomy. In R. Grumet, N. Katzir, & J. Garcia-Mas (Eds.), *Genetics and genomics of Cucurbitaceae* (pp. 25–60). Springer.
- Raza, M. M., & Bebbber, D. P. (2022). Climate change and plant pathogens. *Current Opinion in Microbiology*, 70, 102233.
- Ruiz, L., López, C., Picó, B., & Janssen, D. (2021). Resistance to Cucumber green mottle mosaic virus in *Cucumis melo*. *Plants*, 10(6), 1077. <https://doi.org/10.3390/plants10061077>
- Seblani, R., Keinath, A. P., & Munkvold, G. (2023). Gummy stem blight: One disease, three pathogens. *Molecular Plant Pathology*, 24(8), 825–837.
- Shahwar, D., Khan, Z., & Park, Y. (2024). Molecular markers for marker-assisted breeding for biotic and abiotic stress in melon (*Cucumis melo* L.): A review. *International Journal of Molecular Sciences*, 25(12), 6307.
- Solmaz, I., Kacar, Y. A., Simsek, O., & Sari, N. (2016). Genetic characterization of Turkish snake melon (*Cucumis melo* L. subsp. *melo flexuosus* group) accessions revealed by SSR markers. *Biochemical Genetics*, 54(4), 534–543.
- TÜİK. (2024). *Bitkisel üretim istatistikleri, 2024*. Türkiye İstatistik Kurumu.

PATLICANDA KÖK ÇÜRÜKLÜĞÜ HASTALIKLARI VE MÜCADELE YÖNTEMLERİ**Prof. Dr. Hüseyin BASIM¹/ Osman KANDİL²/Cansu ÖKEM³**¹Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, hbasim@akdeniz.edu.tr<https://orcid.org/0000-0002-8059-3680>²İstanbul Tarım A.Ş., okandil@istanbultarim.com.tr<https://orcid.org/0000-0003-3806-423X>³İstanbul Tarım A.Ş., lab@istanbultarim.com.tr<https://orcid.org/0009-0007-5634-8830>**Özet**

Patlıcan (*Solanum melongena* L.), dünya genelinde yaygın olarak yetiştirilen ve ekonomik olarak önemli bir sebze türüdür. Patlıcan yetiştiriciliğinde verim ve kaliteyi sınırlandıran önemli biyotik faktörlerden biri, farklı toprak kökenli patojenlerin neden olduğu kök çürüklüğü hastalıklarıdır. Patlıcanda kök çürüklüğü hastalıklarına sebep olan başlıca etmenler arasında *Fusarium* spp., *Rhizoctonia solani*, *Pythium* spp. ve *Phytophthora* spp. Yer almaktadır. Bu etmenlerin enfeksiyonu sonucunda köklerde kahverengileşme, nekroz ve çürüme, kök boğazında lezyon oluşumu, gelişme geriliği, kloroz, solgunluk ve şiddetli enfeksiyonlarda bitki ölümü meydana gelebilmektedir. Hastalık gelişimi; toprak sıcaklığı ve nemi, drenaj koşulları, inokulum yoğunluğu, konukçu duyarlılığı, bitkinin gelişme dönemi ve yetiştiricilik uygulamalarından önemli ölçüde etkilenmektedir. Farklı patojenlerin benzer semptomlar oluşturabilmesi nedeniyle yalnızca görsel belirtilere dayalı teşhis yeterli olmayıp izolasyon, morfolojik inceleme ve patojenisite testlerinin PCR ve DNA dizi analizleri gibi moleküler yöntemlerle güvenilir olarak tanırlarının yapılması bu hastalıklarla mücadele yönteminin belirlenmesinde büyük önem taşımaktadır. Kök ve kök boğazı hastalıklarının mücadelesinde; sağlıklı fide kullanımı, sanitasyon, uygun sulama, ürün rotasyonu ve solarizasyon gibi kültürel ve fiziksel mücadele yöntemleri; biyolojik mücadele ajanlarının, kullanıldığı biyolojik mücadele, dayanıklı patlıcan çeşit ve anaçlarının kullanımı ve zorunlu durumlarda kimyasal mücadelenin entegre biçimde kullanılması önerilmektedir. Bu çalışmada patlıcanda kök çürüklüğüne sebep olan başlıca hastalık etmenleri, hastalık belirtileri ve güncel mücadele yöntemleri değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Patlıcan, kök çürüklüğü hastalıkları, *Fusarium* spp., *Rhizoctonia solani*, *Pythium* spp., *Phytophthora* spp.

ROOT ROT DISEASES IN EGGPLANT AND CONTROL METHODS**Prof. Dr. Hüseyin BASIM¹ Osman KANDİL² Cansu ÖKEM³**¹Akdeniz University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, hbasim@akdeniz.edu.tr
<https://orcid.org/0000-0002-8059-3680>²İstanbul Tarım A.Ş., okandil@istanbultarim.com.tr
<https://orcid.org/0000-0003-3806-423X>³İstanbul Tarım A.Ş., lab@istanbultarim.com.tr
<https://orcid.org/0009-0007-5634-8830>**Abstract**

Eggplant (*Solanum melongena* L.) is an economically important vegetable crop cultivated widely across the globe. Root rot diseases caused by soil-borne pathogens are major biotic constraints on eggplant yield and quality. Key pathogens responsible for root rot in eggplant include *Fusarium* spp., *Rhizoctonia solani*, *Pythium* spp., and *Phytophthora* spp. Infection by these pathogens can lead to root browning, necrosis, and decay; lesion formation at the crown; stunted growth; chlorosis; wilting; and, in severe cases, plant death. Disease development is significantly influenced by soil temperature and moisture, drainage, inoculum density, host susceptibility, growth stage, and cultivation practices. Because different pathogens can produce similar symptoms, diagnosis based solely on visual signs is insufficient; reliable identification requires combining isolation, morphological examination, and pathogenicity tests with molecular methods such as PCR and DNA sequence analysis to determine appropriate control strategies. Integrated management approaches are recommended for controlling root and crown diseases, combining cultural and physical methods (such as using healthy seedlings, sanitation, proper irrigation, crop rotation, and solarization) with biological control (using biocontrol agents), the use of resistant eggplant cultivars and rootstocks, and chemical control when absolutely necessary. This study evaluates the primary pathogens causing root rot in eggplant, the associated disease symptoms, and current control methods.

Keywords: Eggplant, root rot diseases, *Fusarium* spp., *Rhizoctonia solani*, *Pythium* spp., *Phytophthora* spp.

INTRODUCTION

Eggplant (*Solanum melongena* L.) is an economically important vegetable species belonging to the Solanaceae family. The majority of global production occurs in Asian countries, and Turkey ranks among the major producers (FAO, 2025). According to TUIK, eggplant production in Türkiye rose from 827,004 tons in 2024 to 878,830 tons in 2025, representing a 6.3% increase (TurkStat, 2025). Soil-borne diseases play a significant role among the biotic factors limiting eggplant production. Root rot is considered a complex disease problem involving various fungal pathogens such as *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Pythium*, and *Phytophthora* (Panth et al., 2020; McGovern, 2021). This review evaluates the primary agents causing root and crown rot in eggplant, as well as diagnostic methods and management strategies.

MAJOR PATHOGENS CAUSING ROOT ROT IN EGGPLANT

Multiple species play a role in the etiology of *Fusarium*-induced root diseases in eggplant. *Fusarium solani* has been associated with root rot in eggplant (Li et al., 2017); additionally, species such as *F. oxysporum*, *F. falciforme*, *F. incarnatum*, and *F. proliferatum* have been reported to be associated with the disease (Manikandan et al., 2024). *Fusarium oxysporum* f. sp. *melongenae* is primarily a vascular wilt pathogen, causing yellowing, wilting, and discoloration of the vascular bundles (Altınok, 2005).

Rhizoctonia solani causes damping-off as well as root and crown rot, particularly during the seedling stage; brown lesions appear on infected tissues, and seedling death may occur in advanced stages of infection (Lewis and Larkin, 1998; McGovern, 2021). *Pythium aphanidermatum* and *P. ultimum* are associated with seed rot, damping-off, and root rot, especially under conditions of high soil moisture (Lewis and Larkin, 1998; McGovern, 2021).

Phytophthora capsici can cause dark, water-soaked lesions on the roots and crown of eggplants, leading to wilting and plant death. Because zoospores spread through free water, the disease becomes particularly severe in areas with excessive moisture and poor drainage (Pscheidt & Ocamb, 2026).

DISEASE DEVELOPMENT, DIAGNOSIS, AND CONTROL APPROACHES

Symptoms caused by root rot agents such as browning, necrosis, decay, crown lesions, chlorosis, and wilting show significant similarities. Disease development is influenced by factors including soil temperature and moisture, drainage, inoculum density, host susceptibility, and cultivation practices. Excessive irrigation and inadequate drainage facilitate infection, particularly with zoospore-producing fungi such as *Pythium* and *Phytophthora* (Panth et al., 2020).

Due to the similarity of symptoms, visual assessment alone is insufficient for reliable diagnosis; isolation, morphological examination, and pathogenicity tests must be supplemented by molecular methods. In addition to the ITS region, gene regions such as TEF1- α and RPB2 can be used to differentiate *Fusarium* species (Torres-Cruz et al., 2022). Pathogenicity tests and Koch's postulates remain crucial for confirming the causal relationship between the pathogen and the disease.

Key cultural practices for managing the root rot complex include the use of healthy seedlings, sanitation, the removal of infected plant debris, proper irrigation and drainage, and crop rotation (Panth et al., 2020). Antagonistic microorganisms such as *Trichoderma*, *Bacillus*, and *Pseudomonas* hold potential for biological control (Köhl et al., 2019). The use of resistant cultivars and rootstocks is also important for sustainable disease management. Identifying varying levels of resistance to soil-borne pathogens in wild *Solanum* relatives of eggplant indicates that these materials can be utilized for rootstocks and resistance breeding (Akanksha et al., 2025). Therefore, integrated disease management, employing a combination of cultural, biological, genetic, and where necessary chemical methods, should be adopted.

RESULTS AND DISCUSSION

A review of the literature indicates that root rot in eggplant is a complex disease involving various soil-borne pathogens rather than a single causative agent. *Fusarium solani*, *F. oxysporum* f. sp. *melongenae*, *Rhizoctonia solani*, *Pythium aphanidermatum*, *P. ultimum*, and *Phytophthora capsici* are the most significant pathogens. The fact that different pathogens can induce similar symptoms underscores the importance of employing a combination of classical and molecular methods to ensure accurate diagnosis and effective control.

The development of root rot in eggplant depends on the interaction between the pathogen, the host, and the environment. While the induction of similar symptoms by different pathogens necessitates accurate diagnosis, factors such as high soil moisture, inadequate drainage, and inoculum accumulation promote disease development. Therefore, isolation and pathogenicity tests should be complemented by molecular diagnostic methods (Torres-Cruz et al., 2022; Robideau et al., 2011).

Sustainable disease management requires an integrated approach considering sanitation, appropriate irrigation and drainage, crop rotation, biological control, and the use of resistant cultivars or rootstocks. The impacts of climate change specifically alterations in temperature and precipitation patterns, as well as extreme weather events on the development and spread of soil-borne pathogens must be taken into account; future efforts should prioritize molecular diagnostics, resistance breeding, and integrated disease management strategies adapted to climatic conditions.

REFERENCES

- Akanksha, Bahadur, V., Mishra, S. K., Tripathi, A. N., Bahadur, A., & Tiwari, S. K. (2025). Screening soil-borne disease resistance in wild and cultivated eggplant accessions for grafting and rootstock breeding. *Vegetable Science*, 52(2), 252–260. <https://doi.org/10.61180/vegsci.2025.v52.i2.04>
- Altınok, H. H. (2005). First report of Fusarium wilt of eggplant caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *melongenae* in Turkey. *Plant Pathology*, 54(4), 577. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2005.01235.x>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2025). *FAOSTAT: Crops and livestock products*. FAO.
- Köhl, J., Kolnaar, R., & Ravensberg, W. J. (2019). Mode of action of microbial biological control agents against plant diseases: Relevance beyond efficacy. *Frontiers in Plant Science*, 10, 845. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00845>
- Lewis, J. A., & Larkin, R. P. (1998). Formulation of the biocontrol fungus *Cladorrhinum foecundissimum* to reduce damping-off diseases caused by *Rhizoctonia solani* and *Pythium ultimum*. *Biological Control*, 12(3), 182–190. <https://doi.org/10.1006/bcon.1998.0639>
- Li, B. J., Li, P. L., Li, J., Chai, A. L., Shi, Y. X., & Xie, X. W. (2017). First report of Fusarium root rot of *Solanum melongena* caused by *Fusarium solani* in China. *Plant Disease*, 101(11), 1956. <https://doi.org/10.1094/PDIS-11-16-1559-PDN>
- Manikandan, K., Shanmugam, V., Kavi Sidharthan, V., Saha, P., Saharan, M. S., & Singh, D. (2024). Characterization of field isolates of *Fusarium* spp. from eggplant in India for species complexity and virulence. *Microbial Pathogenesis*, 186, 106472. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2023.106472>
- McGovern, R. J. (2021). *2021 Florida plant disease management guide: Eggplant*. University of Florida Institute of Food and Agricultural Sciences Extension.
- Panth, M., Hassler, S. C., & Baysal-Gurel, F. (2020). Methods for management of soilborne diseases in crop production. *Agriculture*, 10(1), 16. <https://doi.org/10.3390/agriculture10010016>
- Pscheidt, J. W., & Ocam, C. M. (Eds.). (2026). *Eggplant (Solanum melongena)—Phytophthora root rot*. Pacific Northwest Plant Disease Management Handbook, Oregon State University.
- Robideau, G. P., De Cock, A. W. A. M., Coffey, M. D., Voglmayr, H., Brouwer, H., Bala, K., Chitty, D. W., Désaulniers, N., Eggertson, Q. A., Gachon, C. M. M., Hu, C.-H., Küpper, F. C., Rintoul, T. L., Sarhan, E., Verstappen, E. C. P., Zhang, Y., Bonants, P. J. M., Ristaino, J. B., & Lévesque, C. A. (2011). DNA barcoding of oomycetes with cytochrome c oxidase subunit I and internal transcribed spacer. *Molecular Ecology Resources*, 11(6), 1002–1011. <https://doi.org/10.1111/j.1755-0998.2011.03041.x>
- Torres-Cruz, T. J., Whitaker, B. K., Proctor, R. H., Broders, K., Laraba, I., Kim, H.-S., Brown, D. W., O'Donnell, K., Estrada-Rodríguez, T. L., Lee, Y.-H., Cheong, K., Wallace, E. C., McGee, C. T., Kang, S., & Geiser, D. M. (2022). FUSARIUM-ID v.3.0: An updated, downloadable resource for *Fusarium* species identification. *Plant Disease*, 106(6), 1610–1616. <https://doi.org/10.1094/PDIS-09-21-2105-SR>
- TÜİK. (2025). *Bitkisel üretim istatistikleri, 2025*. TÜİK.

**TÜRKİYE’DE YAPAY ZEKÂ POLİTİKALARININ STRATEJİK DÖNÜŞÜMÜ: 2021–2025
STRATEJİSİ İLE 2026–2030 EYLEM PLANININ KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ****Öğr. Gör. Dr., Tuğba DAMGACI****Selçuk Üniversitesi, Sivil Havacılık Yüksekokulu, tuğba.damgaci@salcuk.edu.tr, 0000-0002-7379-242X****Özet**

Yapay zekâ teknolojilerindeki hızlı gelişmeler, devletlerin ekonomik ve teknolojik rekabet gücünü koruyabilmek amacıyla uzun vadeli politika hedefleri belirlemelerini ve bu hedefleri uygulanabilir araçlarla desteklemelerini gerekli kılmaktadır. Türkiye’de bu alandaki ilk kapsamlı politika çerçevesi, Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi 2021–2025 ile oluşturulmuş; takip eden dönemin politika yönelimi ise Türkiye Yapay Zekâ Eylem Planı 2026–2030 ile yeniden yapılandırılmıştır. Bu çalışmanın amacı, söz konusu iki politika belgesini stratejik yönetim yaklaşımı çerçevesinde karşılaştırarak Türkiye’nin yapay zekâ politikalarında ortaya çıkan süreklilik ve değişim alanlarını belirlemektir. Araştırmada nitel araştırma yöntemlerinden doküman incelemesi kullanılacak ve belgeler karşılaştırmalı içerik analizine tabi tutulacaktır. Analiz sürecinde stratejik öncelikler, insan kaynağı ve yetkinlik, veri ve teknolojik altyapı, kamu yönetiminde yapay zekâ, etik-güvenlik-yönetişim ile uygulama-izleme-performans olmak üzere altı tema esas alınacaktır. Belgelerin kapsam ve işlev bakımından farklı nitelikler taşıması nedeniyle karşılaştırma, kod sıklıklarının doğrudan kıyaslanması yerine politika amaçlarının devamlılığı, yeni önceliklerin ortaya çıkışı ve stratejik hedeflerin somut eylemlere dönüşme düzeyi üzerinden gerçekleştirilecektir. Araştırma sonucunda Türkiye’nin yapay zekâ politikasının strateji oluşturma aşamasından uygulama odaklı bir yönetim yaklaşımına geçişinin değerlendirilmesi beklenmektedir. Çalışmanın, Türkiye’de yapay zekâ politikalarının kurumsal kapasite, stratejik planlama, yönetim ve politika uygulaması boyutlarıyla ele alınmasına katkı sağlaması amaçlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Yapay zekâ politikası, stratejik yönetim, dijital dönüşüm, kamu politikası, içerik analizi

THE STRATEGIC TRANSFORMATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE POLICIES IN TÜRKİYE: A COMPARATIVE ANALYSIS OF THE 2021–2025 STRATEGY AND THE 2026–2030 ACTION PLAN

Lec. Dr., Tuğba DAMGACI

Selcuk University, tuğba.damgaci@selcuk.edu.tr, 0000-0002-7379-242X

Abstract

Rapid developments in artificial intelligence technologies require states to set long-term policy objectives and support these objectives with applicable instruments in order to maintain their economic and technological competitiveness. Türkiye's first comprehensive policy framework in this field was established through the National Artificial Intelligence Strategy 2021–2025, while the policy orientation for the subsequent period was restructured through the Türkiye Artificial Intelligence Action Plan 2026–2030. This study aims to identify the areas of continuity and change emerging in Türkiye's artificial intelligence policies by comparing these two policy documents within the framework of the strategic management approach. Document analysis, one of the qualitative research methods, will be used in the study, and the documents will be subjected to comparative content analysis. Six themes will be taken as the basis of the analysis: strategic priorities, human resources and competencies, data and technological infrastructure, artificial intelligence in public administration, ethics-security-governance, and implementation-monitoring-performance. Since the documents have different characteristics in terms of scope and function, the comparison will be conducted on the basis of the continuity of policy objectives, the emergence of new priorities, and the extent to which strategic objectives are transformed into concrete actions, rather than through a direct comparison of code frequencies. As a result of the research, it is expected that Türkiye's transition from the strategy formulation stage to an implementation-oriented management approach in artificial intelligence policy will be evaluated. The study aims to contribute to addressing artificial intelligence policies in Türkiye through the dimensions of institutional capacity, strategic planning, governance, and policy implementation.

Keywords: Artificial intelligence policy, strategic management, digital transformation, public policy, content analysis.

GİRİŞ

Yapay zekâ teknolojilerinde yaşanan hızlı gelişmeler, ekonomik üretim biçimlerinden toplumsal ilişkilere, kurumsal yapılardan karar alma süreçlerine kadar uzanan kapsamlı bir dönüşüm meydana getirmektedir. Öğrenme, akıl yürütme, tahminde bulunma ve problem çözme gibi yeteneklerin bilgisayar sistemleri aracılığıyla gerçekleştirilmesi, yapay zekânın kamu hizmetlerinde ve idari süreçlerde kullanım alanını genişletmektedir. Yapay zekâ destekli sistemler; işlem sürelerinin azaltılması, kaynakların daha etkili kullanılması, hizmetlerin vatandaş ihtiyaçlarına göre düzenlenmesi ve kamu politikalarının veriye dayalı biçimde hazırlanması bakımından önemli imkânlar sunmaktadır (Erol, 2024, s. 11–14; Güven, 2024, s. 138–144). Bununla birlikte kişisel verilerin korunması, algoritmik önyargı, kararların açıklanabilirliği, insan denetimi ve kurumsal sorumluluk gibi sorunlar, bu teknolojilerin uzun vadeli amaçlar ve yönetim mekanizmaları çerçevesinde ele alınmasını gerekli kılmaktadır (Batoöl vd., 2025, s. 3270–3277).

Türkiye’de yapay zekâ alanındaki ilk kapsamlı ulusal politika çerçevesi, Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi 2021–2025 ile oluşturulmuştur. Strateji; insan kaynağı, araştırma ve girişimcilik, veri ve teknik altyapı, sosyoekonomik uyum, uluslararası iş birliği ve kurumsal dönüşüm alanlarında amaçlar, tedbirler ve ölçülebilir hedefler belirlemiştir (CBDDO ve STB, 2021, s. 62–86). Takip eden dönemde yayımlanan Türkiye Yapay Zekâ Eylem Planı 2026–2030 ise yapay zekâ politikasını “Fark Et”, “İstifade Et”, “Üret” ve “Yönet” eksenleri altında yeniden düzenlemiştir. Plan; uygulama, yatırım, fiziksel altyapı, güvenlik ve performans takibine yönelik araçları daha görünür hâle getirmiştir (STB, 2026, s. 1–31). Birbirini izleyen bu iki politika belgesi, Türkiye’nin yapay zekâ politikasında devam eden önceliklerin ve yeni dönemde ortaya çıkan değişikliklerin birlikte incelenmesine imkân vermektedir.

Bu çalışmanın amacı, Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi 2021–2025 ile Türkiye Yapay Zekâ Eylem Planı 2026–2030’u stratejik yönetim yaklaşımı çerçevesinde karşılaştırarak Türkiye’nin yapay zekâ politikalarında ortaya çıkan süreklilik ve değişim alanlarını belirlemektir. Bu amaç doğrultusunda araştırmanın temel sorusu, “Türkiye’nin 2021–2025 ve 2026–2030 dönemlerine ait yapay zekâ politika belgeleri arasında stratejik öncelikler, uygulama araçları ve yönetim yaklaşımı bakımından nasıl bir süreklilik ve değişim bulunmaktadır?” şeklinde belirlenmiştir. Çalışmada ayrıca önceki dönemde oluşturulan stratejik hedeflerin yeni belgede ne ölçüde somut eylemlere dönüştürüldüğü ve uygulama kapasitesinin hangi araçlarla desteklendiği incelenmektedir.

Araştırma, nitel araştırma yaklaşımı çerçevesinde doküman incelemesine dayanmaktadır. İki politika belgesi karşılaştırmalı içerik analiziyle incelenmiş; stratejik öncelikler, insan kaynağı ve yetkinlik, veri ve teknolojik altyapı, kamu yönetiminde yapay zekâ, etik-güvenlik-yönetişim ile uygulama-izleme-performans olmak üzere altı tema esas alınmıştır. Belgelerin farklı türlere ve ayrıntı düzeylerine sahip olması nedeniyle karşılaştırma, kod sıklıklarının doğrudan kıyaslanmasına dayandırılmamıştır. Bunun yerine politika amaçlarının devamlılığı, yeni önceliklerin ortaya çıkışı, stratejik hedeflerin somutlaşması ve uygulama araçlarının belirginleşmesi değerlendirilmiştir.

Çalışmanın devamında öncelikle yapay zekânın kamu yönetimindeki dönüştürücü rolü ile yapay zekâ politikalarının stratejik yönetim ve yönetim boyutları açıklanmaktadır. Ardından araştırmanın yöntemi ve kodlama çerçevesi sunulmakta; iki belgeye ilişkin bulgular ayrı ayrı incelendikten sonra karşılaştırmalı olarak değerlendirilmektedir. Son bölümde ise araştırma sonuçları tartışılmakta ve Türkiye’de yapay zekâ politikalarının uygulanmasına yönelik öneriler geliştirilmektedir.

1. YAPAY ZEKÂNIN KAMU YÖNETİMİNDEKİ DÖNÜŞTÜRÜCÜ ROLÜ VE STRATEJİK YÖNETİMİ

Yapay zekâ, insan zekâsına özgü öğrenme, akıl yürütme, problem çözme ve karar verme gibi yeteneklerin bilgisayar sistemleri tarafından gerçekleştirilmesini sağlayan teknoloji temelli bir yapıdır (Güven, 2024, s. 131). Bu yeteneklerin kamusal süreçlere aktarılması; hizmet sunumundan karar almaya, kurumsal yapılanmadan kamu

politikalarının oluşturulmasına kadar uzanan çok boyutlu bir dönüşümü beraberinde getirmektedir. Bu bölümde öncelikle yapay zekânın kamu yönetimi üzerindeki dönüştürücü etkileri ardından yapay zekâ politikalarının stratejik yönetim ve yönetim boyutları ele alınmaktadır.

1.1. Yapay Zekâ ve Kamu Yönetiminde Dönüşüm

Dijitalleşmenin yeni aşamalarından birini oluşturan yapay zekâ, kamu kurumlarının örgütlenme, karar alma ve hizmet sunma biçimlerini etkileyen temel teknolojilerden biri hâline gelmektedir. Öğrenme, analiz etme, tahminde bulunma ve karar süreçlerini destekleme yeteneği, yapay zekâyı geleneksel bilgi teknolojilerinden ayırmaktadır. Kamu kurumları da değişen toplumsal ihtiyaçlara daha hızlı cevap verebilmek, hizmet kalitesini yükseltmek ve idari süreçleri iyileştirmek amacıyla yapay zekâ uygulamalarından giderek daha fazla yararlanmaktadır (Erol, 2024, s. 11–14). Bu gelişme, kamu yönetimindeki dijital dönüşümün yalnızca mevcut hizmetlerin elektronik ortama aktarılmasıyla sınırlı kalmadığını; veriye dayalı, öğrenebilen ve öngörü üretebilen bir yönetim anlayışına doğru ilerlediğini göstermektedir.

Yapay zekânın kamu yönetimine sağladığı katkıların başında idari işlemlerin hızlandırılması ve hizmet sunumunda verimliliğin artırılması gelmektedir. Büyük miktardaki veriyi kısa sürede işleyebilen sistemler, kamu kurumlarının işlem sürelerini azaltabilmekte, tekrarlanan görevleri otomatikleştirebilmekte ve insan kaynaklı bazı hataların önüne geçebilmektedir. Bunun yanında kamu görevlilerinin rutin işlemler yerine daha karmaşık ve stratejik nitelikteki görevlere yönlendirilmesi mümkün olabilmektedir. Böylece kamu personelinin tamamen sistem dışına çıkarılması yerine, insan kaynağının daha nitelikli alanlarda değerlendirilmesi gündeme gelmektedir (Banazılı, 2025, s. 550–552). Dolayısıyla yapay zekâ, kamu görevlilerinin yerine geçen bir teknoloji olmanın ötesinde, onların karar alma ve hizmet sunma kapasitesini destekleyen bir araç olarak değerlendirilmelidir.

Yapay zekâ destekli sistemlerin diğer bir katkısı, kamu politikalarının veriye dayalı biçimde hazırlanmasına imkân vermesidir. Toplumsal eğilimlerin, hizmet taleplerinin ve risk alanlarının önceden belirlenmesi; kamu kurumlarının daha isabetli kararlar almasını ve kaynaklarını ihtiyaçlara göre yönlendirmesini kolaylaştırmaktadır. Özellikle sağlık, sosyal yardım, güvenlik, afet yönetimi ve ulaşım gibi alanlarda kullanılan tahmine dayalı analizler, risklerin erken tespit edilmesine ve önleyici politikaların geliştirilmesine yardımcı olabilmektedir. Büyük veri analitiğinin sağladığı imkânlar, kamu hizmetlerinin genel ve standart bir anlayış yerine farklı vatandaş gruplarının ihtiyaçlarına göre kişiselleştirilmesini de desteklemektedir (Güven, 2024, s. 138–142). Bununla birlikte veriye dayalı kararların doğruluğu, kullanılan verilerin niteliğine, güncelliğine ve toplumun farklı kesimlerini temsil etme düzeyine bağlı bulunmaktadır.

Kamu yönetiminde yapay zekâ kullanımı, vatandaş ile devlet arasındaki ilişkinin dönüşmesine de katkı sağlamaktadır. Sohbet robotları, sanal asistanlar ve otomatik yanıt sistemleri, vatandaşların kamu hizmetlerine zaman ve mekân sınırlaması olmadan ulaşmasını kolaylaştırmaktadır. Kesintisiz hizmet sunumu, özellikle kamu kurumlarına fiziksel erişimin sınırlı olduğu bölgelerde önemli bir imkân yaratmaktadır. Vatandaş taleplerinin sınıflandırılması ve sık karşılaşılan sorunların hızlı biçimde cevaplandırılması, kamu hizmetlerinde memnuniyetin yükselmesine yardımcı olabilmektedir. Ayrıca işlemlerin kayıt altına alınması ve karar süreçlerinin izlenebilir hâle gelmesi, uygun yönetsel mekanizmalarla desteklendiğinde şeffaflık ve hesap verebilirliği güçlendirebilmektedir (Güven, 2024, s. 143–144; Banazılı, 2025, s. 551–552). Ancak teknolojik sistemlerin kullanılması kendiliğinden şeffaflık sağlamamaktadır. Sistemin nasıl çalıştığının ve kararların hangi ölçütlere göre üretildiğinin açıklanamadığı durumlarda teknoloji yeni bir kapalılık alanı da oluşturabilmektedir.

Yapay zekâ kapasitesinin kamu sektörüne aktarılması, kurumlar arası ve sektörler arası iş birliğini de gerekli kılmaktadır. Kamu kurumları toplumsal ihtiyaçlar, kamu politikaları ve idari veriler konusunda bilgi sahibi olmakla birlikte her zaman yeterli teknik uzmanlığa ve teknolojik altyapıya sahip olmayabilmektedir. Üniversiteler bilimsel bilgi ve araştırma kapasitesi, özel sektör ise yazılım, altyapı ve yenilik geliştirme becerisi sağlamaktadır. Bu farklı kapasitelerin birleştirilmesi, kamu hizmetlerinde yapay zekâ kullanımının

geliştirilmesine katkıda bulunabilmektedir. Yapay zekâ projeleri sayesinde hizmet talebi öngörülebilme, yüksek risk altındaki gruplar belirlenebilme ve kamu müdahaleleri daha hedefli biçimde hazırlanabilmektedir (Mikhaylov vd., 2018, s. 2–3). Bununla birlikte kamu, üniversite ve özel sektör iş birliğinin başarısı; ortak amaçlara, güvene, bilgi paylaşımına ve sorumlulukların açık biçimde dağıtılmasına bağlıdır.

Yapay zekânın sunduğu fırsatlar, çeşitli hukuki, etik ve toplumsal risklerle birlikte ortaya çıkmaktadır. Kamu kurumları vatandaşlara ait çok miktarda kişisel ve hassas veriyi işlemektedir. Bu verilerin izinsiz kullanılması, üçüncü kişilerle paylaşılması veya siber saldırılar sonucunda açığa çıkması özel hayatın gizliliğini ve kamu kurumlarına duyulan güveni zedeleyebilmektedir. Bunun yanında geçmişteki eşitsizlikleri içeren veya toplumun bütün kesimlerini temsil etmeyen verilerle eğitilen sistemler, ayrımcı sonuçlar üretebilmektedir. Yapay zekâ tarafından verilen kararın hatalı olması durumunda sorumluluğun geliştirici şirkete, veriyi sağlayan kuruma, sistemi kullanan kamu görevlisine veya kararın sahibi kamu kurumuna mı ait olduğunun belirlenmesi de güçleşmektedir (Banazılı, 2025, s. 552–554).

Kamu sektörünün sahip olduğu kamusal yetki, yapay zekâ kullanımının özel sektördeki uygulamalardan farklı değerlendirilmesini gerektirmektedir. Kamu kurumları yalnızca hizmetlerin hızını ve maliyetini dikkate alamaz; hukuka uygunluk, eşitlik, insan onuru, toplumsal refah ve kamu yararı gibi değerleri de korumak zorundadır. Bir yapay zekâ sisteminin teknik bakımdan başarılı ve verimli çalışması, sistemin toplumsal açıdan adil olduğu anlamına gelmemektedir. Bu nedenle kamu hizmetlerindeki yapay zekâ uygulamaları, iyi işleyen bir kamu düzeninin yanı sıra vatandaş refahını ve toplumsal adaleti de desteklemelidir (Mišić, van Est ve Kool, 2025, s. 4875–4879). İnsan denetiminin korunması, kamu görevlilerinin algoritmik sonuçları değerlendirebilmesi ve gerektiğinde sistemin önerisinden ayrılabilmesi bu süreçte önem taşımaktadır.

Sonuç olarak yapay zekâ; kamu hizmetlerinde hız, verimlilik, kişiselleştirme ve veriye dayalı karar alma bakımından önemli bir dönüşüm potansiyeli taşımaktadır. Ancak bu dönüşüm yalnızca teknolojik araçların kamu kurumlarına dâhil edilmesiyle tamamlanamamaktadır. Veri güvenliği, algoritmik önyargı, dijital eşitsizlik, insan denetimi ve hesap verebilirlik sorunları dikkate alınmadığında yapay zekâ mevcut yönetsel sorunları yeniden üretebilmekte veya derinleştirebilmektedir. Bu nedenle kamu yönetimindeki yapay zekâ dönüşümünün insan odaklı, kapsayıcı ve kamu yararını önceleyen bir yaklaşımla gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

1.2. Yapay Zekâ Politikalarında Stratejik Yönetim ve Yönetişim

Yapay zekâ teknolojilerindeki hızlı değişim, devletlerin bu alanı yalnızca teknik bir yenilik olarak değil, uzun vadeli amaçlar ve kurumsal sorumluluklar çerçevesinde yönetilmesi gereken stratejik bir politika alanı olarak değerlendirmesini gerekli kılmaktadır. Stratejik yönetim; geleceğe yönelik bir vizyon oluşturulmasını, önceliklerin belirlenmesini, gerekli araçların geliştirilmesini ve uygulama sonuçlarının izlenmesini içermektedir. Yapay zekâ gibi fırsatların, risklerin ve belirsizliklerin aynı anda bulunduğu bir alanda stratejik yaklaşım, kamu kurumlarının değişime hazırlıklı ve proaktif hareket edebilmesi açısından önem taşımaktadır (İyigün, 2021, s. 675–677). Dolayısıyla ulusal yapay zekâ politikalarının başarısı, yalnızca hedeflerin açıklanmasına değil, bu hedeflerin uygulanabilir eylemlere ve sürdürülebilir yönetim mekanizmalarına dönüştürülmesine bağlı bulunmaktadır. Bu doğrultuda ulusal yapay zekâ politika belgelerinin stratejik hedefler, uygulama araçları, kurumsal sorumluluklar ve izleme mekanizmaları arasındaki bütünlük üzerinden değerlendirilmesi gerekmektedir.

Yapay zekâ yönetişimi, stratejik hedeflerin etik, hukuki ve kurumsal sınırlar içerisinde uygulanmasını sağlayan düzenleme, yöntem, süreç ve teknolojik mekanizmaların bütünüdür. Bu yönetişimin kapsamını belirlemek amacıyla “kim, ne, ne zaman ve nasıl” sorularının cevaplandırılması gerekmektedir. “Kim” sorusu sorumlu kamu kurumlarını ve paydaşları, “ne” sorusu yönetilecek veri ve yapay zekâ sistemlerini, “ne zaman” sorusu yönetişimin uygulanacağı yaşam döngüsü aşamalarını, “nasıl” sorusu ise kullanılacak politika, mevzuat, standart, model ve denetim araçlarını kapsamaktadır (Batoool vd., 2025, s. 3270–3274). Bu sorulardan herhangi

birinin cevapsız kalması, yönetim sisteminde yetki belirsizliği, denetim boşluğu veya uygulama eksikliği ortaya çıkarabilmektedir.

Yapay zekâ yönetişiminin temel unsurlarından biri kurumsal sorumluluğun açık biçimde belirlenmesidir. Ulusal düzeyde belirlenen hedeflerin gerçekleştirilmesi için koordinatör kurumların, uygulayıcı kuruluşların ve denetleyici aktörlerin görevleri birbirinden ayrılmalıdır. Literatürde incelenen yönetim modellerinin çoğunlukla örgüt düzeyinde yoğunlaştığı, ulusal düzeyde kapsamlı yönetim çözümlerinin ise sınırlı kaldığı görülmektedir. Ayrıca yapay zekâ yönetişimini inceleyen çalışmaların yalnızca küçük bir bölümü sorumluluğun kime ait olduğunu, hangi unsurların yönetileceğini ve yönetişimin hangi aşamalarda uygulanacağını birlikte açıklamaktadır (Batoool vd., 2025, s. 3273–3277). Bu durum, strateji belgelerinde kurum adlarının sıralanmasının yeterli olmadığını; yetki, görev, koordinasyon ve hesap verme ilişkilerinin de somutlaştırılması gerektiğini göstermektedir.

Kurumlar arası koordinasyonun yanında kamu, üniversite ve özel sektör arasındaki iş birliği de yapay zekâ politikalarının uygulanmasında belirleyici olmaktadır. Kamu kurumları idari yetki, kamusal veri ve hizmet deneyimi sağlarken üniversiteler bilimsel bilgi ve araştırma kapasitesi, özel sektör ise teknolojik altyapı ve yenilik geliştirme becerisi sunmaktadır. Bununla birlikte farklı sektörlerin amaç, değer, çalışma biçimi ve hesap verebilirlik anlayışları arasında önemli farklılıklar bulunmaktadır. Bu iş birliklerinin başarılı olabilmesi; kolaylaştırıcı liderliğin kurulmasına, ortak amaçların belirlenmesine, bilgi ve veri paylaşımına, açık iletişime, uzmanlığın doğru kullanılmasına ve tarafların sorumluluklarının netleştirilmesine bağlıdır (Mikhaylov vd., 2018, s. 11–18). Özellikle kamu hizmetlerinde özel teknoloji şirketlerine duyulan bağımlılık, teknolojik kapasite kadar kamusal denetim ve kamu yararının korunması sorununu da gündeme getirmektedir.

Veri yönetişimi, yapay zekâ politikalarının diğer bir temel bileşenidir. Yapay zekâ sistemlerinin güvenilir sonuçlar üretebilmesi; kullanılan verilerin kaliteli, güncel, kapsayıcı ve güvenli olmasına bağlıdır. Bu nedenle ulusal stratejilerde veri yönetim mekanizmaları, veri güvenliği, mahremiyet, veri ihlallerinin önlenmesi, etik ilkeler ve açık veri paylaşımı birlikte ele alınmalıdır. Türkiye'nin yapay zekâ politikasında veri kalitesi, kapsayıcılık, kişisel verilerin korunması, kurumlar arası paylaşım ve açık veri konularına yer verildiği görülmektedir. Bununla birlikte verilerin toplanması, işlenmesi, paylaşılması ve kullanımını kapsayan ayrıntılı bir veri stratejisinin geliştirilmesi; bağımsız denetim mekanizmalarının kurulması ve veri kalitesini yükseltecek teknik çözümlerin güçlendirilmesi gerekmektedir (Polat, 2025, s. 418–431). Veri paylaşımının genişletilmesi ile veri güvenliğinin korunması arasındaki dengenin kurulması, stratejik yönetimin önemli sorunlarından birini oluşturmaktadır.

Yapay zekâ politikalarında etik ilkelerin belirtilmesi de tek başına yeterli değildir. Adalet, şeffaflık, mahremiyet, hesap verebilirlik ve insan denetimi gibi ilkelerin uygulama süreçlerine nasıl aktarılacağının açıklanması gerekmektedir. Kamu sektöründe kullanılan bir yapay zekâ sisteminin hızlı ve etkili çalışması, sistemin toplumsal açıdan adil ve kabul edilebilir olduğu anlamına gelmemektedir. İyi yönetim; kamu yönetiminin demokratik ve hukuk devletine uygun biçimde işlemlerini sağlayan duyarlılık, etkililik, dayanıklılık, usule ilişkin adalet ve denge-denetim değerleriyle, vatandaş refahı ve toplumsal adaleti birlikte dikkate almalıdır (Mišić, van Est ve Kool, 2025, s. 4875–4887). Bu bakımdan etik ilkeler, yalnızca tavsiye niteliğinde ifadeler olarak bırakılmamalı; uyumu izleyen, etkileri değerlendiren ve gerektiğinde yaptırım uygulayan mekanizmalarla desteklenmelidir.

Yönetişimin yapay zekâ sisteminin bütün yaşam döngüsünü kapsaması da stratejik uygulama açısından önem taşımaktadır. Denetim yalnızca sistem kullanıma alındıktan sonra değil; planlama, veri toplama, tasarım, model geliştirme, doğrulama, uygulama ve izleme aşamalarının tamamında gerçekleştirilmelidir. İnsan denetiminin sistemin farklı aşamalarında korunması, ortaya çıkabilecek etik ve teknik sorunların erken tespit edilmesine yardımcı olmaktadır (Batoool vd., 2025, s. 3270–3275). Kamu görevlilerinin algoritmik sonuçları değerlendirebilecek yetkinliğe sahip olması ve karar sorumluluğunu bütünüyle sisteme devretmemesi gerekmektedir.

Sonuç olarak yapay zekâ politikalarının stratejik yönetimi; vizyon oluşturma, öncelik belirleme, kurumsal kapasite geliştirme, veri yönetişi, paydaş koordinasyonu, etik denetim ve performans izleme süreçlerinin bütünlük içinde yürütülmesini gerektirmektedir. Türkiye’de yapay zekâ politikalarının kalıcı ve etkili sonuçlar üretebilmesi, stratejik hedeflerin somut eylemlerle desteklenmesine ve uygulamanın ölçülebilir göstergeler üzerinden izlenmesine bağlıdır. Bu çerçeve, Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi 2021–2025 ile Türkiye Yapay Zekâ Eylem Planı 2026–2030 arasındaki süreklilik ve değişimin değerlendirilmesi için de temel oluşturmaktadır.

2. YÖNTEM

Bu çalışmanın amacı, Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi 2021–2025 ile Türkiye Yapay Zekâ Eylem Planı 2026–2030’u stratejik yönetim yaklaşımı çerçevesinde karşılaştırarak Türkiye’nin yapay zekâ politikalarında ortaya çıkan süreklilik ve değişim alanlarını belirlemektir. Bu amaç doğrultusunda araştırmanın temel sorusu, “Türkiye’nin 2021–2025 ve 2026–2030 dönemlerine ait yapay zekâ politika belgeleri arasında stratejik öncelikler, uygulama araçları ve yönetim yaklaşımı bakımından nasıl bir süreklilik ve değişim bulunmaktadır?” şeklinde belirlenmiştir. Araştırmada ayrıca önceki stratejik hedeflerin yeni dönemde ne ölçüde somut eylemlere dönüştürüldüğü, hangi politika alanlarının devam ettirildiği ve yeni planda hangi önceliklerin ortaya çıktığı incelenmiştir.

2.1. Araştırmanın Deseni ve Veri Kaynakları

Araştırma, nitel araştırma yaklaşımı çerçevesinde doküman incelemesi yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Bu yöntem, kamu politikalarının amaç, öncelik, uygulama aracı ve yönetim yaklaşımının resmî politika belgeleri üzerinden incelenmesine elverişli olması nedeniyle tercih edilmiştir. Nitekim ulusal yapay zekâ stratejilerinin içerik analiziyle incelenmesi, ülkelerin veri yönetimi, güvenlik, mahremiyet, kurumsal kapasite ve yönetim tercihlerinin ortaya çıkarılmasına imkân vermektedir (Polat, 2025, s. 413–418).

Araştırmanın veri kaynaklarını, Türkiye’nin birbirini takip eden iki dönemine ait temel yapay zekâ politika belgeleri oluşturmaktadır. Bunlardan ilki, Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi ile Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından hazırlanan Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi 2021–2025’tir. Belge; altı stratejik öncelik, bunlara bağlı amaçlar ve tedbirler üzerinden Türkiye’nin yapay zekâ alanındaki ilk kapsamlı ulusal politika çerçevesini ortaya koymaktadır. İkinci veri kaynağı ise Türkiye Yapay Zekâ Eylem Planı 2026–2030’dur. Söz konusu plan, yeni dönemin politika yaklaşımını dört temel eksen ve bu eksenler altında belirlenen eylemler aracılığıyla uygulamaya aktarmaktadır.

Belgeler, Türkiye’nin yapay zekâ politikasında birbirini takip eden iki dönemi temsil etmeleri ve stratejik yönelimden eylem odaklı uygulamaya geçişin incelenmesine imkân vermeleri nedeniyle araştırma kapsamına alınmıştır. Bununla birlikte belgeler aynı türde değildir. İlk belge geniş kapsamlı bir ulusal strateji, ikinci belge ise uygulamaya yönelik bir eylem planıdır. Bu farklılık araştırma tasarımında dikkate alınmış; belgeler yalnızca içerdiği ifade veya kod sayıları üzerinden değil, amaçları, işlevleri ve hazırlandıkları dönemler göz önünde bulundurularak değerlendirilmiştir.

2.2. Veri Analizi ve Kodlama Çerçevesi

Araştırmanın verileri karşılaştırmalı içerik analizi yoluyla çözümlenmiştir. Analiz sürecinde iki belgenin tamamı incelenmiş; stratejik öncelikler, amaçlar, tedbirler, eylemler, sorumlu kurumlar, uygulama araçları ve izleme düzenlemeleri temel analiz birimleri olarak kabul edilmiştir. Belgelerde yer alan açıklayıcı bölümler, yönetici özetleri ve vizyon ifadeleri ise politika yaklaşımının genel yönünü belirlemek amacıyla analiz kapsamında değerlendirilmiştir. Kodlama çerçevesi araştırmanın amacı ve literatür bölümünde ortaya konulan stratejik yönetim ve yapay zekâ yönetişi tartışmaları doğrultusunda önceden oluşturulmuştur.

Yapay zekâ yönetişiminin sorumlu aktörler, yönetilen veri ve sistemler, yaşam döngüsünün aşamaları ve kullanılan politika araçları üzerinden değerlendirilmesi gerektiği belirtilmektedir (Batool vd., 2025, s. 3270–

3275). Benzer şekilde kamu sektöründe yapay zekânın iyi yönetişimi; etkililik, dayanıklılık, usule ilişkin adalet, insan denetimi, toplumsal refah ve sosyal adalet gibi değerlerin birlikte değerlendirilmesini gerektirmektedir (Mišić, van Est ve Kool, 2025, s. 4880–4887). Bu çerçevede belgeler aşağıdaki altı tema üzerinden kodlanmıştır:

- **Stratejik öncelikler:** Belgelerde benimsenen temel politika yönelimleri, uzun vadeli hedefler, ulusal vizyon ve yeni dönemde öne çıkan öncelikler bu tema kapsamında değerlendirilmiştir.
- **İnsan kaynağı ve yetkinlik:** Yapay zekâ uzmanlarının yetiştirilmesi, eğitim programları, kamu personelinin yetkinliklerinin geliştirilmesi, istihdam ve toplumsal farkındalık konuları bu tema altında incelenmiştir.
- **Veri ve teknolojik altyapı:** Veri kalitesi, veri paylaşımı, açık veri, hesaplama altyapısı, yerli teknolojilerin geliştirilmesi ve yapay zekâ ekosisteminin teknik kapasitesi bu tema kapsamında ele alınmıştır. Veri yönetişiminin veri kalitesi, kapsayıcılık, güvenlik, mahremiyet ve kurumlar arası paylaşım boyutları taşıdığı kabul edilmiştir (Polat, 2025, s. 418–428).
- **Kamu yönetiminde yapay zekâ:** Yapay zekânın kamu hizmetlerinde kullanılması, kamu kurumlarında geliştirilecek uygulamalar, karar destek sistemleri ve kamu sektörünün dijital dönüşümüne yönelik düzenlemeler bu tema altında değerlendirilmiştir.
- **Etik, güvenlik ve yönetim:** Şeffaflık, hesap verebilirlik, kişisel verilerin korunması, insan denetimi, algoritmik adalet, güvenilir yapay zekâ ve kurumsal sorumluluk konuları bu tema kapsamında kodlanmıştır.
- **Uygulama, izleme ve performans:** Sorumlu kurumların belirlenmesi, uygulama takvimi, ölçülebilir hedefler, performans göstergeleri, koordinasyon ve izleme mekanizmaları bu tema altında incelenmiştir.

Kodlama sırasında bir ifade, içeriğine bağlı olarak birden fazla tema altında değerlendirilebilmiştir. Örneğin kamu çalışanlarına yönelik yapay zekâ eğitimini öngören bir eylem hem “insan kaynağı ve yetkinlik” hem de “kamu yönetiminde yapay zekâ” temalarıyla ilişkilendirilmiştir. Öncelikle her belge kendi içinde incelenmiş, ardından temalar altında elde edilen bulgular karşılaştırılmıştır. Karşılaştırmada politika amaçlarının devamlılığı, yeni önceliklerin ortaya çıkışı, stratejik hedeflerin somut eylemlere dönüşmesi ve uygulama araçlarının belirginleşmesi esas alınmıştır. Kodların belgelerdeki görünürlüğü betimsel sayılarla desteklenmiş; ancak belgelerin uzunluk ve işlev farklılıkları nedeniyle kod sıklıkları tek başına politika başarısının göstergesi olarak kullanılmamıştır.

2.3. Araştırmanın Geçerliliği ve Sınırlılıkları

Araştırmanın tutarlılığını güçlendirmek amacıyla kodların kapsamı analiz öncesinde tanımlanmış ve aynı tanımlar her iki belgeye de uygulanmıştır. Belgeler önce ayrı ayrı, ardından karşılaştırmalı olarak yeniden okunmuş; kodlanan ifadelerin ilgili temayla uyumu ikinci incelemede kontrol edilmiştir. Bulguların belge içerikleriyle ilişkisinin korunması amacıyla değerlendirmeler doğrudan politika amaçlarına, tedbirlere ve eylemlere dayandırılmıştır. Ayrıca nicel görünümle nitel açıklamalarla birlikte ele alınarak bir temanın belgede sık yer almasının, söz konusu politika alanının uygulamada mutlaka güçlü olduğu biçiminde yorumlanmasından kaçınılmıştır.

Araştırmanın bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. İlk olarak çalışma, iki resmî politika belgesiyle sınırlandırılmıştır. Mevzuat, kurum faaliyet raporları, bütçe belgeleri ve bağımsız değerlendirme raporları araştırma kapsamına alınmamıştır. İkinci olarak analiz, politika belgelerinde belirtilen hedef ve eylemleri incelemekte; bu hedeflerin uygulamada ne ölçüde gerçekleştirildiğini ölçmemektedir. Üçüncü olarak belgelerden biri strateji, diğeri eylem planı niteliğinde olduğundan kapsamları, uzunlukları ve ayrıntı düzeyleri farklıdır. Bu nedenle kod sıklıkları doğrudan başarı karşılaştırması amacıyla kullanılmamıştır. Son olarak kodlama tek araştırmacı tarafından gerçekleştirildiği için kodlayıcılar arası uyum hesaplanmamıştır. Bu sınırlılığı azaltmak amacıyla belgeler tekrarlı biçimde incelenmiş, tema tanımları sabit tutulmuş ve ulaşılan yorumların belge içeriğiyle açık bağlantısı korunmuştur.

3. BULGULAR

Araştırma kapsamında Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi 2021–2025 ile Türkiye Yapay Zekâ Eylem Planı 2026–2030, belirlenen altı analiz teması doğrultusunda incelenmiştir. Bulgular; belgelerin sayısal mimarisi, politika öncelikleri, öngördükleri araçlar, kurumsal yapılanmaları ve izleme mekanizmaları üzerinden değerlendirilmiştir. İki belgenin kapsam ve işlev bakımından farklılaşması nedeniyle sayısal unsurlar doğrudan üstünlük göstergesi olarak kullanılmamış; nicel veriler nitel bulgularla birlikte yorumlanmıştır.

3.1. Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi 2021–2025’e İlişkin Bulgular

Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi 2021–2025, Türkiye’nin yapay zekâ alanındaki ilk kapsamlı ulusal politika belgesidir. Belgenin vizyonu, “çevik ve sürdürülebilir” bir yapay zekâ ekosistemi aracılığıyla küresel ölçekte değer üretme düşüncesi üzerine kurulmuştur. Bu vizyon; altı stratejik öncelik, 24 amaç ve 119 tedbirle somutlaştırılmıştır. Ayrıca stratejik önceliklere bağlı 34 ölçülebilir hedef, dört temel değer, sekiz yapay zekâ ilkesi ve iki katmanlı yönetim mekanizması belirlenmiştir (Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi Başkanlığı [CBDDO] ve Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı [STB], 2021, s. 7–9, 57–86).

Tablo 1. Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi’nin sayısal yapısı

Gösterge	Sayı
Stratejik öncelik	6
Amaç	24
Tedbir	119
Ölçülebilir hedef	34
Temel YZ değeri	4
YZ ilkesi	8
Yönetişim katmanı	2
Yönetişim mekanizmasının temel unsuru	6

Kaynak: CBDDO ve STB (2021, s. 7–9, 57–86) esas alınarak yazar tarafından oluşturulmuştur.

Stratejik öncelikler bakımından belge; yapay zekâ uzmanlarının yetiştirilmesi, araştırma ve girişimciliğin desteklenmesi, kaliteli veri ve teknik altyapıya erişim, sosyoekonomik uyum, uluslararası iş birliği ile yapısal ve iş gücü dönüşümü olmak üzere altı alana yönelmektedir. Bu yapı, yapay zekâyı yalnızca teknik bir yenilik konusu olarak ele almamakta; teknolojik kapasiteyi ekonomik kalkınma, istihdam, düzenleme ve kurumsal dönüşümle ilişkilendirmektedir. “Dijital Türkiye” ve “Millî Teknoloji Hamlesi” vurguları da yapay zekâ politikasının ulusal kalkınma ve teknolojik bağımsızlık hedefleriyle bütünleştirildiğini göstermektedir (CBDDO ve STB, 2021, s. 7–16, 62–63).

İnsan kaynağı ve yetkinlik teması, belgenin en ayrıntılı politika alanlarından birini oluşturmaktadır. Yapay zekâ uzmanlarının sayısının artırılması, üniversitelerin akademik ve teknik kapasitesinin geliştirilmesi, yeni eğitim programlarının açılması ve yükseköğretim öncesindeki öğrencilerin algoritmik düşünme ve kodlama yetkinliklerinin geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Bunun yanında mevcut çalışanların yeniden beceri kazanmasına, mesleki standartların oluşturulmasına ve eğitim-sertifika programlarının yaygınlaştırılmasına yönelik tedbirler bulunmaktadır. Yapay zekâ alanındaki toplam istihdamın 50.000 kişiye, kamu kurumlarındaki uzman istihdamının ise 1.000 kişiye çıkarılması öngörülmektedir (CBDDO ve STB, 2021, s. 64–66, 77–81).

Veri ve teknolojik altyapı teması; yüksek başarımlı hesaplama olanakları, ortak teknik altyapılar, açık kaynak kodlu kütüphaneler, açık veri ve güvenli veri paylaşımı ekseninde yapılandırılmıştır. Kamu Veri Alanı’nın kurulması, bu yapıya en az 50 kurumun dâhil edilmesi ve Açık Veri Portalı üzerinden en az 1.000 veri kümesinin paylaşılması planlanmıştır. Bu yaklaşımda veri, yalnızca yapay zekâ sistemlerinin teknik girdisi olarak

görülmemekte; veri paylaşımının hukuki, idari ve güvenlik boyutları da dikkate alınmaktadır (CBDDO ve STB, 2021, s. 70–71).

Kamu yönetiminde yapay zekâ teması, özellikle altıncı stratejik öncelik altında belirginleşmektedir. Kamu Yapay Zekâ Ekosistemi'nin oluşturulması, kurumsal yapay zekâ olgunluk modelinin geliştirilmesi, kamu projelerine yönelik yönetim rehberlerinin hazırlanması ve Kamu Yapay Zekâ Platformu'nun kurulması öngörülmektedir. Merkezî ve yerel yönetimlerde yapay zekâ envanterinin oluşturulması, kamu personelinin yetkinliklerinin geliştirilmesi ve akıllı şehir uygulamalarının yaygınlaştırılması da bu çerçevede ele alınmıştır. En az 250 belediyenin yapay zekâ teknolojilerini etkin biçimde kullanmasının hedeflenmesi, yerel yönetimlerin de politika kapsamına alındığını göstermektedir (CBDDO ve STB, 2021, s. 77–81).

Etik, güvenlik ve yönetim teması; insan haklarına saygı, çevrenin ve biyolojik ekosistemin korunması, çeşitlilik ve kapsayıcılık ile barışçıl yaşam olmak üzere dört temel değere dayandırılmıştır. Bu değerler; ölçülülük, emniyet ve güvenlik, tarafsızlık, mahremiyet, şeffaflık ve açıklanabilirlik, sorumluluk ve hesap verebilirlik, veri egemenliği ve çok paydaşlı yönetim ilkeleriyle tamamlanmıştır. Etik yaklaşımın yalnızca genel ilkelerle sınırlandırılmadığı; etki analizi, risk değerlendirmesi, denetim rehberleri ve Güvenilir Yapay Zekâ Damgası gibi uygulama araçlarıyla desteklendiği görülmektedir (CBDDO ve STB, 2021, s. 57–61, 72–74, 79–81).

Uygulama, izleme ve performans teması bakımından Strateji, genel bir vizyon belgesinin ötesine geçmektedir. İki katmanlı yönetim modelinin ilk katmanında stratejik koordinasyondan sorumlu Yönlendirme Kurulu; ikinci katmanında ise idari, teknik ve hukuki koordinasyonu gerçekleştirecek ekosistem mekanizması bulunmaktadır. Yönlendirme Kurulunun tedbirlere ilişkin ayrıntılı eylem planlarını hazırlayacak bakanlıkları belirlemesi ve uygulamaları izlemesi öngörülmektedir. Bununla birlikte tedbirlerin önemli bir bölümünde ayrı tamamlanma tarihleri, finansman kaynakları ve uygulayıcı kurumlar doğrudan gösterilmemiştir. Bu ayrıntıların daha sonra hazırlanacak eylem planlarında belirlenmesi benimsenmiştir (CBDDO ve STB, 2021, s. 82–86).

Stratejideki ölçülebilir hedeflerin önemli bir bölümü kişi, kurum, proje, eğitim, girişim ve veri kümesi sayısına dayanmaktadır. Bu göstergeler uygulamanın izlenebilirliğini artırmakla birlikte kamu hizmetlerinin niteliği, vatandaş memnuniyeti, maliyet azalması veya toplumsal refah üzerindeki değişim gibi sonuç ve etki boyutlarını sınırlı biçimde ölçmektedir. Dolayısıyla belge, kapsamlı bir uygulama çerçevesi sunmakta; ancak öngörülen faaliyetlerin gerçekleşme ve etki düzeylerinin belirlenebilmesi için ayrıca uygulama raporlarına ihtiyaç duymaktadır.

3.2. Türkiye Yapay Zekâ Eylem Planı 2026–2030'a İlişkin Bulgular

Türkiye Yapay Zekâ Eylem Planı 2026–2030, “Fark Et”, “İstifade Et”, “Üret” ve “Yönet” biçiminde adlandırılan dört eksen altında düzenlenen 16 eylemden oluşmaktadır. Her eksen de dört eylemin bulunması, politika mimarisinin dengeli ve izlenebilir bir yapıda kurulmasını sağlamaktadır. Plan ayrıca yapay zekâ ekosistemi enerji, hesaplama donanımı, altyapı, modeller-veri ve uygulamalar olmak üzere beş katman üzerinden ele almakta; yetenek, finansman ve düzenleme-güven bileşenlerini bütün katmanları kesen unsurlar olarak konumlandırmaktadır (STB, 2026, s. 1–8).

Tablo 2. Türkiye Yapay Zekâ Eylem Planı’nın sayısal yapısı ve temel hedefleri

Gösterge	Belgedeki karşılığı
Ana eksen	4
Toplam eylem	16
Her eksenindeki eylem	4
Ekosistem katmanı	5
Yatay bileşen	3
Uygulama aşaması	2
İzleme gösterge grubu	7
İleri düzey YZ uzmanı hedefi	10.000
YZ uygulama profesyoneli hedefi	100.000
Veri merkezi kapasitesi hedefi	1 GW
Yıllık hesaplama kapasitesi	10 milyon GPU-saat
Özel yatırım hedefi	En az 10 milyar ABD doları
Düzenleyici deney alanı	En az 5 öncelikli sektör
Beklenen ekonomik değer	1 trilyon TL’nin üzerinde

Kaynak: STB (2026, s. 1–8, 12–26, 31) esas alınarak yazar tarafından oluşturulmuştur.

Stratejik öncelikler teması bakımından dört eksen, farkındalıktan üretime ve yönetişime ilerleyen aşamalı bir politika mantığı oluşturmaktadır. “Fark Et” eksenini toplumsal farkındalık, yetenek, veri ekosistemi ve hukuki-etik çerçeveye; “İstifade Et” eksenini hesaplama altyapısı ile kamusal ve sektörel benimsemeye odaklanmaktadır. “Üret” eksenini finansman, yerli model geliştirme, girişimcilik, fiziksel yapay zekâ ve robotik kapasitesini; “Yönet” eksenini ise yatırım çekme, yapay zekâ diplomasisi, bölgesel ortaklıklar ve güvenlik düzenlemelerini kapsamaktadır. Böylece eylemler birbirinden bağımsız faaliyetler olarak değil, kapasite oluşturma ve ölçeklendirme aşamalarının parçaları olarak tasarlanmıştır (STB, 2026, s. 7–8).

İnsan kaynağı ve yetkinlik teması, toplumsal yapay zekâ okuryazarlığından ileri düzey uzmanlığa kadar uzanan kademeli bir yapı göstermektedir. e-Devlet ile bütünleştirilecek değerlendirme sistemi aracılığıyla bireylerin yetkinlik düzeylerinin belirlenmesi, mikro yeterliklerin geliştirilmesi ve farklı meslek gruplarına yönelik eğitim programlarının uygulanması planlanmaktadır. Bu kapsamda 10.000 ileri düzey yapay zekâ uzmanı ile 100.000 yapay zekâ uygulama profesyonelinin yetiştirilmesi hedeflenmektedir. İnsan kaynağı politikası yalnızca teknik uzmanlarla sınırlandırılmamış; vatandaşlar, kamu personeli, öğrenciler, çalışanlar ve sektör profesyonelleri de kapsama alınmıştır (STB, 2026, s. 1, 7, 12–14).

Veri ve teknolojik altyapı temasında yapay zekâ kapasitesi; enerji, veri merkezi, donanım, fiber bağlantı ve hesaplama kaynakları arasındaki ilişki üzerinden ele alınmıştır. Plan, 2030 yılına kadar en az 1 GW yapay zekâ ve veri merkezi kapasitesine ulaşılmasını ve yıllık 10 milyon GPU-saatlik hesaplama olanağının araştırmacılar, girişimler, küçük ve orta büyüklükteki işletmeler ile kamu projelerinin kullanımına sunulmasını hedeflemektedir. Düşük karbonlu enerji erişiminin veri merkezi yatırımlarıyla ilişkilendirilmesi, yapay zekâ politikasının fiziksel altyapı ve çevresel sürdürülebilirlik boyutlarının birlikte değerlendirildiğini göstermektedir (STB, 2026, s. 7, 15–17, 24).

Kamu yönetiminde yapay zekâ teması, kamuyu düzenleyici konumunun yanı sıra kullanıcı, uygulayıcı, ilk müşteri ve pazar oluşturucu aktör olarak tanımlamaktadır. Kamuda yapay zekâ dönüşüm liderlerinin görevlendirilmesi, kurumların kullanım senaryolarını taraması ve seçilen uygulamaların “tara-pilotla-ölçekle” döngüsü içerisinde geliştirilmesi öngörülmektedir. Kamu alımlarında yapay zekâ kriterlerinin oluşturulması ve başarı gösteren pilotların kamu tedariki yoluyla ölçeklendirilmesi, kamusal talebin yerli yapay zekâ ekosistemini destekleyen bir politika aracı olarak kullanılmasına işaret etmektedir (STB, 2026, s. 7, 17–19).

Etik, güvenlik ve yönetim teması; algoritmik etki değerlendirmesi, model kartları, güvenlik testleri, etik rehberlik ve düzenleyici deney alanları gibi somut araçlarla desteklenmiştir. Ulusal Yapay Zekâ Etik Kurulunun ortak ilkeler ve rehberler geliştirmesi; yüksek etkili sistemlerin kullanıma alınmadan önce güvenlik, dayanıklılık, yanlılık, açıklanabilirlik ve veri koruma bakımından değerlendirilmesi öngörülmektedir. Finans, sağlık, enerji, mobilite ve telekomünikasyon başta olmak üzere en az beş öncelikli sektörde düzenleyici deney alanlarının işletilmesi planlanmaktadır. Bu yapı, yenilikçi uygulamaların kontrollü ortamlarda sınanarak kalıcı düzenlemelere veya kamu alımlarına aktarılmasını amaçlamaktadır (STB, 2026, s. 9–10, 25–26).

Uygulama, izleme ve performans teması Eylem Planı'nın en belirgin unsurlarından biridir. Plan, 2026–2027 ve 2028–2030 olmak üzere iki aşamalı bir uygulama takvimi belirlemektedir. İlk aşamada yönetim yapılarının kurulması, veri alanlarının pilotlanması, kamu uygulamalarının başlatılması ve hesaplama yatırımlarının hazırlanması; ikinci aşamada ise pilotların ölçeklendirilmesi, modellerin ticarileştirilmesi, uluslararası iş birliklerinin geliştirilmesi ve yatırım hedeflerinin gerçekleştirilmesi öngörülmektedir (STB, 2026, s. 2, 6).

Ulusal Yapay Zekâ İlerleme ve Şeffaflık Portalı aracılığıyla hedef, bütçe, zaman, gerçekleşme düzeyi ve risklerin kamuya açık biçimde izlenmesi planlanmaktadır. Performans; altyapı, veri, yetenek, benimseme, güven ve düzen, yatırım ve ihracat ile uluslararası ve bölgesel etki olmak üzere yedi gösterge grubuna ayrılmıştır. Her eylem için başlangıç değeri, yıllık hedef, nihai hedef, veri kaynağı, ölçüm dönemi ve sorumlu raporlama biriminin belirlenmesi öngörülmektedir. İlk ilerleme raporunun Plan'ın yayımlanmasını izleyen 12 ay içinde hazırlanması ve sonraki raporların yıllık olarak yayımlanması planlanmıştır. Akademi veya uluslararası kuruluş katkısıyla gerçekleştirilecek bağımsız değerlendirme bileşeni de izleme sistemine dâhil edilmiştir (STB, 2026, s. 9–11, 31).

Planın amaç ve hedeflerinin gerçekleşme düzeyine ilişkin bir sonuç raporu henüz bulunmadığından, bu bulgular uygulama başarısını değil, belgenin tasarladığı uygulama kapasitesini göstermektedir. Büyük ölçekli yatırım ve altyapı hedefleri; finansman temini, enerji kapasitesi, özel sektör katılımı, veri paylaşımı ve kurumlar arası eşgüdüm gibi koşullara bağlıdır. Dolayısıyla Plan'ın başarısı, ilerleyen dönemlerde yayımlanacak raporlarda hedeflerin gerçekleşme düzeyi ve toplumsal etkileri üzerinden değerlendirilebilecektir.

3.3. Belgelerin Karşılaştırmalı Analizi

İki belge arasındaki temel ilişki, birincisinin yalnızca genel vizyon, ikincisinin ise ilk uygulama belgesi olduğu biçiminde açıklanamaz. Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi de 119 tedbir, 34 ölçülebilir hedef ve iki katmanlı yönetim mekanizmasıyla uygulama yönü güçlü bir politika belgesidir. Bu nedenle karşılaştırma, uygulama yaklaşımının ilk kez ortaya çıkıp çıkmadığından ziyade, önceki dönemde oluşturulan yaklaşımın 2026–2030 döneminde nasıl yoğunlaştığı, sadeleştiği ve somutlaştırıldığı üzerinden yapılmıştır.

Tablo 3. İki politika belgesinin analiz temaları bakımından karşılaştırılması

Analiz teması	Ulusal Stratejisi 2021–2025	Yapay Zekâ Eylem Planı 2026–2030	Karşılaştırmalı bulgu
Stratejik öncelikler	Altı öncelik, 24 amaç ve 119 tedbirden oluşan geniş politika çerçevesi	Dört eksen ve 16 öncelikli eylemden oluşan yoğunlaştırılmış yapı	Politika alanı daralmamış; daha sınırlı sayıda, yüksek etkili eylem etrafında yeniden düzenlenmiştir.
İnsan kaynağı ve yetkinlik	Eğitim, akademik kapasite, uzman istihdamı ve iş gücünün uyumuna odaklanmaktadır.	Okuryazarlık, mikro yeterlik, ileri uzmanlık ve uygulama profesyonelliğini kademeli biçimde ele almaktadır.	İnsan kaynağı yaklaşımı korunmuş; hedef kitle ve yetkinlik basamakları daha görünür hâle gelmiştir.
Veri ve teknolojik altyapı	Açık veri, Kamu Veri Alanı, yüksek başarılı hesaplama ve ortak altyapı öne çıkmaktadır.	Enerji, veri merkezi, GPU, fiber altyapı, düşük karbonlu elektrik ve yatırım kapasitesi bütünleştirilmiştir.	Veri yönetişimi yaklaşımı sürdürülmüş; fiziksel altyapı, enerji ve yatırım boyutu güçlendirilmiştir.
Kamu yönetiminde YZ	Kamu YZ Ekosistemi, Kamu YZ Platformu, olgunluk modeli ve akıllı şehir uygulamaları öngörülmektedir.	Dönüşüm liderleri, kamu pilotları, ölçekleme mekanizması ve kamu alımları öne çıkmaktadır.	Kamunun kurumsal kapasitesinden uygulama, tedarik ve pazar oluşturma kapasitesine doğru ilerleme bulunmaktadır.
Etik, güvenlik ve yönetim	Değerler, ilkeler, etki analizi, hesap verebilirlik ve Güvenilir YZ Damgası bulunmaktadır.	Etik Kurul, model kartı, teknik güvenlik testleri, deney alanları ve mevzuat düzenlemeleri öne çıkmaktadır.	İlke temelli çerçeve korunmuş; teknik doğrulama ve düzenleyici uygulama araçları belirginleşmiştir.
Uygulama, izleme ve performans	119 tedbir, 34 hedef, iki katmanlı yönetim ve dönemsel raporlama yaklaşımı bulunmaktadır.	Sorumlu kurum, aşamalı takvim, finansman çerçevesi, şeffaflık portalı, yıllık rapor ve bağımsız değerlendirme öngörülmektedir.	Uygulama yaklaşımı devam etmiş; sorumluluk, zaman, finansman ve sonuç-etki ölçümü daha açık biçimde düzenlenmiştir.

Kaynak: CBDDO ve STB (2021, s. 57–86) ile STB (2026, s. 1–31) esas alınarak yazar tarafından oluşturulmuştur.

Stratejik öncelikler bakımından ilk belge geniş kapsamlı bir politika envanteri sunarken ikinci belge daha sınırlı sayıda ve birbirine bağlı eylem üzerinde yoğunlaşmaktadır. Stratejideki altı öncelik, yapay zekâ ekosisteminin insan kaynağından uluslararası iş birliğine kadar uzanan temel ihtiyaçlarını tanımlamaktadır. Eylem Planı ise bu birikimi farkındalık, yararlanma, üretim ve yönetim aşamaları içerisinde yeniden düzenlemektedir. Dolayısıyla ikinci belgede bir politika kopuşundan çok, seçici yoğunlaşma ve uygulama önceliklendirmesi görülmektedir.

İnsan kaynağı alanında süreklilik belirgindir. Her iki belge de uzman yetiştirme, akademik kapasite ve mevcut iş gücünün dönüşümünü önemli görmektedir. Bununla birlikte Eylem Planı, temel okuryazarlıktan ileri düzey uzmanlığa kadar uzanan yetkinlik düzeylerini daha açık biçimde ayırmaktadır. İlk belgedeki istihdam ve eğitim hedefleri, ikinci belgede 10.000 ileri düzey uzman ve 100.000 uygulama profesyoneli gibi farklı yetkinlik kategorilerine dönüştürülmüştür.

Veri ve teknolojik altyapı alanında Eylem Planı'nın kapsamı belirgin biçimde genişlemiştir. Stratejide veri paylaşımı, açık veri ve ortak teknik altyapı ağırlıklı bir yaklaşım bulunurken yeni belgede veri merkezleri, hesaplama donanımı, GPU kapasitesi, fiber bağlantı, enerji arzı ve düşük karbonlu elektrik birlikte

değerlendirilmektedir. Bu değişim, yapay zekâ politikasının yazılım ve veri boyutundan fiziksel kapasite, yatırım ve enerji güvenliği boyutlarına doğru genişlediğini göstermektedir.

Kamu yönetiminde yapay zekâ bakımından Strateji, kurumsal altyapının ve yetkinliğin oluşturulmasına yönelmektedir. Eylem Planı ise kamu kurumlarında kullanım senaryolarının belirlenmesi, pilotların uygulanması ve başarılı çözümlerin ölçeklendirilmesi üzerinde durmaktadır. Kamu alımlarının yerli yapay zekâ çözümlerini destekleyen bir araç olarak kullanılması, kamunun düzenleyici rolüne talep oluşturucu ve yenilikleri ölçeklendirici işlevler eklemektedir.

Etik, güvenlik ve yönetim alanında iki belge arasında güçlü bir süreklilik bulunmaktadır. İnsan hakları, mahremiyet, tarafsızlık, açıklanabilirlik ve hesap verebilirlik ilkeleri yeni dönemde de korunmaktadır. Ancak Eylem Planı bu ilkeleri Etik Kurul, algoritmik etki değerlendirmesi, model kartı, güvenlik testleri ve düzenleyici deney alanları gibi daha belirgin kurumsal ve teknik araçlarla ilişkilendirmektedir. Böylece etik çerçeve, normatif ilkelerden uygulama öncesi değerlendirme ve denetim mekanizmalarına doğru ilerlemektedir.

En belirgin değişim uygulama, izleme ve performans alanında görülmektedir. Strateji, tedbirler ve ölçülebilir hedefler içermekle birlikte uygulayıcı kurum, ayrıntılı takvim ve finansman bilgilerinin önemli bölümünü daha sonra hazırlanacak eylem planlarına bırakmaktadır. Yeni Eylem Planı ise sorumlu kurumları, aşamalı uygulama dönemlerini, finansman çerçevesini ve yıllık raporlama mekanizmasını daha görünür hâle getirmektedir. Performans göstergelerinin yalnızca faaliyet ve çıktı sayılarını değil; verimlilik, maliyet, ölçeklenme, yatırım, ihracat ve toplumsal etki gibi sonuçları da kapsayacak şekilde tasarlanması öngörülmektedir.

Genel olarak bulgular, Türkiye'nin yapay zekâ politikasında strateji oluşturmada uygulamaya doğru doğrusal ve keskin bir geçişten söz edilemeyeceğini göstermektedir. İlk belge de uygulama kapasitesi bulunan kapsamlı bir strateji ortaya koymaktadır. İkinci belge ise bu yaklaşımı daha az sayıda öncelikli eylem altında yoğunlaştırmakta; kurumsal sorumluluk, zamanlama, finansman, teknik altyapı, ölçeklendirme ve performans takibi boyutlarını belirginleştirmektedir. Bu nedenle iki dönem arasındaki dönüşüm, uygulamanın ilk kez ortaya çıkması değil; mevcut uygulama yaklaşımının daha seçici, ölçülebilir, yatırım odaklı ve sonuç temelli bir yapıya kavuşturulması şeklinde değerlendirilebilir.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Yapay zekâ teknolojilerinin ekonomik, toplumsal ve yönetsel alanlarda meydana getirdiği dönüşüm, devletlerin bu alandaki politikalarını uzun vadeli hedefler ve uygulanabilir politika araçları doğrultusunda yapılandırmasını gerekli kılmaktadır. Bu çalışmada Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi 2021–2025 ile Türkiye Yapay Zekâ Eylem Planı 2026–2030, stratejik yönetim yaklaşımı çerçevesinde karşılaştırılmıştır. Belgeler; stratejik öncelikler, insan kaynağı ve yetkinlik, veri ve teknolojik altyapı, kamu yönetiminde yapay zekâ, etik-güvenlik-yönetişim ile uygulama-izleme-performans olmak üzere altı tema üzerinden değerlendirilmiştir.

Araştırmanın temel sorusu, Türkiye'nin 2021–2025 ve 2026–2030 dönemlerine ait yapay zekâ politika belgeleri arasında stratejik öncelikler, uygulama araçları ve yönetim yaklaşımı bakımından nasıl bir süreklilik ve değişim bulunduğu. Elde edilen bulgular, iki dönem arasında politika amaçları bakımından belirgin bir süreklilik bulunduğunu; buna karşılık politika araçlarının somutluğu, altyapı hedeflerinin kapsamı, kurumsal sorumlulukların görünürlüğü ve performansın ölçülmesi bakımından önemli değişiklikler gerçekleştiğini göstermektedir.

Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi 2021–2025, altı stratejik öncelik, 24 amaç, 119 tedbir ve 34 ölçülebilir hedef içeren kapsamlı bir politika çerçevesi ortaya koymaktadır. Bu yönüyle belge, yalnızca Türkiye'nin yapay zekâ alanındaki genel vizyonunu açıklayan bir metin değildir. İnsan kaynağının geliştirilmesi, araştırma ve girişimciliğin desteklenmesi, veri ve teknik altyapının güçlendirilmesi, sosyoekonomik uyumun sağlanması, uluslararası iş birliklerinin geliştirilmesi ve kurumsal dönüşümün hızlandırılması gibi farklı politika alanlarını

birbiriyle ilişkilendirmektedir. Ayrıca iki katmanlı yönetim mekanizması ve ölçülebilir hedefler aracılığıyla stratejinin uygulamaya aktarılması amaçlanmaktadır (CBDDO ve STB, 2021, s. 62–86).

Bu tespit, Türkiye’nin yapay zekâ politikasında 2026–2030 döneminde uygulama yaklaşımının ilk kez ortaya çıktığı şeklindeki doğrusal bir yorumun yeterli olmayacağını göstermektedir. İlk belge de amaçları, tedbirleri, hedefleri ve yönetim mekanizmalarını bir araya getiren uygulama yönü güçlü bir stratejidir. Bununla birlikte tedbirlerin uygulanmasından sorumlu kurumların, ayrıntılı takvimin ve finansman kaynaklarının önemli ölçüde daha sonra hazırlanacak eylem planlarında belirlenmesi öngörülmüştür. Performans göstergelerinin çoğunlukla kişi, proje, kurum, eğitim ve veri kümesi sayısı gibi çıktı ölçütlerine dayanması da uygulamaların toplumsal ve kurumsal etkilerini değerlendirme kapasitesini sınırlandırmaktadır.

Türkiye Yapay Zekâ Eylem Planı 2026–2030 ise önceki dönemde oluşturulan politika birikimini dört eksen ve 16 öncelikli eylem altında yeniden düzenlemektedir. “Fark Et”, “İstifade Et”, “Üret” ve “Yönet” eksenleri, yapay zekâ olgunluğunu farkındalıktan yararlanmaya, üretimden yönetime ilerleyen aşamalı bir süreç olarak ele almaktadır. Planın daha az sayıda eyleme dayanması, politika kapsamının daraltıldığı anlamına gelmemektedir. Aksine çok sayıdaki politika hedefinin, birbirini tamamlayan ve ölçeklenebilir nitelikteki öncelikli eylemler etrafında yoğunlaştırıldığı anlaşılmaktadır (STB, 2026, s. 1–8).

İki belge arasındaki sürekliliğin en açık biçimde görüldüğü alanlardan biri insan kaynağıdır. İlk belgede uzman yetiştirme, akademik kapasite, istihdam ve mevcut iş gücünün yeni becerilerle desteklenmesi öne çıkarken Eylem Planı bu yaklaşımı temel okuryazarlık, mikro yeterlik, uygulama profesyonelliği ve ileri düzey uzmanlık aşamalarına ayırmaktadır. İnsan kaynağı politikasının yalnızca teknik uzmanlarla sınırlandırılmaması; vatandaşların, kamu personelinin, öğrencilerin ve farklı sektörlerde çalışanların da kapsama alınması, yapay zekâ dönüşümünün toplumsal niteliğinin dikkate alındığını göstermektedir.

Veri ve teknolojik altyapı alanında ise belirgin bir genişleme bulunmaktadır. Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi’nde açık veri, Kamu Veri Alanı, güvenli veri paylaşımı ve yüksek başarımlı hesaplama olanakları üzerinde durulmaktadır. Eylem Planı’nda bu unsurlar; veri merkezi kapasitesi, GPU erişimi, fiber bağlantı, enerji arzı, düşük karbonlu elektrik ve özel sektör yatırımlarıyla bütünleştirilmiştir. Böylece yapay zekâ kapasitesi yalnızca veri ve yazılım konusundan çıkarılarak fiziksel altyapı, enerji, yatırım ve teknolojik egemenlik boyutları bulunan bütünleşik bir politika alanına dönüştürülmektedir.

Kamu yönetiminin konumunda da dikkate değer bir değişim görülmektedir. İlk belgede Kamu Yapay Zekâ Ekosistemi, Kamu Yapay Zekâ Platformu, kurumsal olgunluk modeli ve kamu personelinin yetkinliklerinin geliştirilmesi öne çıkmaktadır. Yeni Eylem Planı’nda ise kamu kurumlarına kullanım alanlarını belirleyen, pilot uygulamalar gerçekleştiren, başarılı çözümleri ölçeklendiren ve kamu alımları aracılığıyla yerli yapay zekâ pazarını destekleyen daha etkin bir rol verilmektedir. Bu durum, kamunun düzenleyici ve koordinatör işlevlerinin yanında kullanıcı, ilk müşteri ve pazar oluşturucu aktör olarak konumlandırıldığını göstermektedir.

Etik, güvenlik ve yönetim bakımından iki belge arasında güçlü bir devamlılık bulunmaktadır. İlk belgede insan hakları, mahremiyet, tarafsızlık, açıklanabilirlik, hesap verebilirlik ve veri egemenliği ilkeleri kapsamlı biçimde tanımlanmıştır. Eylem Planı ise bu ilkeleri algoritmik etki değerlendirmesi, model kartları, teknik güvenlik testleri, Etik Kurul ve düzenleyici deney alanları gibi somut araçlarla desteklemektedir. Böylece ilke temelli etik yaklaşımın korunduğu, ancak denetim ve uygulama araçlarının daha belirgin hâle getirildiği görülmektedir.

En önemli dönüşüm uygulama, izleme ve performans boyutunda ortaya çıkmaktadır. Eylem Planı; uygulama sürecini iki döneme ayırmakta, sorumlu kurumları belirlemekte ve hedef, bütçe, zaman, gerçekleşme düzeyi ile risklerin bir şeffaflık portalı üzerinden izlenmesini öngörmektedir. Yıllık ilerleme raporları ve bağımsız değerlendirme bileşeni, hesap verebilirliğin güçlendirilmesi bakımından önem taşımaktadır. Performansın çıktıların yanı sıra sonuç ve etki düzeyinde izlenmesinin öngörülmesi de önceki döneme göre önemli bir gelişmedir (STB, 2026, s. 9–11, 31).

Bununla birlikte Eylem Planı'nın belge düzeyindeki güçlü tasarımı, hedeflerin kendiliğinden gerçekleşeceği anlamına gelmemektedir. Bir gigavat veri merkezi kapasitesi, yıllık 10 milyon GPU-saatlik hesaplama erişimi ve en az 10 milyar ABD doları özel yatırım gibi hedefler; yüksek finansman ihtiyacı, enerji kapasitesi, özel sektör katılımı ve uluslararası iş birlikleri gerektirmektedir. Çok sayıda kurumun uygulama sürecine katılması ise görev dağılımının ve kurumlar arası eşgüdümün etkin biçimde yürütülmesini zorunlu kılmaktadır. Bu nedenle Plan'ın başarısı, öngörülen mekanizmaların varlığından çok, bunların fiilen işletilmesi ve hedeflerin gerçekleşme düzeyi üzerinden değerlendirilmelidir.

Araştırma bulguları doğrultusunda öncelikle ilerleme raporlarının belirlenen takvime uygun ve kamuya açık biçimde yayımlanması önerilmektedir. İkinci olarak her eylem için başlangıç değerlerinin, yıllık hedeflerin, finansman kaynaklarının ve sorumlu raporlama birimlerinin açık biçimde belirtilmesi gerekmektedir. Üçüncü olarak performans değerlendirmelerinde faaliyet ve çıktı sayılarının yanında kamu hizmetlerinin süresi, maliyeti, doğruluğu, erişilebilirliği ve vatandaş memnuniyeti gibi sonuç göstergelerine yer verilmelidir. Dördüncü olarak yüksek etkili yapay zekâ sistemlerinde algoritmik etki değerlendirmesi ve bağımsız güvenlik denetimi uygulama öncesinde zorunlu hâle getirilmelidir. Son olarak kamu, üniversite, özel sektör ve sivil toplum kuruluşlarının katılımı uygulamanın bütün aşamalarında sürdürülmeli; şeffaflık portalı yalnızca bilgilendirme aracı değil, kamuoyu denetimine ve geri bildirimine imkân veren katılımcı bir mekanizma olarak işletilmelidir.

Çalışmanın temel sınırlılığı, incelemenin politika belgeleriyle sınırlı olmasıdır. Belgeler politika hedeflerini ve tasarlanan araçları göstermekte, ancak uygulamaların gerçekleşme düzeyi hakkında tek başına kanıt sunmamaktadır. Gelecekte yapılacak araştırmalarda yıllık ilerleme raporları, bütçe gerçekleştirmeleri, kamu kurumlarının faaliyet raporları ve bağımsız değerlendirmeler incelenerek belge düzeyindeki hedeflerle uygulama sonuçları karşılaştırılabilir. Ayrıca kamu yöneticileri, uzmanlar ve politika paydaşlarıyla gerçekleştirilecek görüşmeler yoluyla kurumsal kapasite, koordinasyon ve uygulamada karşılaşılan güçlükler değerlendirilebilir.

Sonuç olarak Türkiye'nin yapay zekâ politikasında 2021–2025 döneminden 2026–2030 dönemine geçiş, stratejiden uygulamaya doğru keskin bir kopuşu değil; mevcut uygulama yaklaşımının sadeleştirilmesini, önceliklendirilmesini ve somutlaştırılmasını ifade etmektedir. Yeni dönemde insan kaynağı ve etik yönetişime ilişkin önceki politika çizgisi korunurken fiziksel altyapı, enerji, yatırım, kamu alımları, teknik güvenlik ve sonuç odaklı performans takibi güçlendirilmiştir. Bu dönüşümün kalıcı bir kamu politikası kapasitesine dönüşmesi ise belirlenen hedeflerin düzenli biçimde izlenmesine, kurumsal sorumlulukların işletilmesine ve uygulama sonuçlarının şeffaf olarak değerlendirilmesine bağlıdır.

KAYNAKLAR

- Banazılı, A. M. (2025). Yapay zekânın kamu yönetiminde kullanımı üzerine nitel bir inceleme: Faydalar, riskler ve Türk kamu yönetimi bağlamında çıkarımlar. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 34(Özel Sayı), 538–563. <https://doi.org/10.35379/cusosbil.1691552>
- Batool, A., Zowghi, D., & Bano, M. (2025). AI governance: A systematic literature review. *AI and Ethics*, 5, 3265–3279. <https://doi.org/10.1007/s43681-024-00653-w>
- Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi Başkanlığı, & Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı. (2021). *Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi 2021–2025*. <https://bilgem.tubitak.gov.tr/wp-content/uploads/sites/8/TR-UlusalYZStratejisi2021-2025-1.pdf>
- Erol, V. (2024). Yapay zekânın kamu yönetimine etkisi. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (82), 11–25. <https://doi.org/10.51290/dpusbe.1476745>
- Güven, A. (2024). Yapay zekâ uygulamalarının kamu yönetimindeki rolü ve önemi. *Enderun Dergisi*, 8(2), 127–151. <https://doi.org/10.59274/enderun.1524152>
- İyigün, N. Ö. (2021). Yapay zekâ ve stratejik yönetim. *TRT Akademi*, 6(13), 675–678. <https://doi.org/10.37679/trta.1002518>
- Mikhaylov, S. J., Esteve, M., & Campion, A. (2018). Artificial intelligence for the public sector: Opportunities and challenges of cross-sector collaboration. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 376(2128), Article 20170357. <https://doi.org/10.1098/rsta.2017.0357>
- Mišić, J., van Est, R., & Kool, L. (2025). Good governance of public sector AI: A combined value framework for good order and a good society. *AI and Ethics*, 5, 4875–4889. <https://doi.org/10.1007/s43681-025-00751-3>
- Polat, E. (2025). Yapay zekâ stratejilerinde veri politikaları: Seçili ülkelerin karşılaştırmalı değerlendirmesi. *Anadolu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 26(1), 408–439. <https://doi.org/10.53443/anadoluibfd.1551561>
- Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı. (2026). *Türkiye Yapay Zekâ Eylem Planı 2026–2030*. <https://www.sanayi.gov.tr/yapayzekaeylemplanı>

**BELEDİYE FAALİYET RAPORLARINDA KONUT POLİTİKALARININ SÖYLEMSEL VE
OPERASYONEL ANALİZİ: BURSA İLİ NİLÜFER VE YILDIRIM KARŞILAŞTIRMASI**

Gökhan KOYUNCU¹
Doç. Dr. Hakan Gökhan GÜNDOĞDU²

Özet

Bu çalışma, Bursa Nilüfer ve Yıldırım ilçeleri örnekleminde yerel yönetimlerin konut politikalarını söylem ve uygulama düzeyinde incelemekte; karşılaştırmalı bir vaka çalışması bağlamında yerel yönetimlerin konut politikalarına ilişkin rekabet eden söylemleri analiz etmektedir. Bu çalışmanın amacı belediyelerin faaliyet raporları aracılığıyla konut politikalarının tanımlanışını ve konut politikası söyleminin uygulamada ne denli gerçeklik bulduğunu ortaya koymaktır. Araştırma kapsamında Bursa Büyükşehir Belediyesi'nin stratejik planları, Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verileri, Sayıştay raporları ile Nilüfer ve Yıldırım ilçelerinin 2023, 2024 ve 2025 mali yıllarına ait faaliyet raporları tematik süzme tekniğiyle analiz edilmiştir. Meydana gelen araştırma sonuçlarına göre Nilüfer, planlı kentleşme anlayışı, yüksek yaşam standardı ve kaliteli iç göçle ön plana çıkarken; Yıldırım, eski yapı stoku, mülkiyet sorunları ve kentsel dönüşüm gerekliliğinin hâkim olduğu bir konumdadır. İnsancıl Müdahale ile ilgili söylem analizi sonuçları, Yıldırım Belediyesi'nin konut politikaları söyleminin konut kategorisinden yaşam kategorisine geçiş yaparken daha çok "risk", "güvenlik" ve "kentsel dönüşüm" etrafında şekillendiğini; Nilüfer Belediyesi'nin konut politikaları söyleminin ise "yaşam kalitesi", "estetik kent" ve "planlı gelişme" söylemleri etrafında şekillendiğini ve bu söylemlerin 3 yıllık bir periyotta kurumsal bir süreklilik arz ettiğini göstermektedir. Bu çerçevede, çalışma yerel konut politikalarının söylem ve uygulamasını belediye faaliyet raporları merceğinden inceleyerek daha bütünsel bir çerçeve sunmakta ve böylece yerel konut politikalarının daha iyi anlaşılmasını sağlamaktadır

Anahtar Kelimeler: Konut Politikası, Söylem Analizi, Kentsel Dönüşüm, Yerel Yönetimler, Bursa, Mekânsal Ayrışma

¹ Gökhan KOYUNCU, Öğr., Yüksek Lisans Öğrencisi Anadolu Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Siyaset Bilimi ve Kamu Yönetimi Anabilim Dalı, Kamu Yönetimi Yüksek Lisans (Tezli) Eskişehir/Türkiye, gokhan.KOYUNCU@outlook.com.tr  <https://orcid.org/0009-0002-8202-6476>

² Hakan Gökhan GÜNDOĞDU, Doç. Dr., Anadolu Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Siyaset Bilimi ve Kamu Yönetimi Bölümü, Eskişehir/Türkiye, hakangokhangundogdu@anadolu.edu.tr  <https://orcid.org/0000-0002-0656-4152>

A DISCURSIVE AND OPERATIONAL ANALYSIS OF HOUSING POLICIES IN MUNICIPAL ACTIVITY REPORTS: A COMPARATIVE STUDY OF NİLÜFER AND YILDIRIM DISTRICT MUNICIPALITIES IN BURSA PROVINCE

Abstract

This study examines the housing policies of local governments at the level of discourse and practice, using the Nilüfer and Yıldırım districts of Bursa as the sample, and analyzes competing discourses regarding local governments' housing policies within the context of a comparative case study. The aim of this study is to reveal how housing policies are defined through municipal activity reports and to what extent the discourse on housing policy finds a basis in practice. Within the scope of the research, the strategic plans of Bursa Metropolitan Municipality, data from the Turkish Statistical Institute (TÜİK), reports of the Court of Accounts, and the activity reports of Nilüfer and Yıldırım districts for the 2023, 2024, and 2025 fiscal years were analyzed using the thematic filtering technique. According to the research findings, Nilüfer stands out with its planned urbanization approach, high living standards, and quality in-migration, whereas Yıldırım is characterized by an old building stock, property ownership problems, and the necessity for urban transformation. The results of the discourse analysis regarding the discourse of humanitarian intervention indicate that while Yıldırım Municipality's housing policy discourse shifts from the housing category to the category of living, it is primarily shaped around "risk," "security," and "urban transformation"; the housing policy discourse of Nilüfer Municipality, on the other hand, is shaped around the discourses of "quality of life," "aesthetic city," and "planned development," and these discourses demonstrate institutional continuity over a three-year period. Within this framework, the study provides a more integrated perspective by examining the discourse and implementation of local housing policies through the lens of municipal activity reports, thereby contributing to a better understanding of local housing policies.

Keywords: Housing Policy, Discourse Analysis, Urban Transformation, Local Governments, Bursa, Spatial Segregation

1. GİRİŞ

Günümüz kentleşme süreçlerinde konut, bireylerin barınma ihtiyacını karşılayan fiziksel bir sığınak olmanın ötesinde, makroekonomik ve toplumsal paydaşların, sınıfların ve kentsel hak arayışlarının kesiştiği çok boyutlu bir çatışma alanı ve kamu politikası alanıdır (Keleş, 2012). Neo-liberal kentleşme pratikleri, küresel ölçekte konut sektörünü kullanım değerinden çok değişim değeri haline getirmiş ve bu durum, ulusal ve yerel düzeyde konut politikalarının kurumsal gündemlerini sarsacak değişikliklere zorlamıştır. Koruyucu ve merkezîyetçi anlayışa dayalı erken dönem imar politikaları, özellikle 1980 sonrası yerel yönetim reformlarının gölgesinde, yeni bir idari paradigma ile yer değiştirmesine zemin hazırlamıştır. Günümüz kentsel mekânında konut, yerel idarelerin, özel sermayenin ve makro otoritelerin çıkarlarının çarpıştığı ve uzlaştığı çok katmanlı bir yönetim sarmalına evrilmiştir (Keleş, 2012). Bahse konu kurumsal dönüşüm, ilçe belediyelerini kentsel alanın fiziki ve sosyal inşasında birincil derecede karar verici stratejik öznelere haline getirmiştir (Harvey, 1989).

Bu küresel ve ulusal makro düzenleme, kentsel mekânın yerel üretimini etkilememekte; homojen bir yapı kurmak şöyle dursun, metropoliten alanlar içinde derin sosyo-mekânsal kırılmalar üretmektedir. Bu yapısal dönüşümün ve sanayi merkezli büyüme ekseninin Türkiye’de en çok şekillendiği Bursa, 1970’lerden itibaren ciddi bir kalabalık çeken bir merkez hâline gelmiştir.

Kentleşme dinamiklerini tetikleyen demografik yapı giderek ivmelenmiş ve buna bağlı olarak iç göç hareketleri, aynı metropoliten ekosistem paydaşı olan alt kademe belediyeler içinde sınıfsal ayrışma ile fiziki yarılımları da birlikte üretmiştir. Nilüfer ve Yıldırım ilçeleri, Bursa metropoliten alanının içinde yer alan iki devasa kentsel akışın karşı karşıya geldiği ve mekânsal zıtlığı incelemek için elverişli iki örnek çalışma alanı sunmaktadır. Planlı büyümenin etkileri, görece yüksek sermaye birikiminin etkisi, orta-üst sosyal sınıfların mekânsal yerleşim tercihleri ve kentsel gelişmenin batı ekseninde şekillenmesinin sonuçları Nilüfer’de daha görünür hale gelmektedir; yani bu ilçe, bu unsurların birleşimiyle kuracağı kimliği de aynı zamanda sürdürmektedir. Burada yerel yönetimler, davranış biçimini, kentsel estetiği, yaşam kalitesi standartlarını ve yeşil alan dengesini korumaya yönelik çabalarını öne çekmekten çok, kentsel konut stokunu sayısal olarak artırmaya odaklanmaktadır (Bursa Büyükşehir Belediyesi, 2024).

Araştırmanın amacı ve sorun bildirimi; bu iki kurum aynı yasal yükümlülüklerle tabi olsa bile (5393 Sayılı Belediye Kanunu), yine de kentsel alanın sosyal ve idari yönden nasıl yeniden üretildiğine dair belirgin bir örnek sunmakta ve birbirinden tamamen zıt uygulama pratikleriyle hareket etmektedir (Castells, 1977). Bu durum sonuç olarak onları yöneten iki idare arasında adeta bir uçurum oluşturmaktadır. Belediyelerin mali kaynakları nasıl dağıttığı, kurumsal projeksiyon diyebileceğimiz gelecek tasarımlarını nasıl izlediği ise yıllık olarak yayınlanan idari faaliyet raporlarına bakılarak anlaşılabilmektedir. Yine de bu tür kurumsal metinler sadece bütçe disiplini denen şeyin yansıtıldığı kuru evraklar değildir. Aksine, bu raporlar yerel yönetimlerin kentsel krizlere öncelik verdiğini ve aldıkları kararların da belirli bir kurumsal dilin inşası yoluyla toplum nezdinde daha kabul edilebilir görüldüğünü söyleyen bir söylem alanı kurmaktadır (Foucault, 1972). Yani belediyelerin kâğıt üstünde ürettikleri kurumsal söylem ile gerçek harcama ve uygulama çıktıları arasında açık bir uyumsuzluk vardır. Makalede tartışılan temel mesele de tam olarak burada yatmaktadır: bu iki kurumun tamamen farklı, hatta zıt pratiklere uyması. Resmi taahhüt ile fiili kaynak tahsisi arasındaki kopukluğun yapısal ve mekânsal etkenleri karşılaştırmalı olarak incelenmemiştir. Bu amaçla, araştırmanın amacı, Bursa’nın "sosyo-mekânsal rakipleri" olan Nilüfer ve Yıldırım ilçeleri arasında belediye konut politikalarının söylemsel tanımları ile bütçe ve izin verilerinde yansıyan fiili uygulamaları arasındaki farklılıkları "söylem-uygulama açığı" perspektifinden karşılaştırmalı olarak ortaya koymaktır.

Akademik boşluk ve katkı ise uluslararası kent sosyolojisi literatüründe, devletin konut piyasasına müdahale biçimleri ve sınıf temelli mekânsal ayrışmanın kuramsal açıdan ayrıntılı olarak ele alındığı görülmektedir (Castells, 1977; Harvey, 1989). Böylelikle Türkiye’de yerel yönetimlerin konut politikalarını, söylem ile uygulama arasındaki mütemadi farklılıklar temelinde ya da ara sıra gözlemlenebilen davranışları çok az sayıda

karşılaştırmalı olarak inceleyebilecektir. Kurumsal metinlerin söylemsel iddiaları ile pratikteki operasyonel (ruhsatlandırma, kamulaştırma, kentsel dönüşüm oranları vb.) performans göstergeleri bakımından karşılaştırmalı olarak ele alan çalışmalar oldukça azdır. Çok farklı iki dünyayı temsil eden, ancak benzer anakent ekosistemi içinde konumlandıkları için bu iki zıt örneğin eşanlı incelenmesi literatürde çok fazla görmezden gelinen bir araştırma boşluğu oluşturmaktadır. Bu çalışma, söylem ile pratik arasındaki bağın en alt katmanlarından, yani tabanda uzanan ilişkisinin çözümlemesini karşılaştırmalı bir yaklaşımla sunmaktadır. Böylece farklı sosyo-mekânsal kısıtlar altında yerel politika süreçlerinin söz konusu dinamikler tarafından nasıl dönüştürüldüğünü de göstermek suretiyle literatüre daha net bir bakış açısı sunmayı hedeflemektedir.

Araştırma Soruları ve Çalışmanın Akışı

Bu bağlamda, yürütülen çalışmada aşağıdaki temel sorulara cevap aranmaktadır:

1. Nilüfer ve Yıldırım belediyelerinin stratejik plan ve faaliyet raporlarında yer alan konut politikasına ilişkin söylemleri, ilçelerin sosyo-mekânsal gerçekliklerine göre nasıl şekillenmektedir?
2. Ruhsatlar, belediye yapı ruhsatı istatistikleri, kentsel dönüşüm projeleri ile belediye bütçe çıktıları arasında resmi söylemlerle ne kadar paralellik vardır?
3. Söylem ile operasyonel gerçeklik arasında ortaya çıkan (söylem-işlem boşluğu) kaynakların yönetsel ve mekânsal nelerdir?

Çalışma yukarıda belirtilen soruları cevaplayacak şekilde belirli bir sistematığe göre oluşturulmuştur. İkinci bölümde, konut politikalarıyla mekânsal ayrışmanın teorik temellerine ilişkin tematik literatür özetlenmektedir. Üçüncü bölümde, metodolojik şeffaflık ilkeleri doğrultusunda çalışmanın yöntemi, veri setinin sınırları ve kodlama mimarisi açıklanmaktadır. Bulgular bölümünde, somut genellemelere ve karşılaştırmalı matrislere yer verilerek Nilüfer ve Yıldırım belediyelerine ilişkin bulgular nesnel bir şekilde aktarılmaktadır. Beşinci bölümde, elde edilen bulgular, veri-uygulama açığı perspektifinden literatürde yer alan teorik çerçevelerle karşılaştırılarak tartışılmakta; son bölümde ise çalışma boyunca savunulan tezlerin sentezi temel alınarak kentsel alanda yapılacak geleceğe yönelik çalışmalar ve politika yapımcılar için öneriler sunulmaktadır.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1. Kent Mekânının Politik Ekonomisi ve Konut Politikaları

Kentsel konut politikaları, uzun yıllar boyunca daha çok planlama, imar uygulamaları ve fiziksel çevrenin düzenlenmesi gibi teknik/mühendislik konularına odaklanmıştır. Ancak eleştirel kent çalışmalarının gelişmesiyle birlikte konutun yalnızca fiziksel bir barınma ihtiyacını karşılayan pasif bir unsur olmadığı, aksine ekonomik, toplumsal ve siyasal ilişkilerin şekillendiği dinamik bir politika alanı olduğu kabul görmeye başlamıştır. Bu yaklaşım, konut çalışmalarının yalnızca şehir planlama disiplininin konusu olmaktan çıkıp kamu yönetimi, siyaset bilimi ve sosyoloji gibi farklı disiplinlerin ortak inceleme alanı hâline gelmesini sağlamıştır (Harvey, 2003; Lefebvre, 1991; Logan & Molotch, 2007). Mekânın üretimi üzerine düşünceler geliştiren kuramcılar, kent coğrafyasının iktidar ilişkileri ve gündelik pratiklerle her an yeniden üretilen politik bir çıktı olduğunu savunmaktadır (Lefebvre, 1991). Bu bağlamda barınma stratejileri toplumsal eşitsizlikleri mekânsal düzeyde kurumsallaştıran temel mekanizmalara dönüşmektedir. Kentsel politikanın ekonomik boyutunu şekillendiren yaklaşımlar, konutun piyasa değerini ve sermaye döngülerini analiz ederek konutun yalnızca gündelik hayattaki kullanım değerine odaklanmayı reddetmektedir (Harvey, 2003). Bu, yerel konut politikalarının başarısının üretilen konut ya da beton miktarı değil, yerel yönetimin benimsemiş olduğu yönetim anlayışı, kurumsal kapasitesi ve yönetsel tercihleri ile ölçülmesi gerektiğinin göstergesidir.

2.2. Kamu Politikalarında Söylem ve Metin Analizi

Çalışmalar, toplum, kültür ve anlam üretme süreçleri kapsamında şekillenirken, konut politikasına farklı bir analiz yöntemi sunmaktadır. Kamu politikaları yalnızca pratik uygulamalarıyla değil, aynı zamanda dile, inşa edilen söylemlere, ortaya çıkan anlamlara ve iletişimlere de bakılarak değerlendirilmelidir (Fairclough, 1992; Laclau & Mouffe, 2001). Bu savunulan görüşe göre stratejik plan ve faaliyet raporu gibi dokümanlar resmi kurum belgeleridir; teknik bilgi veren metinler değildir. Söz konusu evrak ise kamu kurumlarının kent sorununun ne olduğu ve hangi politikalarla çözülmesi gerektiği yönündeki ön kabullerini görülebilir hale getiren söylemsel araçlardır. Bu kapsamda, konut politikasının kurumsal metinlerde nasıl şekillendiğinin ve uygulamada nasıl biçimlendiğinin birlikte değerlendirilmesi, daha bütüncül yerel yönetim pratikleri tartışmalarının önünü açabilecektir.

2.3. Yerel Konut Çalışmaları ve Literatürdeki Boşluklar

Türkiye’de yerel konut politikalarına dair mevcut yazın incelendiğinde; akademik ilginin ağırlıklı olarak merkezi yasal düzenlemeler, geçekondü rejimleri, imar afları ve afet odaklı kentsel dönüşüm ekseninde toplandığı görülmektedir (Keleş, 2012; Tekeli, 2011). Ancak alanyazındaki çalışmalar çoğunlukla makro ölçekteki mevzuat değişikliklerini ya da yerel düzeydeki teknik-mekânsal müdahaleleri tekil olarak ele alma eğilimindedir. Stratejik hedefler, kurumsal söylemler ve ilçe belediyelerinin sahadaki operasyonel kapasiteleri arasındaki bütüncül ilişki ise büyük ölçüde ihmal edilmektedir. Bu doğrultuda, mevcut literatürün gelişimine katkı sağlamak adına tespit edilen temel üç yöntemsel ve kuramsal boşluk şu şekilde sıralanabilir:

- **Söylem ile Operasyonel Uygulama Arasındaki Diyalektik Bağın İhmali:** Konut politikaları akademik yayınlarda sıklıkla teknik planlama, ruhsatlandırma ve fiziki inşaat metrajlarına indirgenerek analiz edilmektedir. Oysa ilçe belediyelerinin stratejik metinlerinde kurguladıkları kurumsal söylem ile sahada doğrulanabilir operasyonel çıktılar (başvuru, kura, teslim, tahsis süreçleri) arasındaki örgütsel ve diyalektik ilişki yeterince tartışılmamaktadır (Karasu, 2025; Voorn vd., 2017).
- **Yönetim Belgelerinin Söylemsel ve Politik İşlevinin Göz Ardı Edilmesi:** Belediyelerin stratejik planları ve faaliyet raporları gibi resmi yönetim metinleri, alanyazında sıklıkla rutin idari evraklar olarak görülmektedir. Buna karşın söz konusu belgeler; yerel yönetimin kentsel sorunları tanımlama, meşruiyet üretme, kentsel rant ve sosyal belediyecilik arasındaki gerilimi dengeleme ve politika önceliklerini çerçeveleme işlevi gören stratejik araçlardır (Denhardt & Denhardt, 2000; Harvey, 1989).
- **Farklı Sosyo-Mekânsal Dinamiklere Sahip İlçelerin ve İştiraklerin Karşılaştırmalı Rollerine Odaklanamama:** Büyükşehir ekosistemi içerisinde yer alan ilçe belediyelerinin ve bunların bünyesindeki yapıların yerel konut politikasındaki rolleri alanyazında sıklıkla homojen varsayılmaktadır. Farklı sosyo-ekonomik yapılara ve mekânsal dinamiklere sahip alt kademe belediyelerin yerel konut üretimi ve dönüşüm süreçlerindeki kurumsal yaklaşım farklılıkları karşılaştırmalı olarak yeterince incelenmemiştir (Grossi & Reichard, 2008; Özer vd., 2024).

Yerel yönetimlerin konut üretimi ve kentsel dönüşüm süreçlerindeki araç küresi genişlerken, stratejik belgelerde vaat edilen söylemsel hedefler ile sahaya yansıtılan operasyonel gerçeklikler arasındaki makasın ampirik verilerle ortaya konulması gerekliliği açık bir ihtiyaç olarak öne çıkmaktadır.

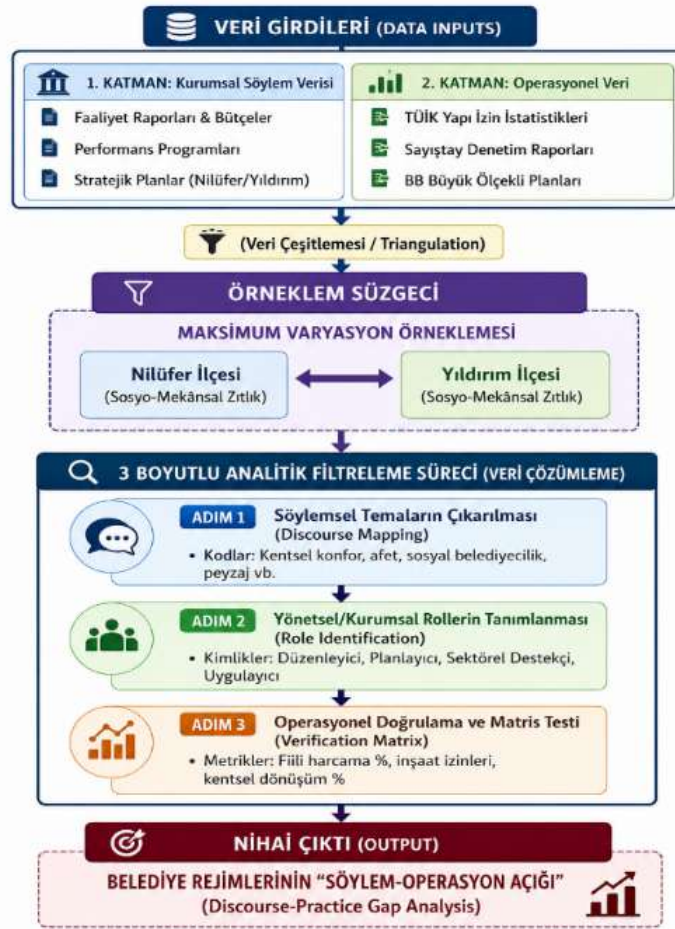
Bu çalışma, söz konusu literatür boşluğunu doldurmak amacıyla ele alınmıştır. Çalışmada; sosyo-mekânsal yapıları, kentsel büyüme dinamikleri ve kurumsal söylemleri farklılaşan Nilüfer Belediyesi ile Yıldırım Belediyesi karşılaştırmalı analize tabi tutulmaktadır. Böylelikle araştırma; ilçe belediyelerinin stratejik planları, faaliyet raporları ve resmi proje çıktıları üzerinden yerel konut politikalarının söylemsel iddiaları ile operasyonel sınırlarını büyükşehir ekosistemi ve mekânsal dönüşüm bağlamında bütüncül bir analitik çerçevede tartışmayı hedeflemektedir.

3. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ (Metodolojik Tasarımı)

Bu araştırmada, Bursa metropoliten alanı içerisinde sosyoekonomik dinamikler ve kentsel morfoloji açısından spektrumun zıt uçlarını oluşturan Nilüfer ve Yıldırım ilçelerindeki yerel konut politikalarının karşılaştırmalı olarak analiz edilmesi amaçlanmıştır (Bowen, 2009). Araştırmanın metodolojik temeli, yerel yönetimlerin kurumsal söylemlerinde oluşturulan konut vizyonu ile bu söylemlerin bütçe tahsisi, inşaat ruhsatı ve kentsel dönüşüm hamleleri gibi operasyonel alanlara yansıma derecesi arasındaki analitik bir karşılaştırmaya dayanmaktadır. Ele alınan konunun derinlemesine, bağlamsal, niteliksel ve çok boyutlu bir şekilde soruşturulabilmesi amacıyla nitel araştırma deseni ve ilkeleri benimsenmiştir (Creswell & Creswell, 2018). Araştırmanın mantıksal yapısı, veri girişinden analitik süreçlere ve nihai çıktıya kadar olan tüm aşamalarıyla birlikte, süreç boyunca uçtan uca kapsamlı ve şeffaf bir bakış açısı sunmak üzere tasarlanmıştır. Bu grafiksel model, kurumsal söylem ve uygulama düzeylerinin veri triangulation (üçgenleme) yöntemiyle nasıl birleştirildiğine ve maksimum varyasyon örneklemesinin analize entegrasyonu ile üç aşamalı analitik ayıklama süreciyle işleyişine dair izlenebilir bir yapı sunmaktadır.

Bütünleşik tasarım ve çalışmanın sistematığı için akış diyagramı Şekil 1’de gösterilmiştir.

Şekil 1: Araştırmanın Metodolojik Akış Şeması



Kaynak: Yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

3.1. Veri Kaynakları ve Sınırlandırılması

Veri seti, pratik bulguların güvenilirliğini artırmak amacıyla tutarlı iki ana katman içermektedir (Patton, 2015). Çalışma, iki belediyenin kurumsal yönetim taktiklerinin ve hedeflerinin karşılaştırılabilirliğini sağlamak amacıyla 2020-2024 Stratejik Plan Dönemi'ne sınırlandırılmıştır. Bu bağlamda incelenen kurumsal raporlar, bütçe uygulama hesapları ve istatistik veriler söz konusu dönem takvimini baz almaktadır.

İlk Katman: Profesyonellerin veri toplama aşaması; veri soğukkanlılığında, Nilüfer ve Yıldırım belediyelerine ait 2020-2024 plan dönemine ilişkin resmi faaliyet raporları, mali bütçe belgeleri, performans programları ve kurumsal stratejik planlar yer almaktadır. Yerel yönetimlerin konut ve barınma alanındaki mekânsal temsilleri, üstlendikleri kurumsal roller ve bu yerel yönetimlerin tematik (estetik, risk, konut konforu, kent dönüşümü vb.) önceliklerini vurgulayan mekân vurguları vasıtasıyla kurumsal söylem analizi teknikleriyle incelenmiştir.

İkinci Katman: Kurumsal söylemlerin ve vaatlerin pratikteki işlevsel karşılıklarını kontrol etmek amacıyla kurulmuştur. Bu bağlamda, yukarıda belirtilen döneme ilişkin (2020-2024) Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), yapı izin istatistikleri, Sayıştay denetim raporları ve Bursa Büyükşehir Belediyesi'nin üst ölçek stratejik planlama ürünleri, analiz sürecinde önemli destek malzemeleri olarak incelenmiştir (Palinkas vd. 2015). Söz konusu veri çeşitlendirmesi (data triangulation), nitel ve nicel göstergelerin birbirini doğrulamasına imkân tanıyarak çalışmanın bilimsel geçerlilik ve güvenlik derecesini yükseltmiştir (Flick, 2018).

3.2. Örneklem Seçimi ve Sınırları

Çalışmanın kapsamını ve örneklem büyüklüğünü belirlerken, nitel metodolojinin doğasına uygun olarak amaçlı örneklem stratejisi kullanılmıştır. Çalışmanın amacı, Bursa şehrindeki iki sosyo-mekânsal laboratuvar içindeki ve arasındaki kentsel gelişim modellerindeki zıtlıkları ve çelişkileri incelemek olduğundan, Nilüfer ve Yıldırım ilçeleri örneklem olarak seçilmiştir (Bowen, 2009). Bu şekilde, bilinçli bir kurumsal ve mekânsal diyalektik oluşturulması beklenmektedir. Bu idari ve bölgesel seçim, “maksimum varyasyon örneklemesi” üzerine metodolojik literatüre tamamen uygun olduğu düşünülmektedir. Burada incelenen bu iki alan arasında kuramsallaştırılan aşırı sosyo-mekânsal ayırım, farklı kentsel baskılar ve kısıtlamalar altında yerel konut stratejilerinin ve kurumsal yönetim kapasitesinin karşılaştırılmasına olanak tanımaktadır (Flick, 2018).

3.3. Veri Çözümleme Stratejisi ve Kodlama Mimarisi

Derlenen nitel ve nicel verilerin çözümlenmesi, ardışık ve birbirini tamamlayan üç boyutlu bir analitik filtreleme süreciyle gerçekleştirilmiştir (Miles vd. 2014). Bu çalışmada, veri setinin derinlemesine ve bağlamsal analize elverişli ölçekte olması sebebiyle, herhangi bir bilgisayar destekli nitel veri analizi yazılımı (CAQDAS) kullanılmamış; analiz süreci araştırmacılar tarafından manuel (elle) kodlama ve tematik süzme yöntemiyle yürütülmüştür. Metinlerin bağlamsal derinliğini, satır aralarındaki bürokratik nüansları ve söylemsel çarpıtmaları (yazılımlar tarafından gözden kaçırılacak anlamsal yapılar) doğrudan ve yakından gözlemlemek için manuel analiz süreci önerilmiştir.

Manuel kodlama süreci şu sistematik adımlarla yürütülmüştür:

- **Okuma ve gözlem sonrası ham bilgilerin ölçülmesi:** Her iki belediyenin kurumsal belgeleri araştırmacılar tarafından bağımsız olarak satır satır okunmuş ve konut politikasına doğrudan veya dolaylı olarak değinen tüm ifadeler (cümle ve paragraf düzeyinde) belirlenmiştir.
- **Kodların Oluşturulması ve Eşleştirme:** Elde edilen ifadeler üzerinden ortak bir kod rehberi oluşturulmuş; Nilüfer için kentsel konfor, estetik, peyzaj ve planlı gelişme gibi söylemler, Yıldırım için ise risk, afet, dönüşüm ve kentsel güvenlik gibi kavramlar birer kod olarak tanımlanmıştır.

- **Güvenilirlik ve Uzlaşma Analizi:** Kodlayıcılar arası tutarlılığı (güvenilirliği) sağlamak amacıyla araştırmacılar tarafından bağımsız olarak yapılan manuel kodlamalar karşılaştırılmış ve üzerinde uzlaşamayan kodlar yeniden analiz edilerek ortak bir karara varılmıştır.

Şekil 1'de sunulan ve manuel kodlama sistematığına dayanan 3 Boyutlu Analitik Filtreleme Süreci'nin adımları şu şekildedir:

1. Adım: Söylemden/Sistem Haritalamasından Söylemsel Temaların Çıkarılması: Yerel yönetimlerin kurumsal metinlerindeki (stratejik plan ve faaliyet raporları) dil kalıpları analiz edildi. Şehir konforu, afet senaryosu oluşturma, mekânsal görünürlük, sosyal belediye ve peyzaj yenileme gibi kurumsal metinde odaklanılan tematik kavramlar ve anahtar kelimeler sistematik olarak kodlanır (Krippendorff, 2018).

2. Adım: İdari ve Kurumsal Rollerin Belirlenmesi (Rol Tanımlama): Söylemsel haritanın türetilmesinin ardından, şehirlerin kentsel coğrafya ve konut piyasasında üstlendiği idari kimlikler incelenir.

3. Adım: Operasyonel Doğrulama ve Matris Testi (Doğrulama Matrisi): Son aşamada, 1. ve 2. adımlardaki kurumsal iddialar ve söylemsel roller göstergelerin somut gösterimine karşı pratikte test edilmiştir. Sürecin son aşamasında, 1. ve 2. adımlardaki kurumsal iddialar ve söylemsel roller, göstergelerin somut tezahürüne karşı pratikte test edilmiştir (3. adımda gösterildiği gibi). Bu amaçla, belediye bütçesinden yapılan fiili harcama oranı, onaylanan inşaat izinlerinin sayısı, kamulaştırma yatırımları ve fiziksel olarak tamamlanan kentsel yenileme projelerinin yüzdesi, doğrulama aracı olarak matrise eklenmiştir (Yin, 2018). Bu matris testi/operasyonel doğrulama süreci kapsamında, kurumun 3 yıllık (2023-2025) resmi raporları anahtar kelime frekans analiziyle incelenmiş ve ampirik olarak test edilmiştir (Tablo 4'e bakınız).

Tüm bu analitik süreçleri tutarlı bir metodolojik çerçeve altında sentezleyip bütünleştirerek, yerel belediye rejiminin "söylem-operasyon açığına" ilişkin kurumsal söylemleri (vaatleri) ve pratik uygulamaları (operasyonları) tarafsız ve doğrulanabilir bir modelde ortaya konmuştur.

4.BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Mekânsal ve Sosyo-Ekonomik Farklılaşma: Mekânın Söylemsel Üretimi

Siyasallaşmaya yönelik kent mekânı üretimi, Bursa anakent alanında Nilüfer ve Yıldırım ilçe sınırları içerisinde, sosyoekonomik yapı ve nüfus dinamikleri doğrultusunda sistematik farklılaşmalar göstermektedir. Tüm bu yapısal çelişkiler, yerel yönetimlerin konut politikasında yapmaları gereken müdahale önceliklerine ve söylemlerine yansımaktadır. Nilüfer ilçesi, yüksek yaşam kalitesi ve iç göç için çekim alanı teşkil etmekte; bu noktada Balkanlardan gelen göçmenlerin büyük bir kısmı buraya yerleşmektedir. Sosyal ve fiziksel anlamda alt mahallenin alanını temizleyen ve yeni sermayenin organizasyonu, mekânda inşası ve sermaye birikimi için gerekli altyapıyı hazırlayan toptancı, yerel yönetim hizmet öncelikleri düzeyinde planlı yerleşim türü ve düzenli kentsel dokunun barındırdığı kırsal ve kentsel estetiğin korunması, iyi örgütlenmiş sosyal tesislerin mevcudiyeti ve mekânsal konforun devam ettirilmesi, kente gelen sermaye için ihtiyaç duyulan önceki şartları sağlar hale gelmiştir. Bu durumun "temsil alanları" (space of representation) kavramıyla ilişkilendirilebileceği görülmektedir. Nilüfer Belediyesi, konut alanlarını sadece barınma mekânları olarak değil, yeşil alanları, geniş peyzaj alanları ve estetik mimarisiyle idealize edilmiş bir "yaşam kalitesi" alanı olarak tasarlamaya ve sunmaya devam etmektedir. Yıldırım ilçesi, konut tipi, nüfus yoğunluğu ve deprem riski açısından komşu ilçelerinden radikal farklılık göstermekte; bu durum, bitişik yapılaşma ve çarpık kentleşmenin en temel karakteristiği olmaktadır. Yıldırım Belediyesi'nin söylemsel ve pratik müdahaleleri, riskin azaltılmasına, kentsel yenilemeye ve mülkiyet sorunlarına çözüm bulmaya odaklanmaktadır. Bu birikim, Harvey'in (2003) teorisinin kavramsal bağlamında tartışılmalıdır. Bu da Yıldırım'daki konut politikalarının, kentsel yenileme projeleri ve kamulaştırma gibi riskli konut stokunu temizleme ve dönüştürmenin gereği olan bir "estetik olgu" dan daha çok bir "zorunluluktan" kaynaklandığını işaret etmektedir.

Tablo 1. Nilüfer ve Yıldırım İlçelerinin 2024-2025 Dönemi Temel Sosyo-Ekonomik ve Mekânsal Göstergelerinin Karşılaştırılması

<i>Sosyo- Ekonomik Gösterge</i>	<i>Nilüfer (Batı Aksı)</i>	<i>Yıldırım (Doğu Aksı)</i>
Baskın Konut Tipi	Site içi, Çok Fonksiyonlu, Yeni	Bitişik Nizam, Eski Yapı Stoğu
Temel İdari Sorun	Estetik Koordinasyonu / Trafik	Mülkiyet / Deprem Güvenliği / Dönüşüm
Nüfus Artış Kaynağı	Nitelikli İç Göç / Profesyoneller	Sanayi Odaklı Göç / İşçi Sınıfı
Okuryazarlık ve Eğitim Düzeyi	Yüksek (Bursa Lideri)	Orta-Düşük (Bursa Ortalaması Altı)
Hane Halkı Büyüklüğü	2.8- 3,1 Kişi	3.8- 4,2 Kişi

Kaynak: TÜİK (2025); Bursa Büyükşehir Belediyesi (2024); Nilüfer Belediyesi (2024); Yıldırım Belediyesi (2024) verilerinden hareketle yazarlar tarafından derlenmiş ve sentezlenmiştir.

Tablo 1'deki veriler, iki ilçe arasındaki mekânsal ayrışmanın fiziksel çevrenin ötesinde, derin bir yapısal sosyoekonomik kutuplaşmaya işaret ettiğini ortaya koymaktadır. Nilüfer "planlı gelişme" ve "mekânsal konforun" sürdürülmesi amacıyla hareket ederken, Yıldırım modelinde "kentsel güvenlik" ve "afet riski" odaklı acil çözümler ön plana çıkmaktadır.

4.2. Yapı Ruhsatları ve Üretim Kapasitesi

Yapı ruhsatları ve inşaat sertifikalarına ilişkin veriler, yerel yönetimlerin planlama reflekslerini ve konut politikalarının pratik yansımalarını göstermek için en somut operasyonel araçları sunar (TÜİK, 2025). Nilüfer Belediyesi, kentsel sınırdaki yeni gelişim alanlarının geliştirilmesine yönelik çalışmaları yönetirken yüksek bir yapı ruhsatı kapasitesine sahiptir (Nilüfer Belediyesi, 2024).

Bu durum "sermayenin ikinci devresi" olarak adlandırılan, sermayenin yerel düzeyde gayrimenkul ve konut yoluyla mekâna yatırılması sürecinin yerel planlama uygulamalarıyla nasıl kolaylaştırıldığını açıkça ortaya koymaktadır (Harvey, D. 2012). Nilüfer'de konut üretimi büyük ölçüde mekânsal genişlemeye odaklanmıştır. Yıldırım ilçesinde mevcut konut stoku eski ve harap durumdadır; bu da belediyeyi yeni gelişim alanları açmak yerine mevcut kentsel dokuyu temizlemeye yöneltmektedir. Yıldırım'ın yapı ruhsatı ve inşaat izni prosedürleri, yeni konut projeleriyle sınırlı kalmak yerine, boş arazilerde yeni yapılar üretmek yerine giderek artan bir şekilde kentsel yenileme planlarına, imar değişikliklerine ve yüksek riskli bölgelerdeki mülk devirlerine dayanmaktadır (Yıldırım Belediyesi, 2024).

Tablo 2. Nilüfer ve Yıldırım İlçelerinde Yapı Ruhsatları ve Konut Üretimi (2023-2025)

<i>Gösterge</i>	<i>Nilüfer</i>	<i>Yıldırım</i>
Yeni yapı ruhsatı yoğunluğu	Yüksek	Orta-Düşük
Ruhsatlanan toplam inşaat alanı eğilimi	Genişleyen	Sınırlı/Parçalı
Üretim Tipi	Yeni konut + site projeleri	Dönüşüm + Yenileme
Mekânsal büyüme yönü	Batı eksenli genişleme	İç doku yeniden üretim
Belediye rolü	Planlayıcı / düzenleyici	Müdahaleci / dönüştürücü

Kaynak: TÜİK (2025), Nilüfer Belediyesi (2024) ve Yıldırım Belediyesi (2024) verilerinden yararlanarak yazarlar tarafından derlenmiştir.

Tabloda ifade edilen "Yüksek/Düşük/Genişleyen" niteliksel göstergeler, şehir belediyelerinin kurumsal faaliyet raporlarındaki söylem sıklığının, bütçe performans çıktılarının ve TÜİK lisans istatistiklerindeki nispi ağırlıklarının niteliksel analiz yöntemiyle sınıflandırılmasıyla belirlenmiştir.

4.3. Yönetsel Kapasite ve Uygulama Pratikleri: Esneklik Payları ve Yönetsel Sınırlar

Bir konut politikasının başarılı olması için yalnızca uygulama kapasitesinin yeterli olmadığı açıkça görülmektedir. Bunun yanında, bu politikaların şekillendirileceği ve hayata geçirileceği yasal ve stratejik bir planlama çerçevesi de gereklidir. Michael Lipsky'nin (2010) "sokak bürokrasisi" teorisi, vatandaşlarla bire bir temas halinde olan kamu görevlilerinin hizmet sunumunda takdir yetkisi bulunduğunu belirtmektedir. Yani bu kişiler karar verme aşamasında doğrudan yer almakta ve araştırmacılar dışarıdan bakanların bu yetkiyi tam olarak kavramakta zorlandığını belirtse de söz konusu çalışmalar iki kuruluş arasında belli bir kurumsal esneklik ve belirli idari sınırlamalar olduğunu ortaya koymaktadır.

Yıldırım bölgesinde plansız kentleşme, eski yapı stoku ve kronik kriz sorunları bağlamında idari genişlemeler gerçekleşmekte olup, Yıldırım Belediyesi personelinin yalnızca yasal düzenlemeleri uygulayan bürokratlar olmaktan öte, hak sahipleriyle görüşmeler yaptığı, farklı niteliklerde bağlantılar kurduğu ve medya aracılığıyla belirli getiriler sağlayan çözümler geliştirdiği görülmektedir.

Tablo 3. Bursa Büyükşehir, Nilüfer ve Yıldırım Belediyelerinin Stratejik Amaç ve Performans Göstergelerinin Karşılaştırmalı Analizi

<i>Uygulama Boyutu</i>	<i>Nilüfer</i>	<i>Yıldırım</i>
Karar Alma Biçimi	Prosedürel / Standart imar uygulamaları (Belediye Meclisi imar planı revizyonları ve imar kanunu rutinleri)	Esnek / Durumsal Müdahaleler (Riskli alan ilanları, parsel bazlı uzlaşma süreçleri ve meclis kararları)
Uygulama Belirsizliği	Öngörülebilir / Rutin süreçler (mülkiyet sorunları çözülmüş, planlı gelişim alanlarındaki imar ve ruhsatlandırma)	Karmaşık / Değişken süreçler (Çok hisseli mülkiyet yapısı, kamulaştırma davaları ve hak sahipleriyle uzlaşma zorunluluğu)
Öncelikli Kaynak Dağılımı	Altyapı ve Sosyal Donatı Harcamaları (Yeni gelişim bölgelerinin yol, park ve sosyal donatı yatırımları)	Yüksek Kamulaştırma ve Yapım Harcamaları (kentsel dönüşüm alanlarındaki hak sahipliği ödemeleri ve enkaz bedelleri)
Ana Uygulama Odağı	Mekânsal Yaşam Kalitesi ve Kontrol (ruhsat denetimleri, imar planı bütünlüğü ve yeşil alan standartları)	Yapı Stoku Güvenliği ve Yerinde Dönüşüm (Deprem riski altındaki binaların yıkımı, riskli alan dönüşümleri)

Kaynak: Nilüfer ve Yıldırım Belediyelerine (2024) ait stratejik planlama çıktıları ile faaliyet raporlarının karşılaştırmalı analitik süzgeçten geçirilmesiyle yazarlar tarafından kurgulanmıştır.

Tablo 3’te yer alan karşılaştırmalı analiz, Nilüfer ve Yıldırım ilçelerinde konut politikasının yerel düzeyde nasıl uygulamaya aktarıldığına dair kurumsal ve yönetsel farklılıkları açıkça ortaya koymaktadır. İki ilçe arasındaki bu ayrışma, uygulamaların Nilüfer’de büyük ölçüde rasyonel planlama ilkeleri, imar kararları ve öngörülebilir prosedürler doğrultusunda şekillendiğini; Yıldırım’da ise süreçlerin, sahanın getirdiği yapısal krizlerin ve mülkiyet sorunlarının niteliğine bağlı olarak daha esnek, durumsal ve müzakereci bir yönetim anlayışı çerçevesinde yürütüldüğünü göstermektedir.

Ancak bu anlamda ilçe birimleri arasında idari ayrışmayı yalnızca fiziki, sosyal ve ekonomik değişkenlerle açıklamak yetersiz kalacaktır. Buradaki temel tayin edici faktör; ilçelerin bağlı bulundukları yerel yönetimlerin (belediyenin) takdir yetkisi, idari tutumu ve kurumsal öncelikleridir. Zira iki belediyenin operasyonel bütçe mantığı ve harcama tercihleri de bu farklı faaliyet biçimini ve kurumsal kimliğini sahada doğrulamaktadır. Nilüfer Belediyesi bütçesinin büyük bir bölümünü yeni gelişme eksenlerindeki altyapı çalışmalarına, çevre düzenlerine, planlı kentleşmeye ve mekânsal estetiği korumaya yönelik yatırımlara ayırırken, Yıldırım Belediyesi bütçesinde kentsel dönüşüm, kamulaştırma maliyetleri, gayrimenkul ihtilafları ve sosyoekonomik kırılganlığı azaltmaya yönelik sosyal yardım faaliyetleri çok daha göz alıcı ve ağır bir paya sahiptir.

Bursa metropoliten alanında Nilüfer ve Yıldırım belediyelerinin sergilediği farklı uygulama pratikleri, yerel seviyedeki idari aktörlerin kendi aralarındaki ve üst ölçekli planlama makamlarıyla olan koordinasyon kapasitesiyle de doğrudan ilintilidir. Nitekim kamu yönetiminde ölçekler arası koordinasyon ve idari uyum eksikliği, yerel politikaların sahaya yansımada aksamalara yol açarak söylem ile eylem arasındaki mesafenin açılmasına neden olmaktadır (Gündoğdu, 2020).

Bu bağlamda, her iki yerel yönetimin de aynı ulusal yasal mevzuat ve idari çerçeve (5393 sayılı Belediye Kanunu ve 3194 sayılı İmar Kanunu) altında faaliyet göstermesine rağmen, hizmet önceliklerinin ve uygulama pratiklerinin yerel dinamikler, tarihsel birikimler ve mekân ihtiyaçları tarafından tamamen farklı şekilde şekillendirildiği anlaşılmaktadır. Başka bir deyişle, yerel düzeydeki kentsel konut politikalarının somut

tezahürleri, ulusal şablonlardan ziyade, yerel belediyelerin yerel ihtiyaçlara verdiği kurumsal yanıtlar üzerinden şekillenmektedir.

4.4. Hizmet Öncelikleri ve Operasyonel Bütçe Mantığı

Aradaki söylem ile uygulama farkı yerel yönetimlerin konut politikası ve yönetimine ilişkin bütçe dağılımında açıkça kendini göstermektedir. İki farklı kentsel öncelik anlayışı karşılaştırıldığında, mali yardımların kesildiği nokta olan Nilüfer ve Yıldırım belediyelerine baktığımızda, emsal olarak göstermek istediğimiz Nilüfer Belediyesi'nin 2020 bütçesinde önemli bir oranının yeni imar yolları açmak, altyapıyı geliştirip çevre düzenlemesiyle mekânsal konforu artırmaya yönelik projelere ayrıldığı görülmektedir (Nilüfer Belediyesi, 2024).

Bu da büyümeye dayalı kentsel yatırım anlayışını yansıtmaktadır. Yıldırım Belediyesi, mali kaynaklarının büyük bir kısmını kentsel dönüşüm projelerine, gecekondü bölgelerinde yaşayan vatandaşların vatandaşlığa kabulünün paralel şartları olarak tazminat giderlerine, mülkiyet ihtilaflarının çözümüne ve yoksullara yönelik sosyal destek hizmetlerine de harcamak zorundadır (Yıldırım Belediyesi, 2024). Yıldırım bütçesindeki kamulaştırma ve yerinde dönüşümün yüksek maliyeti, esnek ve kriz yönetimi odaklı bir harcama disiplini gerektirmektedir. Raporlarda yapılan söylem sıklığı analizleri (Tablo 4) belediyelerin kurumsal (öncelikli) ve yönetsel zihniyetlerinin nesnel bir zamansal sürekliliğini göstermektedir.

Nilüfer Belediyesi'nin 2023-2025 yılları arasındaki faaliyet raporlarında 'Plan/Planlama' (sırasıyla 936, 970 ve 846) ve 'İmar' (sırasıyla 206, 192 ve 98) kelimelerinin aşırı kullanımı, belediyenin kurumsal söyleminin yapısının, imar ve mekânsal planlamanın rasyonel-bürokratik kontrolü olarak şekillendiğini doğrulamaktadır.

Buna karşılık, Yıldırım Belediyesi'nde 2023-2025 yılları arasında 'Plan/Planlama' (310-381) ve 'Dönüşüm' (63-98) terimlerinin kullanımında artış görülmektedir. Ortaya çıkan bu durum, Yıldırım ilçesinin mevcut yapısal sorunlarının ve deprem riskinin çözümünde, standart bürokratik prosedürlerden ziyade sahada kentsel dönüşüm odaklı aktif ve esnek bir kentsel politika dilinin kurumsallaştığını sayısal olarak belgelemektedir.

Tablo 4. Analiz Edilen Resmi Raporlarda Belirlenen Konut ve İmar Politikası Anahtar Söylem Frekansları

<i>Analiz Edilen Resmi Yıl Belge</i>		<i>"Plan" "Planlama" (f)</i>	<i>/"İmar" (f)</i>	<i>"Dönüşüm" (f)</i>	<i>"Deprem" (f)</i>
Nilüfer Belediyesi Faaliyet Raporu	2025	846	98	58	12
Nilüfer Belediyesi Faaliyet Raporu	2024	970	192	51	12
Nilüfer Belediyesi Faaliyet Raporu	2023	936	206	30	124
Yıldırım Belediyesi Faaliyet Raporu	2025	381	126	98	10
Yıldırım Belediyesi Faaliyet Raporu	2024	377	120	70	12
Yıldırım Belediyesi Faaliyet Raporu	2023	310	98	63	35
Bursa İli 2024 Yılı Çevre Durum Raporu	2024	74	0	2	0
Sayıştay Başkanlığı Yıldırım Belediyesi 2022 Denetim Raporu	2022	29	5	0	0
Sayıştay Başkanlığı Nilüfer Belediyesi 2024 Denetim Raporu	2024	15	5	0	5

Not: Veriler, ilgili kurumların resmi raporları üzerinde yazarlar tarafından yürütülen anahtar kelime frekans analizi (f) sonuçlarını göstermektedir.

4.5. Operasyonel Tıkanıklıklar: Ekonomik ve Hukuki Engeller

Konut politikalarının pratikteki ilerleme hızı, mülkiyet yapıları, yasal prosedürler ve ekonomik kaynaklara erişim gibi yapısal engeller tarafından belirlenmektedir. Nilüfer ve Yıldırım ilçelerinde karşılaşılan operasyonel darboğazlar da bu yapısal farklılıktan kaynaklanmaktadır.

Nilüfer'de en sık karşılaşılan operasyonel tıkanıklıklar: imar planı kararlarına karşı açılan davalar, meslek odalarının itirazları ve buna bağlı olarak gelişen yargı süreçleridir (Nilüfer Belediyesi, 2024). Bu durum, kentsel planlama kararlarının yasal ve sivil denetim mekanizmalarıyla olan ilişkisini yansıtmaktadır.

Yıldırım'da ise çok hisseli mülkiyet yapısı, yüksek kamulaştırma maliyetleri, ekonomik dalgalanmalar ve hak sahipleriyle yürütülen uzlaşma süreçlerinin uzaması kentsel dönüşüm hamlelerinin önündeki en büyük engellerdir (Sayıştay, 2023; Yıldırım Belediyesi, 2024). Sayıştay denetim raporları, belediyenin sadece imar planlamasıyla değil, aynı zamanda mülkiyete dayalı ekonomik belirsizlikleri yönetmekte kurumsal olarak zorlandığını da göstermektedir.

Türkiye'de konut politikalarının yalnızca fiziki konut arzıyla sınırlı kalmaması, aynı zamanda planlı kentsel gelişmeye ve toplumsal adalete de hizmet etmesi gerektiği literatürde sıkça vurgulanmaktadır (Keleş, 2012). Nilüfer ve Yıldırım belediyelerinin karşılaştığı bu operasyonel kısıtlar, yerel düzeydeki kentsel müdahalelerin makroekonomik ve yasal yapılar tarafından nasıl sınırlandırıldığını göstermektedir.

Bulgular, Nilüfer ve Yıldırım ilçelerindeki konut politikası pratiklerinin, ilçelerin tarihsel gelişim süreçleri ve sosyo-mekânsal kimlikleriyle doğrudan bütünleştğini göstermektedir:

- Nilüfer belediyesi, "planlı büyüme" ve "önleyici planlama" anlayışıyla daha çok düzenleyici ve yönlendirici bir aktör rolündedir. Süreçlerin prosedürel olması, idari kararlılığı artırmakta ve bütçe kaynaklarının daha çok uzun vadeli altyapı yatırımlarında kullanılmasını kolaylaştırmaktadır.
- Yıldırım belediyesi ise yoğun göç geçmişi, hisseli mülkiyet yapısı ve deprem riski nedeniyle "reaktif" ve "kriz yönetimi" odaklı bir politika yürütmektedir. Bu durum, bütçenin ve yönetsel enerjinin kentsel dönüşüm, kamulaştırma ve sosyal yardımlara (zorunlu müdahale alanlarına) kaymasına neden olmaktadır.

5. SÖYLEM-GERÇEKLİK KARŞILAŞTIRILMASI ve TARTIŞMA

Çalışmada elde edilen tüm veriler birlikte değerlendirildiğinde, Nilüfer ve Yıldırım belediyelerinde kentsel konut söylemi ile pratik konut politikası arasındaki ilişkinin homojen ve doğrusal bir çizgide ilerlemediği görülmektedir. Her iki yerel yönetim de stratejik planlarında ve faaliyet raporlarında belirli normatif amaçlar, ilkeler ve vizyonlar doğrultusunda konut politikalarını şekillendirmektedir. Ancak bu söylemsel hedeflerin sahada uygulamaya aktarılma biçimi; belediyelerin sosyo-ekonomik yapıları, mekânsal kısıtları, bütçe öncelikleri ve kurumsal kapasiteleri doğrultusunda radikal biçimde farklılaşmaktadır.

Bu verilerin tamamı bu bağlamda birlikte analiz edildiğinde, Nilüfer ve Yıldırım belediyelerinde kentsel konut söylemi ile konut uygulaması arasında net bir doğrusal evrim olmadığı ortaya çıkmaktadır. Her iki yerel yönetimde de konut politikaları, stratejik planlarında ve faaliyet raporlarında belirli normatif hedefler, ilkeler ve vizyonlar çerçevesinde ifade edilmektedir. Ancak bu söylemsel hedeflerin pratiğe dönüştürülme biçimi, belediyelerin sosyoekonomik yapısı, mekânsal sınırlamalar, bütçe öncelikleri ve kurumsal kapasitelerin faaliyetlere uygulanma biçiminde radikal farklılıklar göstermektedir. Yıldırım Belediyesi'nin faaliyet raporlarında ise kentsel dönüşüm süreçlerinin "Yerinde Dönüşüm", "Tapu Sahiplerinin Korunması", "Sosyal Uyum..." gibi katılım odaklı ve koruyucu anahtar kavramlar etrafında örüldüğü gözlemlenmektedir. Kamulaştırma maliyeti, arazi mülkiyetinin hisseli ve parçalı olması, sahipleriyle yapılan ödemelerin kişiselleşmesi ve bürokratik işlemler, bu uzun vadeli vaatlerin planlanan zaman diliminde gerçekleştirilebilirliğinin engellendiğini göstermektedir.

Ancak Nilüfer Belediyesi, konutu tamamen farklı bir vizyonla ele almaktadır. Kurumsal raporlarda ise büyümenin planlı olması, mekânsal ve sosyal yaşam kalitesinin yükseltilmesi, çevresel sürdürülebilirlik, çağdaş mimari ve estetik kentsel tasarım vurgulanır. Operasyonel performans ve ruhsat verilerine bakıldığında, Nilüfer'in güce yakın konumda olmasından kaynaklanan yönetim kapasitesi ve yeni gelişen imar akslarına sahip olması nedeniyle bu hedeflerin büyük bir kısmını pratikte gerçekleştirdiği görülmektedir. Fakat bu görece başarılı durum; kontrolsüz yapılaşma baskısı, arazi ve konut değerlerinde gerçekleşen spekülasyon artış, imar planlarına ilişkin sivil toplum örgütleri ile meslek odaları tarafından yürütülen hukuki mücadele, ilçe belediyesinin planlama süreçleri üzerinde tam anlamıyla egemenliğini gölgeleyecek ve zayıflatacak en büyük sınır olacaktır. Kurumsal vaatlerle pratik uygulamalar arasındaki bu gerilim, gelecekte de devam edeceği kuşkusuz olan yapısal ve yasal engellerin tümüyle kaldırılmasının mümkün olmadığını göstermektedir.

Bu, iki belediyenin yönetimlerinin ve işlemlerinin basitçe politika tercihi nedeniyle böyle farklı olamayacağı gerçeğini açık bir şekilde ortaya koymaktadır. İkisi de aynı metropol alanda, aynı yasalar altında faaliyet göstermekle birlikte, ikisi de kökten farklı iki toplumsal talebe yanıt vermeye çalışmaktadır. Konut politikası literatüründe sıkça belirtildiği üzere planlı kentsel gelişme, kentsel kamusal alan standartlarını korumak ve mekânsal rahatlığı sağlamak Nilüfer'in ana önceliklerini oluştururken, Yıldırım tarafında ise öncelik, doğrudan hayatın korunması, riskli konutların hızlı biçimde dönüştürülmesi ve çözüme kavuşturulması beklenen kronik mal sahipliği sorunları olarak tanımlanmıştır (Keleş, 2012).

Bu ampirik sonuçlar, Castells (1977) ve Massey & Denton (1988) gibi kuramsal yaklaşımlarla mekânsal ayrışma ve kentsel eşitsizliğin açıklanmasına ilişkin kentsel literatürün tamamen içinde yer almaktadır. Sınırları yerel olan konut politikaları, yalnızca karar alıcıların idari niyetlerini değil, aynı zamanda hizmetin sunulduğu kentsel habitatın tarihsel, sosyal ve ekonomik miraslarını da kapsamaktadır. Bu nedenle, yerel otoritelerin uyguladığı politika araçları ve söylemsel çerçeveler, kent içindeki özgül bölünmelere göre değişmektedir.

Bir tesadüf değilse de, tesadüfi olmayan bir şekilde çalışmamızdan şu sonucu aldığımızda, bu idari faaliyet raporlarının kuru hesap verme belgeleri olmadığını, sadece yasal bir zorunluluktan ibaret olduğunu gözler önüne sermektedir. Aksine, bu raporların belediyelerin kurumsal önceliklerini, kente bakış açısını, yönetim anlayışını ve kamuoyuna sundukları ideolojik-politik çerçeveyi çözümlediği görülmektedir. Ancak bu söylemsel kurguların yaşama geçirilememesinde yerel yönetimlerin eksikliği kadar makroekonomik istikrarsızlıklar, bütçe kısıtlamaları, yasal boşluklar ve karma aktörlü mülkiyet yapısı gibi kurumsal kapasiteyi aşan dışsal/yapısal faktörlerin etkilerinin daha büyük olduğu gözlemlenmektedir.

Bu bağlamda çalışma sadece “söylem-deneyim ayrışması”nı (discourse-gap) somutlaştırmakla kalmamakta, bunu iki farklı kentleşme pratiği üzerinden gerçekleştirmektedir. Örnek olarak verilen Nilüfer ve Yıldırım, bu uçurumun her yerel yönetime aynı şekilde yansımadığını; her ilçenin kendi tarihsel, iktisadi ve siyasi yapılarının şekillendirdiği özgün bir biçimde farklılaştığını ortaya koymaktadır. Aradaki mesafedeki farklılık sadece idari başarının göstergesi değil, kentsel, toplumsal ve mekânsal ayrışmaların yerel yönetim algılayışlarına katı biçimde yansımalarıdır, böylece bu durum her iki ilçenin kaçınılmaz izdüşümünü oluşturmaktadır. Bu nedenle yalnızca belediyelerin konut politikalarındaki kaynaklarını ve normatif hedeflerini inceleyerek bunları değerlendirmek yanıltıcı olacaktır. Sağlıklı bir kentsel politika değerlendirmesi, söylem bağlamından uygulamanın sonuçlarına ve yönelimini belirleyen yerel aktörlerin yönetsel kapasitelerine kadar uzanan; karşılaştıkları yapısal engeller dâhil olmak üzere, bütün bunların harmanlandığı bütüncül bir perspektifi zorunlu kılmaktadır.

6. SONUÇ

Bu araştırma, Bursa metropol alanında Nilüfer ve Yıldırım ilçelerinin yerel konut politikalarını kurumsal faaliyet raporlarını, stratejik planlar ve bütçelerin gerçekleşme ekseninde karşılaştırmalı olarak inceleyerek; kentsel söylem ile pratiğin uygulama dinamiği arasında analiz ederek; ulaşılan sonuçlar ile yerel konut politikalarının fiziksel çevrenin düzenlenmesine yönelik teknik ve bürokratik müdahalelerden ibaret olmadığını, aksi taktirde ilçelerin sosyo ekonomik yapısı ve mekânsal kısıtları ile yerel yönetimlerin kurumsal ve yönetsel kapasiteleri arasında çok yönlü bir kamu politikası alanı olduğunu belirgin olarak göstermektedir. Araştırma bulguları, iki tip metropol alanı içerisinde yer alan iki ilçe belediyesi arasında yerel konut politikalarının yapısal olarak farklılaştığını göstermektedir. Nilüfer Belediyesi’nin konut politikası, planlı bir şekilde sosyal yaşam kalitesinin yükseltilmesi ve yeni kentsel gelişim akslarının oluşturulması doğrultusunda şekillenmiştir.

Bunun aksine, Yıldırım Belediyesi’nde yaşanmaz kent dokusunun ve niteliksiz yapı yoğunluğunun azaltılması, afet ve deprem risklerinin azaltılması, kronikleşmiş mülkiyet problemlerinin giderilmesi ve hızla kentsel dönüşüm uygulaması benimsenmiştir. Bu farklı vizyon yalnızca karar vericiler arasında basit özgür siyasi tercih ayrışmalarından değil, onlara hizmet eden kent çevresinin tarihsel, toplumsal, demografik ve yapısal talep sonuçlarından da okunabilir. Söylem ve pratiğin birlikte incelenmesiyle, belediye faaliyet raporlarında dile getirilen normatif hedeflerin sahada yansımalarının tek tip olmadığı ortaya çıkmaktadır.

Öte yandan, bu tartışmanın Nilüfer’de planlı gelişimin ve kurumsal kapasitenin görece yüksek olması nedeniyle operasyonel çıktıların büyük ölçüde paralel ve tutarlı olduğu söylenebilir. Fakat ilçede son yıllarda artan yapılaşma talebi, konut fiyatlarında spekülasyon artışları ve imar planlarına ilişkin hukuki itirazların yargı süreçlerini sertleştirilmesi belediyenin hareket alanını ve planlama özgürlüğünü kısıtlamaktadır. Yıldırım bakımından ise “güvenli konut üretimi”, “yerinde dönüşüm” gibi hedefler kurumsal raporlarla net bir şekilde ortaya konmakla birlikte, makroekonomik dalgalanmalar, aşırı yüksek kamulaştırma maliyetlerinin varlığı, parçalı çok hisseli

mülkiyet yapısı ve hak sahipleriyle uzlaşma müzakerelerinin uzaması gibi faktörler uygulamalardaki hız ve büyüklüğe kısıtlamalar getirmektedir.

Çalışma şu konulara odaklanmaktadır; Çalışmanın en önemli teorik önceliklerinden biri, yerel düzeydeki "söylem ile gerçeklik arasındaki boşluğu", yetkililerin elindeki doğrudan bir idari başarı veya başarısızlık olarak değil, yerel yönetimlerin faaliyet gösterdiği sosyo-mekânsal bağlamlarda "ulaşılabilir olanın" bir yansıması olarak ele almaktır. Yerel konut politikalarının uygulama imkânları, yalnızca belediyelerin idari yetenekleri tarafından değil, aynı zamanda ulusal düzeydeki ekonomik gelişmeler, hukuki ve düzenleyici çerçeveler, özgürlük dinamikleri ile tarihsel değişim dinamikleri tarafından da belirlenir. Daha da önemlisi, araştırmadan elde edilen başka bir sonuç ise belediyelerin faaliyet raporlarının yalnızca yönetimin ve idari ve mali hesaplama sürecindeki rutin bilgi ve veri sağlama görevlerini kapsayan kuru bürokratik belgeler olmadığını öğrenmemizdir. Çünkü bu belgeler yerel yönetimlerin ideolojik önceliklerini, kurum kimliklerini ve halka sundukları kentsel yönetim politikalarını inşa etmek için kullanılır. Fakat yerel yönetimlerin konut politikalarının performans değerlendirmesi yapılırken, yalnızca bu belgelerdeki söylemsel vaatler üzerinde yetinmek metodolojik olarak eksik bir yaklaşım olacaktır. Stratejik yönetimin politik başarı açısından rasyonel analizi ise idari söylemlerin, bütçe uygulama oranlarının, operasyonel harcama kalemlerinin ve somut uygulama çıktılarının bir arada ele alındığı bütüncül bir metodolojik bakış açısı gerektirmektedir.

Bu bağlamda, çalışma operasyonel finansal uygulama ekseninde belediye faaliyet raporlarındaki idari söylemi sorgulayan az sayıdaki karşılaştırmalı analizden biri olarak kentsel politika literatürüne katkıda bulunmaktadır. Farklı kentsel dinamiklere sahip iki merkezi bölge (Nilüfer ve Yıldırım) örneğine dayanan bu analiz, yerel yönetim uygulamalarının her yere doğrudan aktarılabilecek şablon müdahaleler olarak tasarlanamayacağını göstermektedir.

Gelecek Çalışmalar İçin Öneriler

- Gelecekteki akademik araştırmalarda, diğer metropollerdeki sosyoekonomik ve mekânsal karşıt bölgelerin karşılaştırılması, farklı kentsel ekolojilerde söylem-uygulama ilişkilerinin nasıl şekillendiğinin anlaşılmasına da katkı sağlayacaktır.
- Bu çalışmada, kurumsal belgeler, bütçeler ve raporlar üzerinde yapılan nitel analizler, gelecekteki araştırmalarda saha çalışanlarının deneyimleriyle ilgili yarı yapılandırılmış görüşmeler ve doğrudan vatandaş odaklı memnuniyet anketleriyle (derinlemesine saha çalışmaları) desteklenerek daha kapsamlı analizlere olanak sağlayacak; bu da mikro ölçekli idari darboğazlar ve konut politikalarının sahada karşılaştığı/ele aldığı sosyal düşünceler hakkında daha iyi bir anlayışa yol açacaktır.

Sonuçta, Bursa metropol alanı örneği, konut politikalarının yalnızca imar planlaması ve yapı üretim süreci mekanizmasının bir sonucunun olmadığını göstermektedir. Bu politikalar, sosyal, ekonomik, hukuki ve yönetsel katmanlar arasında iç içe geçmiş karmaşık bir alandır. Söylem ile pratik bütünleşmesini öneren bu analitik bakış açısının hem akademik literatüre hem de günümüzde yerel yönetim ve bölgesel kamu politikası tasarımı paketlerine daha bütünlüklü, gerçekliğe dayalı ve uygulamaya yönelik bir bakış açısı kazandıracağı düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

- Bowen, G. A. (2009). Document analysis as a qualitative research method. *Qualitative Research Journal*, 9(2), 27–40. <https://rediiie.cl/wp-content/uploads/Document-analysis.pdf>
- Bursa Büyükşehir Belediyesi. (2024). *2024–2029 stratejik planı hazırlık raporu ve analitik verileri*. BBB Yayınları. https://www.bursa.bel.tr/yayinlar_pdf_viewer?id=2865
- Bursa Valiliği. (2024). *Bursa il brifing raporu: Çevre, şehircilik ve iklim değişikliği verileri*. Valilik Yayınları. https://webdosya.csb.gov.tr/v2/ced/2026/01/Bursa_icdr2024-20260105103207.pdf
- Castells, M. (1977). *The urban question: A Marxist approach*. MIT Press. [https://www.academia.edu/38075257/The Urban uestion A Marxist Approach](https://www.academia.edu/38075257/The_Urban_uestion_A_Marxist_Approach)
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (5th ed.). SAGE Publications. https://www.ucg.ac.me/skladiste/blog_609332/objava_105202/fajlovi/Creswell.pdf
- Denhardt, R. B., & Denhardt, J. V. (2000). The new public service: Serving, not steering. *Public Administration Review*, 60(6), 549–559. <https://doi.org/10.1111/0033-3352.00117>
- Fairclough, N. (1992). *Discourse and social change*. Polity Press. <https://doi.org/10.1111/1467-9481.00110>
- Flick, U. (2018). *An introduction to qualitative research* (6th ed.). SAGE Publications. https://www.researchgate.net/publication/339576105_Tittle_book_An_introduction_to_qualitative_research_Author_Uwe_Flick
- Foucault, M. (1972). *The archaeology of knowledge* (A. M. Sheridan Smith, Çev.). Pantheon Books.
- Grossi, G., & Reichard, C. (2008). Municipal corporatization in Germany and Italy. *Public Management Review*, 10(5), 597–617. <https://doi.org/10.1080/14719030802264275>
- Gündoğdu, H. G. (2020). *Türkiye’de Kamu Yönetiminde Koordinasyon*. Ankara: Nobel Bilimsel Eserler.
- Harvey, D. (1989). From managerialism to entrepreneurialism: The transformation in urban governance in late capitalism. *Geografiska Annaler: Series B, Human Geography*, 71(1), 3–17. <https://doi.org/10.1080/04353684.1989.11879583>
- Harvey, D. (2003). The right to the city. *New Left Review*, 23, 1–25. <https://davidharvey.org/media/righttothecity.pdf>
- Harvey, D. (2012). *Rebel cities: From the right to the city to the urban revolution*. Verso. <https://files.libcom.org/files/Rebel%20Cities-David%20Harvey.pdf>
- Karasu, M. A. (2025). *Türkiye’de kentleşme ve konut politikaları: Kuram ve uygulama*. İdealKent Yayınları.
- Keleş, R. (2012). *Kentleşme politikası* (12. baskı). İmge Kitabevi. <https://www.scribd.com/document/530895769/Ru%C5%9Fen-Kele%C5%9F-Kentle%C5%9Fme-Politikas%C4%B1>
- Krippendorff, K. (2018). *Content analysis: An introduction to its methodology* (4th ed.). SAGE Publications. <https://methods.sagepub.com/book/mono/preview/content-analysis-4e.pdf>
- Laclau, E., & Mouffe, C. (2001). *Hegemony and socialist strategy: Towards a radical democratic politics* (2nd ed.). Verso. https://platypus1917.org/wp-content/uploads/Ernesto-Laclau-Chantal-Mouffe-Hegemony-and-Socialist-Strategy_-Towards-a-Radical-Democratic-Politics-Second-Edition-Verso-2001.pdf
- Lefebvre, H. (1991). *The production of space* (D. Nicholson-Smith, Çev.). Blackwell.

- Lipsky, M. (2010). *Street-level bureaucracy: Dilemmas of the individual in public service* (30th anniversary ed.). Russell Sage Foundation. <https://repository.law.umich.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=3857&context=mlr>
- Logan, J. R., & Molotch, H. L. (2007). *Urban fortunes: The political economy of place*. University of California Press. https://www.homeworkforyou.com/static_media/uploadedfiles/5.Logan&Molotch.pdf
- Massey, D. S., & Denton, N. A. (1988). The dimensions of residential segregation. *Social Forces*, 67(2), 281–315. <https://doi.org/10.1093/sf/67.2.281>
- Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldaña, J. (2014). *Qualitative data analysis: A methods sourcebook* (3rd ed.). SAGE Publications. <https://www.metodos.work/wp-content/uploads/2024/01/Qualitative-Data-Analysis.pdf>
- Nilüfer Belediyesi. (2024). *2023 yılı idari faaliyet raporu*. Nilüfer Belediyesi Yayınları. <https://www.nilufer.bel.tr/i/pdf/104.pdf>
- Nilüfer Belediyesi. (2025). *Yılın idari faaliyet raporu*. Nilüfer Belediyesi Yayınları. <https://www.nilufer.bel.tr/i/pdf/108.pdf>
- Özer, A., Yılmaz, H., & Demir, M. (2024). Yerel yönetimlerde iştirakler ve hizmet sunum modelleri. *Çağdaş Yerel Yönetimler Dergisi*, 33(2), 45–68.
- Palinkas, L. A., Horwitz, S. M., Green, C. A., Wisdom, J. P., Duan, N., & Hoagwood, K. (2015). Purposeful sampling for qualitative data collection and analysis in mixed method implementation research. *Administration and Policy in Mental Health and Mental Health Services Research*, 42(5), 533–544.
- Patton, M. Q. (2015). *Qualitative research & evaluation methods: Integrating theory and practice* (4th ed.). SAGE Publications.
- Sayıştay (2023). *Bursa Yıldırım Belediyesi 2022 yılı denetim raporu*. Sayıştay. <https://www.sayistay.gov.tr/reports/JzgPOmnoAp-bursa-yildirim-belediyesi>
- Tekeli, İ. (2011a). *Konut sorununun konut sunum biçimleriyle kavranması ve Türkiye'deki deneyim*. Tarih Vakfı Yurt Yayınları.
- Tekeli, İ. (2011b). *Modernizm, modernite ve Türkiye'nin kentleşme tarihi*. Tarih Vakfı Yurt Yayınları.
- Türkiye İstatistik Kurumu. (2025). *Adrese dayalı nüfus kayıt sistemi (ADNKS) sonuçları ve yapı izni istatistikleri*. TÜİK. <https://veriportali.tuik.gov.tr/tr/press/53899>
- Voorn, B., Van Genugten, M. L., & Thiel, S. V. (2017). The efficiency and effectiveness of municipal corporations: A systematic review. *Public Administration*, 95(3), 820–841. <https://doi.org/10.1111/padm.12330>
- Yıldırım Belediyesi. (2024). *2023 yılı idari faaliyet raporu*. Yıldırım Belediyesi Yayınları. https://www.yildirim.bel.tr/tema/belediye/uploads/reports/yili-performans-programi_1.pdf
- Yıldırım Belediyesi. (2025). *2024 yılı idari faaliyet raporu*. Yıldırım Belediyesi Yayınları. <https://www.yildirim.bel.tr/tema/belediye/uploads/reports/yili-faaliyet-raporu.pdf>
- Yin, R. K. (2018). *Case study research and applications: Design and methods* (6th ed.). SAGE Publications. <https://www.slideshare.net/slideshow/yin-r-k-2018-case-study-research-and-applications-design-andocx/255153005>

ARKTİK JEOPOLİTİĞİNDE ÖZERKLEŞEN BİR AKTÖR: ABD-GRÖNLAND İLİŞKİLERİ ÜZERİNE BİR İNCELEME

Gökhan KOYUNCU¹
Doç. Dr. Hakan Gökhan GÜNDOĞDU²

Özet

Küresel iklim değişikliği ve kutup buzullarının erimesi, Arktik bölgesini uluslararası kamu politikasının ve stratejik kaynak yönetiminin merkezine taşımıştır. Soğuk Savaş döneminde ABD kıtasal savunması açısından son derece kritik bir askeri ileri karakol konumunda bulunan Grönland, 21. Yüzyılda değişen ekolojik ve jeolojik koşulların etkisiyle Arktik jeopolitiğinde kendi karar alma alanını her geçen gün daha da genişleten özerk bir aktöre dönüşmüştür. Bu araştırma, Soğuk Savaş'tan günümüze kadar uzanan süreçte ABD-Grönland ilişkilerinin tarihsel, hukuki, askeri ve ekonomik boyutlarını derinlemesine inceleyerek Washington'ın bölgeye yönelik değişen stratejik yaklaşımını analiz etmeyi amaçlamaktadır. Nitel belge analizi yönteminin benimsendiği bu çalışmada, 1941 ve 1951 tarihli savunma anlaşmaları, 2009 Grönland Özerklik Yasası ile ABD Savunma Bakanlığı tarafından hazırlanan resmi raporlar ve taraflar arasındaki diplomatik metinler karşılaştırmalı bir yaklaşımla incelenmiştir. Elde edilen ampirik bulgular, Çin'in "Buz İpek Yolu" vizyonu doğrultusunda adadaki nadir toprak elementlerine ve stratejik altyapı projelerine yönelmesinin, ABD'yi Kopenhag merkezli geleneksel vesayet diplomasisinin ötesine geçmeye zorladığını göstermektedir. Washington'ın 2020 yılında Nuuk'ta yeniden diplomatik konsolosluk açması ve adaya sunduğu doğrudan finansal hibeler, askeri sert güç unsurlarını kamu diplomasisi ve iktisadi teşviklerle bütünleştiren dinamik bir "akıllı güç" stratejisinin uygulandığını açıkça kanıtlamaktadır. Sonuç olarak, Danimarka Krallığı'ndan finansal ve siyasi bağımsızlığını artırma çabasındaki Grönland'ın küresel rekabetin odağına yerleştiği; Danimarka'dan olası bir kopuş girişiminin ise ada açısından Washington merkezli yeni ve asimetrik bir güvenlik bağımlılığı yaratabileceği değerlendirilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Grönland, ABD Dış Politikası, Arktik Jeopolitiği, Akıllı Güç, Vesayet Diplomasisi.

¹ Gökhan KOYUNCU, Öğr., Yüksek Lisans Öğrencisi Anadolu Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Siyaset Bilimi ve Kamu Yönetimi Anabilim Dalı, Kamu Yönetimi Yüksek Lisans (Tezli) Eskişehir/Türkiye, gokhan.KOYUNCU@outlook.com.tr  <https://orcid.org/0009-0002-8202-6476>

² Hakan Gökhan GÜNDOĞDU, Doç. Dr., Anadolu Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Siyaset Bilimi ve Kamu Yönetimi Bölümü, Eskişehir/Türkiye, hakangokhangundogdu@anadolu.edu.tr  <https://orcid.org/0000-0002-0656-4152>

AN AUTONOMIZING ACTOR IN ARCTIC GEOPOLITICS: AN ANALYSIS OF U.S.–GREENLAND RELATIONS

Abstract

Global climate change and the melting of polar ice caps have positioned the Arctic region at the center of international public policy and strategic resource management. Having served as a critical military outpost for U.S. continental defense during the Cold War era, Greenland has transformed into an autonomous actor progressively expanding its decision-making capacity in 21st-century Arctic geopolitics, driven by shifting ecological and geological realities. This study aims to analyze Washington's evolving strategic approach toward the region by examining the historical, legal, military, and economic dimensions of U.S.–Greenland relations from the Cold War to the present. Adopting a qualitative document analysis methodology, the study comparative evaluates the 1941 and 1951 defense agreements, the 2009 Greenland Self-Government Act, official U.S. Department of Defense reports, and bilateral diplomatic texts. The empirical findings demonstrate that China's focus on the island's rare earth elements and strategic infrastructure projects under its "Polar Silk Road" vision has compelled the U.S. to bypass traditional Copenhagen-centric tutelage diplomacy. The re-opening of a U.S. diplomatic consulate in Nuuk in 2020, alongside direct financial grants provided to the island, underscores the deployment of a dynamic "smart power" strategy that integrates military hard power elements with public diplomacy and economic incentives. In conclusion, the study contends that Greenland, in its pursuit of greater financial and political independence from the Kingdom of Denmark, has emerged as a focal point of global competition; however, a potential severance from Denmark carries the risk of creating a new, asymmetric security dependence centered on Washington.

Keywords: Greenland, U.S. Foreign Policy, Arctic Geopolitics, Smart Power, Tutelage Diplomacy.

1. GİRİŞ

ABD-Grönland ilişkilerini yalnızca askerî güvenlik veya büyük güç rekabeti üzerinden değerlendirmek, ilişkinin son yıllarda geçirdiği dönüşümü açıklamak açısından yeterli görünmemektedir. Grönland'ın anayasal statüsündeki değişim, artan özerklik kapasitesi, doğal kaynakları ve ABD ile doğrudan geliştirdiği ekonomik ve diplomatik ilişkiler, bu ilişkinin farklı boyutlarıyla birlikte ele alınmasını gerekli kılmaktadır. Bu araştırma, söz konusu dönüşümü tarihsel süreç, hukuki statü, güvenlik politikaları ve ekonomik ilişkiler üzerinden inceleyerek ABD-Grönland ilişkisinin günümüzde kazandığı yeni niteliği ortaya koymayı amaçlamaktadır.

1.1. Araştırmanın Problemi

Arktik bölge, 21. yüzyılda küresel iklim değişikliğinin en somut olarak hissedildiği coğrafyaların başında gelmekte ve bu bölge buzulların hızla erimesi ile çevresel kırıma alanı olmanın ötesine geçerek küresel güç mücadelesinin ana sahnelerinden biri haline gelmiştir. Küresel ısınma hızının gezegen ortalamasının dört katına ulaştığı bu coğrafyada deniz buzlarının erimesi, Asya, Avrupa ve Kuzey Amerika kıtalarını birbirine bağlayan deniz ticaret yollarının açılmasına yol açarken, dünya çapında keşfedilmemiş hidrokarbon rezervleri yanında, yüksek teknoloji ve savunma sanayisinin kalbi kabul edilen kritik nadir toprak elementleri kaynaklarının da bulunduğu bir bölge olması hasebiyle stratejik öneme haiz olmuştur. Bu gelişmeler, Soğuk Savaş sonrasında Arktik'te iş birliği ve düşük gerilim beklentileri üzerinden şekillenen bölgesel düzenin giderek daha fazla stratejik rekabet ve güvenlik kaygılarıyla birlikte değerlendirilmesine yol açmıştır (Sørensen & Klimenko, 2017; U.S. DoD, 2019). Önceliği olan bu dönüşümün merkezinde yer alan ve Kuzey Amerika kıtası ile Avrupa arasında jeostratejik bir köprü vazifesi gören dünyanın en büyük adası, Grönland'dır (Saalbach, 2024, s. 2). Grönland, Danimarka Krallığı'na bağlı özerk bir yönetsel yapı olmakla birlikte (Ackrén & Jakobsen, 2015, s. 405), GIUK (Grönland-İzlanda-Birleşik Krallık) geçidi üzerinde kontrol mekanizmasını Arktik Bölgesine erişim ve kıtalararası erken uyarı sistemine ev sahipliği yapma anlamında Amerika Birleşik Devletleri'nin (ABD) ulusal güvenlik vizyonunda hayati derecede önemli bir yer tutmaktadır (Petersen, 2011, s. 92). Buna karşın, 2009 Öz Yönetim Yasası (Self-Government Act) ile birlikte işlerinde ve maden kaynaklarının yönetiminde daha fazla hak alan, Danimarka'dan kopma ihtimali olan Grönland yerel hükümeti (Naalakkersuisut), ABD ile ekonomik ve siyasal ilişkiler kurmaya başlamıştır (Grydehøj, 2020).

Bu araştırmanın temel problemini; II. Dünya Savaşı'ndan bu yana askeri ve stratejik bağımlılık ekseninde yürütülen ABD-Grönland ilişkilerinin, Grönland'ın geçirdiği anayasal-hukuki evrim ve adada artan üçüncü taraf (özellikle Çin) aktörlerinin varlığı karşısında geçirdiği jeopolitik dönüşüm ve bu dönüşümün ortaya koyduğu güvenlik-egemenlik ikilemleri oluşturmaktadır.

Küresel iklim değişikliği ve buzulların erimesi Grönland'ın jeostratejik ve madensel önemini daha fazla artırmaktadır. Bu da süreci farklı iki eksen üzerinde şekillendirmektedir: Böylece ABD'nin stratejik hedefleri devreye girmektedir. Bu hedefler: Thule (Pituffik) üssü ve radar sistemlerinin korunması, GIUK Geçidi'nin güvenliğinin sağlanması, bölgedeki Çin ve Rusya etkisinin sınırlandırılmasıdır. Diğer taraftan ise Grönland'ın özerklik ve bağımsızlık mücadeleleri mevcuttur. Bu süreç, 2009 Öz Yönetim Yasası ile elde edilen kazanımlar ve adanın ekonomik bağımsızlığı için kendi madenlerini işletme mücadelesi üzerinden gelişmektedir. Tüm bu dinamikler sonucu çıkarılan temel sorun ise ABD-Grönland ilişkisinde askeri bağımlılık, bölgesel egemenlik ve çıkar çatışmasının yaşanmasıdır.

1.2. Literatürdeki Eksiklik ve Araştırmanın Özgün Değeri

Arktik jeopolitiği üzerine uluslararası literatür incelendiğinde, çalışmaların önemli bir bölümünün Rusya'nın bölgedeki askeri varlığı ve Çin'in "Buz İpek Yolu" olarak adlandırılan, Kuşak ve Yol Girişimi kapsamında Arktik deniz yolları ve ekonomik bağlantıları geliştirmeye yönelik yaklaşımı üzerinde yoğunlaştığı görülmektedir (Sørensen & Klimenko, 2017). Bu çalışmaların önemli bir kısmında Grönland ise Arktik jeopolitiğinin bağımsız bir aktörü olarak ele alınmaktan ziyade, ABD ve Danimarka arasındaki tarihsel ve güvenlik ilişkileri çerçevesinde

incelenmektedir. Özellikle Grönland'ın anayasal statüsü, Soğuk Savaş döneminde ABD'nin Thule Hava Üssü'ne erişimi ve adanın stratejik konumu öne çıkan başlıklar arasında yer almaktadır (Conley & Rohloff, 2015; Petersen, 2011). Bu durum, Grönland'ın artan özerkliği ile ABD'nin adaya yönelik askerî, diplomatik ve ekonomik yaklaşımının birlikte ele alındığı çalışmalar açısından bir boşluk bulunduğunu göstermektedir. Türkiye'deki uluslararası ilişkiler ve güvenliklendirme literatüründe Arktik genelinde doğrudan ABD-Grönland ilişkilerini merkeze koyan bütüncül bir çalışma olmasa da tarihsel süreklilik olarak değerlendirilen Soğuk Savaş çift/üçlü antlaşmaları 1941 ve 1951 yıllarında, “alt uluslu küresel aktör” ve “global aktör” kimliği ile Grönland güncellemesi olan 2009 sonrası, “alt uluslu küresel aktör” (alt ulusal küresel aktör) kimliğinin entegre edildiği görülmektedir.

Literatür incelemesi sonucunda bu çalışma, Grönland'ı ABD'nin stratejik yaklaşımlarında yalnızca pasif bir üs alanı olarak değil, kendi kaderini tayin etme iradesi doğrultusunda küresel dengeleri etkileyebilen “sessiz ama belirleyici” bir aktör olarak ele alarak literatürdeki bu boşluğa katkı sunmayı amaçlamaktadır.

1.3. Araştırmanın Amacı ve Önemi

Bu araştırmanın temel amacı, Arktik bölgesinde küresel rekabetin giderek belirginleştiği bir dönemde ABD-Grönland ilişkilerini tarihsel gelişimi, hukuki statüsü, askerî ve güvenlik boyutu ile ekonomik özellikleri üzerinden incelemektir. Grönland'ın ABD açısından taşıdığı stratejik önem yalnızca coğrafi konumuyla sınırlı değildir. Bölgenin askerî altyapısı, doğal kaynakları ve Arktik'te değişen güç dengeleri içindeki konumu, ABD-Grönland ilişkilerinin farklı boyutlarıyla ele alınmasını gerektirmektedir.

Araştırmanın önemi ilk olarak güvenlik boyutunda ortaya çıkmaktadır. Kuzey Amerika güvenlik mimarisinin önemli unsurlarından biri olan Thule (Pituffik) Uzay Üssü, ABD'nin Arktik ve Kuzey Atlantik'e yönelik erken uyarı ve füze tespit kapasitesinde önemli bir yere sahiptir. Üssün konumu ve sahip olduğu teknik altyapı, Grönland'ı ABD'nin Kuzey Kutbu ve Atlantik yönündeki güvenlik yapılanmasının ileri noktalarından biri hâline getirmektedir (Petersen, 2011; United States Space Force [U.S. Space Force], 2020).

İkinci önemli konu, Grönland'ın sahip olduğu doğal kaynakların ABD açısından taşıdığı değerdir. Özellikle nadir toprak elementleri ve diğer kritik mineraller, son yıllarda büyük güçler arasındaki ekonomik ve stratejik rekabetin önemli alanlarından biri hâline gelmiştir. Çin'in bu alandaki güçlü konumu karşısında ABD'nin alternatif kaynaklara yönelmesi, Grönland'ın maden kaynaklarına yönelik ilgisini de artırmaktadır. Bu nedenle ABD'nin Grönland'a yönelik diplomatik girişimleri ve yatırım arayışlarının kritik hammadde güvenliği açısından değerlendirilmesi önem taşımaktadır (Lanteigne, 2019; Grydehøj, 2020).

Araştırmanın üçüncü boyutunu ise egemenlik ve uluslararası aktörlük meseleleri oluşturmaktadır. Grönland, Danimarka Krallığı'nın egemenliği altında bulunan özerk bir bölge olmasına rağmen, sahip olduğu siyasi ve ekonomik imkânlar sayesinde uluslararası aktörlerle doğrudan ilişkiler geliştirebilmektedir. Özellikle ABD gibi küresel ölçekte etkili bir güçle kurduğu ilişkiler, özerk bölgelerin uluslararası sistemdeki konumuna ilişkin önemli sorular ortaya çıkarmaktadır. ABD-Grönland ilişkilerinin uluslararası hukuk ve bağımlılık teorisi açısından incelenmesi, egemenlik, özerklik ve uluslararası aktörlük arasındaki ilişkinin daha iyi anlaşılmasına katkı sağlayabilir (Saalbach, 2024).

1.4. Araştırma Soruları

Bu araştırmanın araştırma sorusu ve alt soruları aşağıda ifade edilmektedir. Genel araştırma sorusu, Arktik Bölgesi'nde güçler dengesi yeniden dizayn edilmekte iken ABD-Grönland ilişkisi tarihsel, askerî ve iktisadî boyutlarda nasıl dönüşmekte ve Grönland bu ilişkinin içinde nasıl bir “sessiz oyuncu” konumunda yer almaktadır?

Genel araştırma sorusuna bağlı olarak geliştirilen alt sorular aşağıda sıralanmaktadır:

- ABD ile Danimarka arasında yapılan Savunma Anlaşmaları (1951, 1941), ABD'nin Grönland üzerindeki egemenlik hakları açısından askeri güvenlik konusunda yasal ve stratejik bir temel sağladığını söylemek mümkün müdür?
- Grönland'ın 2009 tarihli Öz-Yönetim Yasası çerçevesinde elde ettiği maden yönetimi ve dış temsil yetkileri, Washington'un Kopenhag'ı devre dışı bırakarak aday ile doğrudan iletişim kurma yaklaşımını nasıl etkilemiştir?
- Thule (Pituffik) Uzay Üssü ve füze savunma sistemleri, günümüzde Arktik güvenlik yapısında ABD ile Grönland arasındaki ilişkilerin merkezi bir unsuru olmayı nasıl sürdürmektedir?

Çalışmanın önemi esas olarak aşağıdaki hususlarla özetlenebilir:

- Kuzey Amerika güvenliği açısından, Thule (Pituffik) Uzay Üssü, ABD-Grönland ilişkilerinin stratejik boyutunu ortaya koyan en önemli unsurlardan biridir. Üste bulunan Balistik Füze Erken Uyarı Sistemi (BMEWS), ABD'nin Kuzey Kutbu üzerinden gelebilecek balistik füze tehditlerini izleme ve erken tespit etme kapasitesinin önemli bir parçasıdır. Grönland'ın coğrafi konumu da bu askeri altyapının değerini artırmakta; ada, ABD'nin Kuzey Kutbu ile Kuzey Atlantik arasındaki güvenlik hattında ileri bir konum sağlamaktadır (Petersen, 2011; U.S. Space Force, 2020).
- Kritik hammadde güvenliği ve diplomasisi bağlamında, ABD'nin Çin'in nadir dünya elementleri tekeli kırma hedefine uygun olarak Grönland madenlerine dair geliştirdiği direkt diplomasi ve yatırım stratejilerini incelemesi (Lanteigne, 2019; Grydehøj, 2020).
- Uluslararası hukuk ve bağımlılık teorisi bağlamında, süper güç (ABD) ile resmî Danimarka egemenliğinde bulunan özerk bir bölge (Grönland) arasında doğrudan ilişki kurmasının, uluslararası aktörlük ve egemenlik kavramları için ne şekilde teorik katkılar sunduğunu sorgulaması (Saalbach, 2024).

1.5. ABD-Grönland İlişkilerinin Tarihsel Evrimi (1941–2023)

Danimarka-Grönland-ABD ilişkileri; Soğuk Savaş dönemindeki askeri gereklilikler, küresel iklim değişikliğinin Arktik üzerindeki etkileri, nadir toprak elementleri etrafında gelişen diplomasi ve büyük güç rekabetinin yeniden belirlenmesi gibi farklı boyutlarıyla ele alınmıştır. Bu literatürden hareketle, risk yönetimi açısından ABD-Danimarka-Grönland ilişkilerindeki temel tarihsel kırılma noktaları, hukuki dayanaklar ve bunların jeopolitik sonuçları belirlenmiş; ilişkilerin öne çıkan dönüm noktaları Tablo 1'de özetlenmiştir.

Tablo 1. ABD-Grönland İlişkilerinin Tarihsel Evrimi ve Stratejik Kırılma Noktaları (1941–2023)

Dönem / Yıl	Dönüm Noktası & Gelişme	Hukuki / Kurumsal Zemin	Jeopolitik & Stratejik Çıktı
1941	Monroe Doktrini ve Geçidi Koruma Nazi Almanya'sının Danimarka'yı işgali üzerine ABD'nin Grönland'a askerî konuşlanması.	1941 ABD-Danimarka Savunma Anlaşması (<i>Kauffmann Anlaşması</i>)	Grönland, Batı Yarımküre güvenlik mimarisine dâhil edilmiş ve ABD'nin adada askerî tesisler kurmasına hukuki zemin sağlanmıştır (Agreement Relating to the Defense of Greenland, 1941).
1951	NATO Şemsiyesi ve Kalıcı Askeri Tahkimat	1951 ABD-Danimarka	Thule Hava Üssü, ABD'nin Arktik güvenlik yapılanmasının önemli

	Soğuk Savaş'ın derinleşmesiyle adanın Soğuk Savaş erken uyarı ve füze savunma merkezine dönüştürülmesi.	NATO Savunma Anlaşması	unsurlarından biri hâline gelmiş; BMEWS erken uyarı sistemi ise Kuzey Kutbu üzerinden gelebilecek balistik füze tehditlerinin tespitinde stratejik bir işlev üstlenmiştir (Petersen, 2011; U.S. Space Force, 2020).
1959–1967	Gizli Nükleer Denemeler ve Çevresel Miras	1951 Anlaşması'nın Askerî Esneklik Maddeleri	Nükleer kaza (1968 B-52 kazası) ve buzul altı atıklar, ilerleyen yıllarda ABD-Grönland-Danimarka üçgeninde çevresel ve siyasal tartışmaların önemli başlıklarından biri hâline gelmiştir (Colgan et al., 2016).
	Buzul altına nükleer füze yerleştirme projesi (<i>Project Iceworm</i>) ve Camp Century'nin kurulması.		
1979	Yerinden Yönetim Yasası	577 Sayılı Grönland Yerinden Yönetim Yasası (1978)	Grönland yönetimi içişlerinde söz sahibi olurken, ABD askerî varlığını doğrudan sorgulama yetkisi Kopenhag'ın denetiminde kaldı (Greenland Home Rule Act, 1978).
	Grönland'ın yerel parlamento (Inatsisartut) kazanması ve Kopenhag'ın dış güvenlik tekeli koruması.		
2004	Igaliku Anlaşması	2004 Igaliku Ortak Bildirisi (<i>Igaliku Agreement</i>)	Grönland ilk kez ABD ile güvenlik alanında doğrudan masaya oturdu; Thule Üssü'nün radar modernizasyonuna onay verdi (Lanteigne, 2019).
	1951 Anlaşması'nın güncellenmesi; Grönland hükümetinin ABD-Danimarka güvenlik görüşmelerine resmen taraf kılınması.		
2009	Öz-Yönetim Yasası (Self-Government)	473 Sayılı Grönland Öz-Yönetim Yasası (2009)	Grönland "alt-ulusal küresel aktör" niteliği kazandı; ABD, Kopenhag'ı bypass ederek adadaki madenler için Nuuk ile temas başlattı (Self-Government Act, 2009; Grydehøj, 2020).
	Grönland'ın yeraltı kaynakları (maden/petrol) üzerinde tam mülkiyet ve anayasal ayrılma hakkı kazanması.		
2019	"Grönland'ı Satın Alma" Teklifi ve Stratejik Uyanış	ABD Ulusal Arktik	"ABD Başkanı Donald Trump'ın Grönland'ı satın alma önerisi,

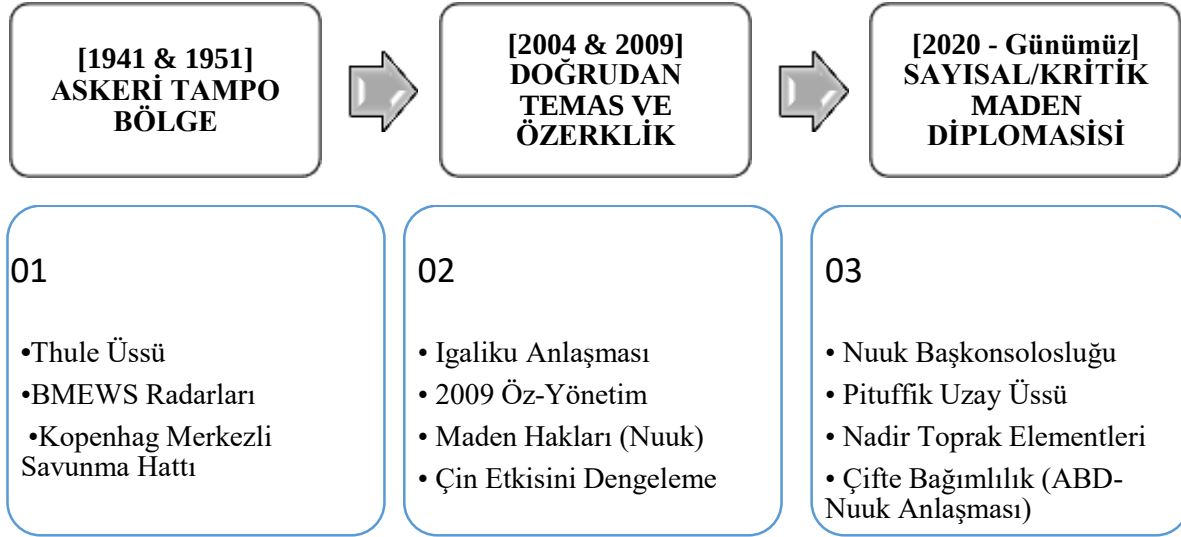
	ABD Başkanı Donald Trump'ın Grönland'ı satın alma önerisi, ABD'nin adaya yönelik stratejik ilgisini uluslararası kamuoyunun gündemine taşımıştır.	Stratejileri (NSPD-66 / DoD Arctic Strategy)	ABD'nin adaya yönelik stratejik ilgisini uluslararası kamuoyunun gündemine taşımıştır."
2020	Nuuk Başkonsolosluğu'nun Açılması	ABD Dışişleri Bakanlığı Diplomatik Kararnamesi	ABD, Danimarka vesayetini yumuşatarak Grönland ile doğrudan ekonomik, eğitimsel ve madencilik anlaşmaları imzalamaya başladı (United States Department of State, 2020).
	ABD'nin 1953'ten bu yana ilk kez Grönland'ın başkenti Nuuk'ta doğrudan diplomatik temsilcilik kurması.		
2023	Pituffik Uzay Üssü Yeniden Yapılandırması	ABD-Danimarka-Grönland Ortak Savunma İcrası	ABD uzay ve füze takip sistemlerini modernize ederken, adanın yerel kimliğine ve kültürel özerkliğine kamu diplomasisi kapsamında uyum gösterdi (Saalbach, 2024).
	Thule Hava Üssü'nün İnuitçe adı olan "Pituffik Space Base" olarak değiştirilmesi ve ABD Uzay Kuvvetleri'ne devri.		

Kaynak: Yazarlar tarafından ilgili kaynaklardan istifade edilerek derlenmiştir.

Tablo 1'de yer alan gelişmeler birlikte değerlendirildiğinde, ABD-Grönland ilişkilerinin zaman içinde yalnızca askeri güvenlik ekseninde şekillenen bir ilişkiden, güvenlik, ekonomi, kritik madenler ve diplomatik temasların bir arada bulunduğu daha geniş bir stratejik ilişkiye dönüştüğü görülmektedir. Soğuk Savaş döneminde Grönland'ın temel önemi, ABD'nin Kuzey Kutbu üzerinden gelebilecek tehditleri izleme ve Kuzey Atlantik'teki güvenliğini güçlendirme ihtiyacından kaynaklanırken, 2000'li yıllardan itibaren Grönland'ın artan özerkliği ve sahip olduğu doğal kaynaklar ilişkinin niteliğini değiştirmiştir. Özellikle 2009 Öz-Yönetim Yasası sonrasında Grönland'ın kendi kaynakları ve dış aktörlerle ilişkileri konusunda artan hareket alanı, ABD'nin Nuuk ile doğrudan temaslarını kolaylaştırmıştır. 2019 sonrasında ise Arktik'te Rusya ve Çin'in artan etkisi, kritik madenlere yönelik rekabet ve bölgenin jeopolitik değerindeki yükseliş, Grönland'ı ABD açısından yalnızca bir askeri üs alanı olmaktan çıkararak güvenlik ve ekonomik stratejilerin birlikte ele alındığı bir konuma taşımıştır. Bu değişim, ABD-Grönland ilişkilerinin tarihsel olarak tek bir eksen üzerinde ilerlemediğini; güvenlik ihtiyaçları, Grönland'ın artan özerkliği ve küresel kaynak rekabetinin etkisiyle zaman içinde yeniden şekillendiğini göstermektedir.

Tablo 1'de ortaya konulan tarihsel gelişim, ABD-Grönland ilişkilerindeki stratejik önceliklerin zaman içinde değiştiğini göstermektedir. Bu değişim yalnızca ABD'nin bölgesel politikalarındaki dönüşümle açıklanamaz. Grönland'ın özerklik düzeyinin artması, Arktik bölgesinin ekonomik değerinin yükselmesi ve küresel güç rekabetinin yeniden yoğunlaşması da ilişkiyi doğrudan etkilemiştir. Bu nedenle ilişkilerin tarihsel seyri, belirli dönemlerde öne çıkan güvenlik, özerklik ve ekonomik çıkarlar üzerinden birlikte değerlendirilmelidir. Şekil 1, bu dönüşümü üç temel dönem üzerinden görsel olarak ortaya koymaktadır.

Şekil 1. ABD-Grönland İlişkilerinde Dönemsel Kırılmalar ve Stratejik Odak Değişimleri



Kaynak: Yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

Şekil 1’de görüldüğü üzere, ABD-Grönland ilişkilerinin stratejik ağırlık merkezi zaman içinde önemli bir değişim geçirmiştir. 1941 ve 1951 yıllarında askeri güvenlik ve bölgenin Batı savunma sistemi içindeki konumu ön plandayken, 2004 ve 2009 sonrasında Grönland’ın artan özerkliği ABD ile Nuuk arasındaki doğrudan temasların gelişmesine zemin hazırlamıştır. 2020 sonrasında ise güvenlik boyutuna ekonomik ve diplomatik unsurlar daha belirgin biçimde eklenmiştir. Nuuk Başkonsolosluğu’nun açılması, Pituffik Uzak Üssü’nün yeniden yapılandırılması ve kritik madenlere yönelik artan ilgi, ABD’nin Grönland politikasının yalnızca askeri kapasite üzerinden yürütülmediğini göstermektedir. Özellikle nadir toprak elementleri ve diğer kritik minerallerin küresel tedarik zincirlerindeki öneminin artması, Grönland’ı ABD açısından hem güvenlik hem de ekonomik stratejilerin kesiştiği bir alan hâline getirmiştir. Bu nedenle günümüzdeki ilişkiyi yalnızca bir güvenlik ortaklığı olarak değerlendirmek yeterli değildir; güvenlik, ekonomik çıkarlar ve Grönland’ın artan özerkliği aynı ilişkinin farklı ve birbirini etkileyen boyutlarını oluşturmaktadır.

2. ABD-GRÖNLAND İLİŞKİLERİNİN TARİHSEL VE HUKUKİ TEMELLERİ: 1941 ANLAŞMASINDAN 2009 ÖZ-YÖNETİM YASASINA

ABD ile Grönland arasındaki stratejik ilişkiler temelde klasik bir egemen devlet diplomasisi şeklinde gelişmemiştir. Daha çok bir süper gücün ve zamanla daha fazla anayasal özerklik kazanmış bir alt uluslu varlığın güvenlik ihtiyaçlarının ürünü olarak gelişmiştir. Bu ilişkinin avantajları, II. Dünya Savaşında belirginleşen jeopolitik kısıtlamalar, Soğuk Savaş sırasında NATO güvenlik oluşumu ve Grönland’ın Danimarka Krallığı içindeki hukuki konumundaki değişikliklerdir.

2.1. İkinci Dünya Savaşı ve 1941 ABD-Danimarka Savunma Anlaşması: Stratejik Himayenin Başlangıcı

Grönland’ın ABD’nin güvenlik hesaplamalarındaki stratejik konumu, 9 Nisan 1940’ta Danimarka’nın Nazi Almanyası tarafından işgal edilmesinin ardından daha belirgin hâle gelmiştir. Danimarka ile doğrudan iletişimin kesilmesi ve Grönland’da bulunan sınırlı sayıdaki Alman varlığının, özellikle meteorolojik istasyonlar üzerinden bölgedeki faaliyetlerinin artması, ABD açısından adanın kontrolünün Doğu Yarımküre’deki güçlerin etkisine girmesi riskini ortaya çıkarmıştır. ABD hükümeti, Grönland’ın böyle bir güç tarafından kontrol edilmesini Monroe Doktrini çerçevesinde kendi ulusal güvenliği açısından bir tehdit olarak değerlendirmiştir (Petersen, 2011, s. 94).

Bu şartlarda Kopenhag hükümeti tamamen Nazi kontrolüne girdiğinden, Danimarka'nın Washington büyükelçisi Henrik Kaufmann yetkisini aşan bir harekette bulunmuştu; 9 Nisan 1941'de ABD Dışişleri Bakanı Cordell Hull ile Grönland'ın Savunması Anlaşması'nı (ABD–Danimarka Anlaşması, 1941) imzaladı. Kurumsal ve stratejik temeldeki bu anlaşmanın ana hataları ve temaları ise: sorumluluk ve üs kurma hakkıdır. ABD, adada Danimarka egemenliğini resmen tanımış, ancak karşılığında Grönland'da askeri üsler, radar istasyonları ve hava tesisleri kurma, personel kullanma ve kullanma hakkı için münhasır haklar almıştır (Petersen, 2011, s. 96). Bir diğer önemli gelişme, Grönland'ın ABD açısından jeopolitik bir tampon bölge niteliği kazanmasıdır. Anlaşmayla birlikte Grönland, Batı Yarımküre'nin güvenlik alanına daha doğrudan dâhil edilmiş ve adadaki ABD varlığı, Müttefik Devletlerin Kuzey Atlantik'teki deniz ikmal hatlarının ve konvoyların güvenliğinin sağlanmasında önemli bir işlev üstlenmiştir (Hingitaq 53 v. Denmark, 2003). Savaşın ardından Danimarka Parlamentosu, Kauffmann tarafından Danimarka hükümetinin bilgisi dışında yürütülen bu girişimi kabul ederek hukuki bir zemine oturtmuştur. Böylece ABD, savaş koşullarında başlayan askeri varlığını savaş sonrasında da sürdürmüş ve Grönland'da kalıcı bir askeri ve altyapısal kapasite oluşturmuştur.

2.2. Soğuk Savaş Dönemi, 1951 NATO Savunma Anlaşması ve Thule (Pituffik) Üssü

Soğuk Savaş döneminde Sovyetler Birliği ile ABD arasındaki stratejik rekabet, Arktik coğrafyasını Kuzey Amerika'nın savunması açısından önemli bir güvenlik alanına dönüştürmüştü; Grönland'ın konumu özellikle stratejik bombardıman, erken uyarı ve kutup üzerinden gelebilecek tehditlerin izlenmesi bakımından önem kazanmıştır (Petersen, 2011). Bu jeopolitik durum, 27 Nisan 1951'de ABD-Danimarka Savunma Anlaşması (Grönland'ın Savunması Anlaşması) olarak yasal temeli ortaya koymuştur (ABD–Danimarka Savunma Anlaşması, 1951).

1951 Savunma Anlaşması, Kuzey Atlantik Antlaşması çerçevesinde Grönland'ın savunmasına ilişkin 1941 düzenlemesini yeniden yapılandırmış ve ABD'nin adadaki savunma faaliyetlerinin hukuki çerçevesini Soğuk Savaş koşullarına uyarlamıştır (Agreement Relating to the Defense of Greenland Pursuant to the North Atlantic Treaty, 1951).

- **Thule hava üssü (Pituffik Space Base):** Thule hava üssü, Grönland'ın kuzeybatısında, Qaanaaq yakınlarında bulunan stratejik bir ABD askeri üssüdür. Bu büyük üs, adanın kuzeybatı tarafında kurulmuş olup, ABD Stratejik Hava Komutanlığı (SAC) bünyesinde nükleer bombardıman uçakları için gelişmiş bir operasyon pozisyonu olarak hizmet vermiş ve Balistik Füze Erken Uyarı Sistemi (BMEWS) merkezini barındırmıştır (Petersen, 2011, s. 102).
- **İnuit halkının zorunlu tahliyesi (1953):** Thule Hava Üssü'nün genişletilmesi sürecinde, bölgede geleneksel avcılık ve toplayıcılığa dayalı yaşamlarını sürdüren İnuit (Inughuit) topluluğunun önemli bir bölümü, yeterli bilgilendirme ve rıza süreci işletilmeden yerleşim alanlarından çıkarılarak kuzeydeki Qaanaaq bölgesine taşınmıştır (Hingitaq 53 and Others v. Denmark, 2006). Kısa bir zaman içinde gerçekleştirilen bu zorunlu yer değiştirme, Grönland'daki yerel toplulukların ABD ve Danimarka yönetimlerine yönelik tutumlarını uzun vadede etkilemiş ve sonraki dönemlerde ortaya çıkan siyasi tartışmalarda güven sorununun önemli kaynaklarından biri hâline gelmiştir.
- **Project Iceworm (Iceworm Projesi) ve Camp Century (Camp Century Üssü) çevresel felaketi:** 1959-1967 yılları arasında ABD Ordusu, Grönland buz örtüsünün altında nükleer füzelerin konuşlandırılmasını amaçlayan gizli bir proje olan *Project Iceworm* (Iceworm Projesi) üzerinde çalışmıştır. Proje kapsamında, taşınabilir bir nükleer reaktörle enerji sağlanan yeraltı tesislerinin oluşturulması ve çok sayıda nükleer füzenin buz tabakasının altında konuşlandırılması planlanmıştır. Ancak buz örtüsünün beklenenden daha hızlı hareket etmesi ve tesislerin uzun süreli kullanımını güçleştirilmesi nedeniyle proje terk edilmiştir. Bu kapsamda inşa edilen *Camp Century* (Camp Century Üssü) ise projenin teknik ve lojistik altyapısının önemli bir parçasını oluşturmuştur (Colgan et al., 2016).

Camp Century'nin geride bıraktığı altyapı ve atıklar, projenin sona ermesiyle tamamen ortadan kalkmamıştır. Günümüzde iklim değişikliği nedeniyle Grönland'daki buz örtüsünün erimesi, bölgede bırakılan kimyasal ve radyoaktif atıkların yeniden açığa çıkması ve çevreye taşınması ihtimalini gündeme getirmektedir. Bu durum, geçmişteki askeri faaliyetlerin yalnızca çevresel sonuçları açısından değil, aynı zamanda ABD, Danimarka ve Grönland arasındaki sorumluluk, egemenlik ve çevresel yönetim ilişkileri bakımından da yeniden değerlendirilmesine neden olmaktadır (Saalbach, 2024, s. 4).

2.3. Hukuki Statünün Evrimi: 1978 Yerinden Yönetim (Home Rule) ve 2009 Öz-Yönetim (Self-Government) Yasaları

Grönland'ın anayasal statüsünde yaşanan değişimler, ABD-Grönland ilişkilerinin de zaman içinde farklı bir zemine taşınmasına neden olmuştur. Grönland'ın sömürge statüsünün 1953 yılında sona erdirilerek Danimarka Krallığı içinde ayrı bir idari statüye kavuşturulmasının ardından, adanın siyasi ve yönetsel özerkliğini genişleten iki önemli düzenleme hayata geçirilmiştir. Bu süreç, 1978 tarihli Yerinden Yönetim Yasası (*Greenland Home Rule Act*) ile başlamış ve 2009 tarihli Öz-Yönetim Yasası (*Self-Government Act*) ile yeni bir aşamaya ulaşmıştır.

- Yerinden Yönetim Yasası (1978): 1978 yılında kabul edilen Yerinden Yönetim Yasası, Grönland'a kendi parlamentosunu ve hükümetini oluşturma imkânı sağlayarak adanın iç yönetiminde önemli ölçüde yetki devri gerçekleştirmiştir. Buna karşılık dış politika ve savunma gibi alanlar Danimarka Krallığı'nın yetkisinde bırakılmıştır. Böylece Grönland'ın iç işlerinde artan bir yönetsel özerklik kazanması sağlanırken, güvenlik ve dış ilişkiler üzerindeki temel yetkiler Kopenhag'da kalmıştır (*Greenland Home Rule Act*, 1978).
- İgaliku Anlaşması (2004): 2004 yılında imzalanan İgaliku Anlaşması, Grönland'ın savunma ve güvenlik konularındaki konumunu güçlendiren önemli gelişmelerden biridir. 1951 tarihli ABD-Danimarka Savunma Anlaşması'nda yapılan düzenlemelerle Grönland Hükümeti, ABD ve Danimarka arasında yürütülen savunma görüşmelerine doğrudan dâhil edilmiştir. Böylece Grönland, daha önce büyük ölçüde Kopenhag üzerinden yürütülen güvenlik ilişkilerinde daha görünür bir aktör hâline gelmiştir (Lanteigne, 2019, s. 146).
- Öz-Yönetim Yasası (2009): 2009 yılında yürürlüğe giren Öz-Yönetim Yasası, Grönland'ın Danimarka Krallığı içindeki özerkliğini daha ileri bir düzeye taşımıştır. Yasa, Grönland halkını uluslararası hukuk bakımından ayrı bir halk olarak tanımlarken, adanın doğal kaynaklarının yönetimi konusunda da Grönland yönetimine daha geniş yetkiler vermiştir. Ayrıca yasanın 21. maddesi, Grönland'ın gelecekte bağımsızlık yoluna gitmesi hâlinde izlenecek anayasal süreci düzenlemiştir (*Self-Government Act*, 2009; Grydehøj, 2020).

Grönland'ın doğal kaynakları üzerindeki yetkilerinin genişlemesi, ABD açısından da adanın ekonomik ve stratejik önemini artırmıştır. Özellikle nadir toprak elementleri (REE) bakımından sahip olduğu potansiyel, Grönland'ı ABD'nin kritik mineral tedarik zincirlerini çeşitlendirme arayışında daha önemli bir konuma taşımıştır. Bu gelişmeyle birlikte ABD'nin Grönland'a yönelik ilgisi yalnızca askeri ve güvenlik konularıyla sınırlı kalmamış; Nuuk ile doğrudan diplomatik ve ekonomik ilişkilerin geliştirilmesi de ABD politikasının daha belirgin bir parçası hâline gelmiştir (Lanteigne, 2019, s. 150; United States Department of State, 2020).

3. SOĞUK SAVAŞ SONRASI DÖNEM, ÇİN FAKTÖRÜ VE ABD'İN NUUK DİPLOMASİSİ

Soğuk Savaş'ın sona ermesinin ardından Arktik, bir dönem askeri rekabetin görece geri planda kaldığı ve bölgesel iş birliği mekanizmalarının öne çıktığı bir alan olarak değerlendirilmiştir. Ancak sonraki dönemde Rusya'nın askeri kapasitesi ve Çin'in bölgeye yönelik artan ilgisi, Arktik'in yeniden stratejik rekabet çerçevesinde ele alınmasına yol açmıştır (Sørensen & Klimenko, 2017; U.S. DoD, 2019). Ancak 2010'larda Arktik'te iklim değişikliğinin kötüleşmesiyle hızlanan buz erimesi, Çin Halk Cumhuriyeti'nin Arktik'teki artan ekonomik ve

stratejik ilgisi, Washington'un Grönland'a yönelik politikasında güvenlik ve diplomatik açıdan kapsamlı bir yeniden değerlendirme yapılmasını zorunlu kılmıştır.

Grönland'ın madenleri üzerindeki haklarını ve Kopenhag'ın etkisinden daha bağımsız bir ekonomik alanı üstlendiği 2009 Özerklik Yasası, ayrıca ABD'nin adanın başkenti Nuuk ile doğrudan temas kurma konusunda Kopenhag'ın korumasının kısmen gevşetilmesi, yeni bir "sivil-güvenlik ve mineral diplomasisi" modelinin ortaya çıkmasına yol açmıştır.

3.1. Çin'in "Buz İpek Yolu" Vizyonu ve Grönland'daki İktisadi Varlığı

Çin'in Arktik politikasındaki yaklaşım, Çin Arktik Politikası Beyaz Kitabı ile daha açık biçimde ortaya konulmuştur. Çin kendisini bu belgede "*Kutup Yakını Devleti*" olarak tanımlamış ve Kuşak ve Yol Girişimi'nin Arktik uzantısı olarak "*Kutup İpek Yolu*" (*Polar Silk Road*) vizyonunu ortaya koymuştur (The State Council Information Office of the People's Republic of China, 2018). Bu yaklaşım, Arktik bölgesini yalnızca bilimsel araştırma ve çevre politikaları açısından değil, ulaşım, enerji, doğal kaynaklar ve ticaret bakımından da Çin'in uzun vadeli çıkarlarıyla ilişkilendirmektedir.

Çin'in Grönland'a yönelik ekonomik ilgisi özellikle iki alanda belirginleşmiştir. Bunlardan ilki, nadir toprak elementleri (NTE) başta olmak üzere kritik maden kaynaklarıdır. Güney Grönland'daki Kvanefjeld (Kuannersuit) madencilik projesi bu açıdan öne çıkmaktadır. Çinli Shenghe Resources şirketinin projeye ortak olması, Grönland'ın sahip olduğu kaynakların Çin'in küresel kritik mineral tedarik zincirleriyle bağlantısını güçlendiren bir gelişme olarak değerlendirilmiştir (Grydehøj, 2020; Lanteigne, 2019, s. 152). Nadir toprak elementlerinin yeşil enerji teknolojileri, elektronik ve savunma sanayisindeki kullanım alanları dikkate alındığında, Grönland'daki bu tür yatırımların yalnızca ticari bir boyut taşımadığı görülmektedir.

Çin'in ikinci ilgi alanı ise altyapı ve ulaşım projeleridir. 2016–2018 döneminde Çin devlet şirketi China Communications Construction Company (CCCC), Nuuk, Ilulissat ve Qaqortoq havalimanlarının genişletilmesine yönelik ihalelere katılmış ve düşük teklifler sunmuştur (Lanteigne, 2019, s. 154). Havalimanlarının geliştirilmesi, Grönland'ın ulaşım kapasitesinin artırılması bakımından ekonomik bir fırsat olarak görülürken, projelerin Çinli şirketlerin katılımıyla gerçekleştirilmesi ABD ve Danimarka açısından farklı güvenlik ve stratejik değerlendirmeleri de beraberinde getirmiştir. Özellikle kritik altyapının yabancı şirketler tarafından işletilmesi veya finanse edilmesi, Arktik'te ekonomik yatırımlar ile güvenlik kaygıları arasındaki sınırın daha fazla tartışılmasına yol açmıştır.

Çin'in madencilik ve altyapı alanındaki girişimleri, Washington'un Grönland'a yönelik ilgisinin de daha görünür hâle gelmesine katkıda bulunmuştur. ABD'nin yaklaşımı birkaç aşamada şekillenmiştir. İlk aşamada Washington, Grönland'daki havalimanı projelerinin finansmanı konusunda Danimarka ile görüşmeler yürütmüş ve Çinli şirketlerin kritik altyapı projelerindeki rolüne yönelik kaygılarını ortaya koymuştur. İkinci aşamada, 2019 yılında Başkan Donald Trump'ın Grönland'ı satın alma önerisi, ABD'nin adaya yönelik stratejik ilgisini kamuoyunun gündemine taşımıştır. Üçüncü aşamada ise 2020 yılında Nuuk'ta ABD Başkonsolosluğu'nun yeniden açılmasıyla Grönland ile doğrudan diplomatik temasların kurumsal zemini güçlendirilmiştir.

Bu gelişmeler, ABD-Grönland ilişkilerinin yalnızca askeri güvenlik üzerinden değerlendirilmemesi gerektiğini göstermektedir. Kritik madenler, ulaşım altyapısı ve diplomatik temsil gibi unsurlar, Arktik'teki büyük güç rekabetinin ekonomik boyutunu da ortaya çıkarmaktadır. Çin'in Grönland'daki ticari ve bilimsel faaliyetleri ABD açısından yalnızca ekonomik yatırımlar olarak görülmemiş, bunların uzun vadede stratejik sonuçlar doğurabileceği değerlendirilmiştir. ABD Savunma Bakanlığı ve Dışişleri Bakanlığı'nın Arktik politikalarında Çin'in bölgedeki ekonomik ve altyapısal varlığına giderek daha fazla yer vermesi, Grönland'ın ABD açısından güvenlik ile ekonomik çıkarların kesiştiği bir alan hâline geldiğine işaret etmektedir (Lanteigne, 2019, s. 155).

3.2. Washington’ın Güvenlik Mimarisi ve Nuuk Diplomasisi

Çin’in adadaki ticari varlığını askeri ve siyasi bir risk olarak gören ABD yönetimi, Danimarka hükümetine Kopenhag’ın Grönland havaalanları projesini kendi bütçesinden finanse etmesini sağladı ve böylece Çin şirketinin ihaleden çekilmesiyle sonuçlanan bir süreç başlatmıştır (Lanteigne, 2019, s. 156). Ancak Washington bununla durmamış; adayla doğrudan ilişkilerini yürütebileceği kurumsal kanalları yavaş yavaş oluşturmuştur.

- **2019 “Grönland’ı Satın Alma” teklifi ve stratejik kırılma:** ABD Başkanı Donald Trump’ın 2019’da Grönland’ı satın alma yönündeki kamuoyuna yönelik çabası, uluslararası düzeyde diplomatik zorluklara yol açarken, ABD’nin aday Çin/Rus etkisine karşı savunmasız bir "ulusal güvenlik alanı" olarak ne kadar eleştirel gördüğünün bir başka ifadesiydi (Lanteigne, 2019, s. 143; Dillon & Brady, 2023). Danimarka Başbakanı Mette Frederiksen ve Grönland Hükümeti bu öneriyi absürt bulmuş ve reddetmiştir. Böylelikle Nuuk’taki ABD Başkonsolosluğu’nun açılması (2020), satın alma teklifinin tetiklediği krizden sonra, Başkan Trump döneminde ABD hükümeti ilk dış politika önlemlerinden biriyle stratejisini değiştirdi ve 1953’ten sonra Haziran 2020’de Grönland’ın başkenti Nuuk’ta ABD Başkonsolosluğu’nu yeniden açtı (United States Department of State, 2020; Saalbach, 2024, s. 6).

Bu gelişmelerle birlikte Washington, Grönland konusunda Danimarka merkezi yönetimi üzerinden yürütülen geleneksel diplomatik kanalların yanı sıra, Grönland hükümeti ve yerel aktörlerle doğrudan temas kurmaya başlamıştır. ABD’nin bu yaklaşımı, Grönland’ın artan özerkliğiyle birlikte Nuuk yönetiminin ekonomik ve yönetsel kapasitesini güçlendirmeye yönelik girişimlerle de desteklenmiştir. ABD tarafından sürdürülebilir kalkınma, eğitim, turizm ve madencilik gibi alanlarda çeşitli destek ve iş birliği programları geliştirilmiştir (United States Department of State, 2020). Bu desteklerin kapsamı ve finansman kaynakları konusunda farklı kurumların devreye girmesi nedeniyle bütçe kalemlerinin ayrı ayrı değerlendirilmesi gerekmektedir.

ABD’nin Grönland’a yönelik bu doğrudan ekonomik ve kurumsal ilgisi, Grönland’ın Danimarka’dan aldığı yıllık blok hibe (bloktilskud) desteğine olan bağımlılığını azaltma ve kendi ekonomik gelirlerini çeşitlendirme arayışıyla kesişmektedir. Bu durum, ABD-Grönland ilişkilerinde güvenlik ve diplomatik boyutların yanında ekonomik ilişkilerin de giderek daha fazla önem kazanmasına neden olmuştur. Bununla birlikte, bu ilişkinin doğrudan bir “bağımlılık” ilişkisine dönüştüğünü ileri sürmek yerine, ABD’nin sağladığı ekonomik ve kurumsal desteklerin Grönland’ın dış aktörlerle ilişkilerinde yeni bir ekonomik ve stratejik seçenek oluşturduğu söylenebilir (Saalbach, 2024, s. 7).

3.3. Thule (Pituffik) Uzay Üssünün Modernizasyonu ve Füze Savunma Sistemleri

Thule Hava Üssü’nün zaman içinde geçirdiği dönüşüm, ABD’nin Grönland’a yönelik güvenlik yaklaşımındaki değişimi de yansıtmaktadır. Üssün önemi başlangıçta Kuzey Kutbu üzerinden gelebilecek askerî tehditlerin izlenmesi ve Kuzey Amerika’nın savunulmasıyla ilişkilendirilirken, günümüzde erken uyarı, uzay gözetleme ve füze tehdidinin izlenmesi gibi daha geniş bir görev alanı ortaya çıkmıştır. Bu dönüşümün en görünür adımlarından biri, üssün 2023 yılında Pituffik Uzay Üssü (Pituffik Space Base) adını almasıdır.

- Uzay Kuvvetleri’ne devredilmesi ve Pituffik adının kullanılması: ABD Uzay Kuvvetleri’nin 2019 yılında kurulmasının ardından Thule’deki altyapının uzay faaliyetleriyle bağlantısı daha belirgin hâle gelmiştir. Üs, 2020 yılında ABD Uzay Kuvvetleri’nin sorumluluk alanına dâhil edilmiş, 2023 yılında ise resmî olarak Pituffik Uzay Üssü adını almıştır. Üssün yeni adının Grönland’da kullanılan yerel bir isimden seçilmesi, askerî tesisin bulunduğu coğrafyayla kurduğu ilişki bakımından da dikkat çekicidir. Bununla birlikte, isim değişikliğini yalnızca kültürel bir jest olarak değerlendirmek yerine, üssün görev alanındaki değişimle birlikte ele almak daha doğru olacaktır. Çünkü Pituffik’in günümüzdeki işlevi, geleneksel hava üssü faaliyetlerinin ötesine geçerek ABD’nin uzay ve erken uyarı altyapısının bir parçası hâline gelmiştir (Saalbach, 2024, s. 8).

- Erken uyarı ve füze tehdidinin izlenmesi: Pituffik Uzay Üssü'nün stratejik değerinin önemli bir bölümü, burada bulunan Yükseltmiş Erken Uyarı Radarı (Upgraded Early Warning Radar, UEWR) sisteminden kaynaklanmaktadır. Radar altyapısı, özellikle kıtalararası balistik füzelerin (ICBM) tespit ve takip edilmesinde kullanılan erken uyarı sisteminin önemli unsurlarından biridir. Kuzey Kutbu üzerinden Kuzey Amerika'ya yönelebilecek balistik füze tehditlerinin izlenmesi, ABD'nin kıta savunması açısından erken uyarı süresini artırmaktadır. Pituffik'ten elde edilen radar verileri, Kuzey Amerika Hava Savunma Komutanlığı (NORAD) ve ABD Stratejik Komutanlığı (USSTRATCOM) gibi ilgili askerî yapılar tarafından kullanılmaktadır. Bu nedenle üssün işlevi yalnızca Grönland'ın savunulmasıyla sınırlı değildir; Kuzey Amerika'nın daha geniş erken uyarı ve savunma mimarisinin bir parçasını oluşturmaktadır (Petersen, 2011, s. 110).
- GIUK Hattı ve Kuzey Atlantik bağlantısı: Grönland'ın stratejik önemi, yalnızca füze erken uyarı sistemleriyle açıklanamaz. Ada, Grönland-İzlanda-Birleşik Krallık Hattı (GIUK Hattı) olarak bilinen ve Kuzey Atlantik'in güvenliği açısından önem taşıyan coğrafi alanın kuzeyinde yer almaktadır. Bu hat, Soğuk Savaş döneminden itibaren Sovyetler Birliği'nin, günümüzde ise Rusya'nın Kuzey Filosu'na bağlı deniz unsurlarının Kuzey Atlantik'e geçişlerinin izlenmesi açısından önemli bir güzergâh olarak değerlendirilmiştir. Grönland'ın bu konumu, ABD ve NATO'nun Kuzey Atlantik'teki deniz hareketliliğini takip etmesine ve Arktik ile Kuzey Atlantik arasındaki güvenlik bağlantısını güçlendirmesine imkân sağlamaktadır (U.S. DoD, 2019).

Pituffik'in günümüzdeki askerî işlevi bu üç unsurun birlikte değerlendirilmesiyle daha açık hâle gelmektedir. Üssün erken uyarı radarı, Kuzey Amerika'ya yönelik balistik füze tehditlerinin izlenmesine katkı sağlarken, uzay faaliyetleriyle bağlantısı ABD'nin Arktik bölgedeki gözetleme kapasitesini genişletmektedir. Grönland'ın GIUK Hattı'na yakın konumu ise bu kapasiteyi Kuzey Atlantik güvenliğiyle ilişkilendirmektedir. Böylece Pituffik, ABD açısından yalnızca Grönland'da bulunan bir askerî tesis olmaktan çıkmakta; Kuzey Amerika'nın savunması, Arktik güvenliği ve Kuzey Atlantik'teki askerî hareketliliğin izlenmesi arasında bağlantı kuran stratejik bir merkez niteliği taşımaktadır.

4. ABD-GRÖNLAND İLİŞKİLERİNİN GELECEĞİ VE STRATEJİK İKİLEMLER

Süper güç olarak nitelendirilen ABD'nin Grönland ile ilişkilerinin, Soğuk Savaş dönemindeki bağımlılık ilişkisinden, giderek çok kutuplu jeopolitik faktörler sisteminde olası rekabete evrilmesi, adanın Arktik'teki güç dengesinin en hassas alanlarından biri haline gelmesine yol açmıştır. Ayrıca 21. Yüzyılın getirdiği çevresel, ekonomik ve anayasal değişiklikler bu ilişkiyi dönüştürerek, artık tek taraflı bir güvenlik garantisi olarak anlaşılmaya ve Washington-Nuuk-Kopenhag ekseninde giderek karmaşılaşan ve çok katmanlı stratejik ikilemlerin ortaya çıkmasına zemin hazırlamıştır.

4.1. Güvenlik, Egemenlik ve Ekonomik Bağımsızlık Üçgeninde Grönland

Grönland için yerel ve kamu yönetimlerinin stratejik planı, 2009 Kendi Özerklik Hakkı Yasası (Self-Government Act, 2009) ve Danimarka Krallığı'nın mali bağımsızlığını artırmak yönünde kademeli olarak geçişte yer almak üzerindiydi. Ancak bu amaca ulaşmanın önündeki en büyük engel, Danimarka'dan yıllık 3,9 milyar DKK (yaklaşık 560 milyon ABD doları) tutarında (blokstilskud) doğrudan hibelerin olması. Nuuk hükümeti ayrıca "finansal bağımlılığı" azaltmak amacıyla, küresel finansmanı birlikte kullanmaya tamamen açıktır ve nadir toprak ve diğer mineral kaynakların büyük rezervlerini uluslararası finansman yoluyla piyasaya sürmek için planlar yapıyor (Grydehøj, 2020). Bu noktada kısıtlanan ilk stratejik ikilem "Ekonomik Bağımsızlık ile Güvenlik Bağımlılığı" idi. Grönland'ın bağımsızlığının nihai hedefi Danimarka Krallığı'na finansal bağımlılığı sonlandırmak ve dolayısıyla yıllık blok hibelerden kaçınmaktır (Grydehøj, 2020). Grönland'ın ekonomik özerklik arayışı, zamanla Çin'in altyapı ve yatırım girişimleri ile ABD'nin doğrudan ekonomik desteği ve güvenlik kapasitesi arasında şekillenen daha geniş bir stratejik rekabetin parçası hâline gelmiştir. Pituffik Uzay Üssü'nün

taşıdığı askerî önem de bu rekabetin güvenlik boyutunu güçlendirmektedir (Sørensen & Klimenko, 2017; Dillon & Brady, 2023). Ancak ABD ve NATO'nun Çinli yatırımlara karşı çıkması, Nuuk'u Washington'a daha da yaklaştırdı (Lanteigne, 2019). Artan nüfuz ayrıca Grönland'ın Danimarka'ya ait geleneksel koruyuculuğundan Washington temelli yeni asimetrik güvenlik bağımlılığına geçiş riski anlamına geliyor (Saalbach, 2024). Nuuk, Pekin'in madencilik yatırımlarında sağladığı likiditeyi kullanarak ekonomik güç kazanmak istedi, ama bu, ABD ve NATO'nun güvenlik haklı taleplerinin engeli oldu (Lanteigne, 2019, s. 152). Washington, Nuuk'un ekonomik özerkliğini yavaşlatmakta (U.S. Department of Defense, 2019) çünkü Grönland'daki Çin sermayesinin varlığını ulusal güvenliğini doğrudan tehdit olarak algılamakta.

Sonuç olarak, Grönland Danimarka'nın anayasal korumasından kurtulma sürecinden bir kez daha geçiyor, ancak bu sefer ABD'nin jeopolitik ve ekonomik etki alanıyla tanımlanan yeni ve asimetrik bir bağımlılık ilişkisine giriyor (Saalbach, 2024, s. 7).

4.2. ABD'nin Çifte Stratejisi: Sert Güç (Pituffik) ile Yumuşak Güç (Nuuk Diplomasisi)

ABD'nin Grönland'a yönelik yaklaşımı, askerî güvenlik boyutunu korumakla birlikte zaman içinde diplomatik ve ekonomik araçların da daha görünür biçimde kullanıldığı çok boyutlu bir yapıya dönüşmüştür (U.S. DoD, 2019; United States Department of State, 2020). Sert güç boyutunda Pituffik Uzay Üssü ve ABD'nin Arktik'teki askerî kapasitesi stratejik önemini korurken, Arktik ile Kuzey Atlantik arasındaki bağlantı da ABD'nin bölgesel güvenlik yaklaşımının önemli unsurlarından birini oluşturmaktadır (U.S. DoD, 2019).

ABD Uzay Kuvvetleri'nin (USSF) adada askeri varlık sürdürmek için adaya konuşlandığı gelişmiş erken uyarı radarları ve uydu takip altyapısı, Washington'un adanın askeri varlığından çekilmesini mümkün kılmıyor. Öte yandan, yumuşak güç ve ekonomik diplomasi boyutları açısından, 2020 yılında ABD Grönland topluluğuna eğitim bursları, sürdürülebilir turizm projeleri, Inuit halkının dil ve kültürüne destek ve madencilik araştırmalarına teknik ve mali destek sağlamak amacıyla Nuuk'ta başkonsolosluğunu kurmuştur. Bu ince kırmızı çizgi, Soğuk Savaş dönemindeki 1953 zorunlu taşınma olayı ve Camp Century kaynaklı kirliliğin tarihsel imajını yeniden canlandırmayı amaçlamakta ve yerel yönetimi Kopenhag'a daha az bağımlı hale getirerek ABD eksenine daha yakın hale getirmeyi ummaktadır (Saalbach, 2024, s. 9).

5. SONUÇ VE GENEL DEĞERLENDİRME

Bu çalışmada, Arktik bölgesinde iklim değişikliğinin jeopolitik öneminin artmasıyla birlikte ABD-Grönland ilişkilerinde ortaya çıkan dönüşüm incelenmiştir. İlişkinin tarihsel gelişimi, Grönland'ın anayasal statüsündeki değişimler, ABD'nin askerî ve güvenlik politikaları ile kritik doğal kaynaklar ve ekonomik ilişkiler birlikte değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular, ABD-Grönland ilişkilerinin tek bir güvenlik eksenini üzerinden açıklanamayacağını; Grönland'ın artan özerkliği, Arktik'teki büyük güç rekabeti ve kritik kaynaklara yönelik küresel ilginin ilişkiyi yeniden şekillendirdiğini göstermektedir.

- Grönland'ın değişen aktörlük statüsü: Grönland'ın ABD ile ilişkilerindeki konumu, 1941 ve 1951 tarihli düzenlemelerden günümüze önemli ölçüde değişmiştir. Bu dönemde güvenlik ve savunma kararları büyük ölçüde ABD ve Danimarka arasındaki ilişkiler üzerinden şekillenirken, 1978 tarihli Yerinden Yönetim Yasası ve özellikle 2009 tarihli Öz-Yönetim Yasası Grönland'ın kendi iç yönetimi ve doğal kaynaklarının yönetimi üzerindeki yetkilerini genişletmiştir. Öz-Yönetim Yasası aynı zamanda Grönland halkının gelecekte bağımsızlık yönünde karar alabilmesine ilişkin anayasal bir çerçeve oluşturmuştur. Bu gelişmeler, Grönland'ı yalnızca Danimarka Krallığı'nın sınırları içinde yer alan özerk bir yönetim olmaktan çıkararak, uluslararası ilişkilerde kendi çıkarlarını daha görünür biçimde ortaya koyabilen bir aktör hâline getirmiştir (Ackrén & Jakobsen, 2015; Grydehøj, 2020).
- ABD güvenlik politikasının genişleyen kapsamı: ABD'nin Grönland'a yönelik politikası, özellikle Pituffik Uzay Üssü'nün erken uyarı ve uzay gözetleme kapasitesi nedeniyle güvenlik boyutunu korumaktadır. Grönland'ın coğrafi konumu, ABD'nin Kuzey Amerika'nın savunmasına yönelik erken uyarı sistemleri ve

Arktik güvenliği açısından stratejik bir avantaj sağlamaktadır. Bununla birlikte ABD'nin bölgeye yönelik ilgisi askerî konularla sınırlı değildir. Çin'in Arktik'teki ekonomik ve altyapısal faaliyetleri, nadir toprak elementleri başta olmak üzere kritik madenlere yönelik küresel rekabet ve Grönland'ın doğal kaynak potansiyeli, Washington'un ekonomik ve stratejik ilgisini de artırmıştır. Bu nedenle ABD'nin Grönland politikası, güvenlik kaygıları ile ekonomik ve jeopolitik çıkarların birlikte değerlendirildiği daha geniş bir çerçeveye taşınmıştır (Lanteigne, 2019; Dillon & Brady, 2023).

- Ekonomik ilişkiler ve bağımlılık ikilemi: Grönland'ın artan özerkliği, Danimarka ile olan ekonomik ve siyasal ilişkilerinin yeniden değerlendirilmesini de beraberinde getirmiştir. Danimarka'dan sağlanan yıllık blok hibe, Grönland ekonomisi açısından önemini korurken, doğal kaynakların geliştirilmesi, turizm, eğitim ve dış yatırımlar gibi alanlarda alternatif ekonomik ilişkilerin oluşturulması bağımsızlık tartışmaları açısından da önem taşımaktadır. ABD'nin Grönland'a yönelik ekonomik ve diplomatik ilgisinin artması, Nuuk yönetimi açısından Kopenhag dışındaki seçeneklerin çeşitlenmesine katkı sağlayabilir. Ancak bu durum, Danimarka'ya olan ekonomik bağımlılığın azalmasının otomatik olarak daha bağımsız bir dış politika anlamına geleceği şeklinde yorumlanmamalıdır. Aksine, yeni ekonomik ve güvenlik ilişkileri Grönland'ın farklı dış aktörlere karşı yeni bağımlılık biçimleri geliştirme ihtimalini de beraberinde getirebilir. Bu nedenle Grönland açısından temel mesele yalnızca mevcut bağımlılıkların azaltılması değil, dış ilişkilerde daha geniş bir hareket alanının oluşturulmasıdır.

Genel olarak değerlendirildiğinde, iklim değişikliği ve Arktik buz örtüsündeki hızlı dönüşüm Grönland'ın jeopolitik önemini belirgin biçimde artırmıştır. Bununla birlikte Grönland'ın stratejik değerindeki yükselişi yalnızca buzulların erimesiyle açıklamak yeterli değildir. Adanın Kuzey Amerika ile Avrupa arasındaki konumu, Pituffik'teki askerî ve uzay altyapısı, kritik mineral potansiyeli ve artan özerkliği birlikte değerlendirildiğinde, Grönland'ın Arktik'teki güç ilişkilerinin önemli unsurlarından biri hâline geldiği görülmektedir.

Bu çerçevede gelecekte ABD-Grönland ilişkilerinin seyri yalnızca iki taraf arasındaki ikili ilişkileri değil, Danimarka Krallığı'nın Arktik politikası, NATO'nun Kuzey Atlantik ve Arktik güvenliği, kritik mineral tedarik zincirleri ve ABD-Çin rekabetinin bölgesel boyutları açısından da önem taşıyacaktır. Grönland'ın artan aktörlük kapasitesi ise bu ilişkilerin yalnızca büyük güçlerin stratejik tercihleri üzerinden şekillenmesini engelleyebilecek önemli bir unsur olarak öne çıkmaktadır. Dolayısıyla Grönland, Arktik'teki büyük güç rekabetinin yalnızca üzerinde gerçekleştiği bir coğrafya değil, kendi ekonomik ve siyasal tercihleriyle bu rekabetin yönünü belirleme kapasitesi giderek artan bir aktör olarak değerlendirilmelidir.

KAYNAKÇA

- Ackrén, M., & Jakobsen, U. (2015). Greenland as a self-governing sub-national territory in international relations: Past, current and future perspectives. *Polar Record*, 51(4), 404–412. <https://doi.org/10.1017/S003224741400028X>
- Agreement Relating to the Defense of Greenland. (1941, April 9). United States–Kingdom of Denmark. Executive Agreement Series 204.
- Agreement to Amend and Supplement the 1951 Agreement on the Defense of Greenland. (2004, August 6). Government of the United States of America and Government of the Kingdom of Denmark, including the Home Rule Government of Greenland. U.S. Department of State. <https://2001-2009.state.gov/p/eur/rls/or/35269.htm>
- Colgan, W., Machguth, H., MacFerrin, M., Colgan, J. D., van As, D., & MacGregor, J. A. (2016). The abandoned ice sheet base at Camp Century, Greenland, in a warming climate. *Geophysical Research Letters*, 43(15), 8091–8096. <https://doi.org/10.1002/2016GL069688>

- Conley, H. A., & Rohloff, C. (2015). *The new ice curtain: Russia's strategic reach to the Arctic*. Center for Strategic and International Studies. <https://www.csis.org/analysis/new-ice-curtain>
- Dillon, C., & Brady, S. (2023, April 6). *Thule Air Base gets new name*. United States Space Force. <https://www.spaceforce.mil/News/Article/3355840/thule-air-base-gets-new-name/>
- European Court of Human Rights. (2006, January 12). *Hingitaq 53 and Others v. Denmark* (Application No. 18584/04) [Decision on admissibility]. <https://hudoc.echr.coe.int/app/conversion/pdf>
- Greenland Home Rule Act. (1978, November 29). *Act No. 577 of 29 November 1978*. Kingdom of Denmark. <https://www.retsinformation.dk/eli/lta/1978/577>
- Grydehøj, A. (2020). Unravelling economic dependence and independence in relation to island sovereignty: The case of Kalaallit Nunaat (Greenland). *Island Studies Journal*, 15(1), 89–112. <https://doi.org/10.24043/isj.101>
- Lanteigne, M. (2019). The US Arctic strategy and the “Greenland Question”. *Arctic Review on Law and Politics*, 10, 142–161.
- Petersen, N. (2011). SAC at Thule: Greenland in the U.S. polar strategy. *Journal of Cold War Studies*, 13(2), 90–115. https://doi.org/10.1162/JCWS_a_00138
- Saalbach, K. (2024). *The geopolitics of Greenland and the Arctic*. Universität Osnabrück. <https://doi.org/10.48693/465>
- Self-Government Act. (2009, June 12). *Act No. 473 of 12 June 2009 on Greenland Self-Government*. Kingdom of Denmark. <https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2009/473>
- Sørensen, C. T., & Klimenko, E. (2017). *Emerging Chinese-Russian cooperation in the Arctic: Possibilities and constraints* (SIPRI Policy Paper No. 46). Stockholm International Peace Research Institute.
- The State Council Information Office of the People's Republic of China. (2018, January 26). *China's Arctic policy* [White paper]. https://english.scio.gov.cn/2018-01/26/content_50313403.htm
- United States Department of Defense [U.S. DoD]. (2019). *Arctic strategy: Report to Congress*. U.S. Department of Defense. <https://media.defense.gov/2019/Jun/06/2002141657/-1/-1/1/2019-DOD-ARCTIC-STRATEGY.PDF>
- United States Department of State. (2020, June 10). *Statement by Secretary Pompeo on the opening of U.S. Consulate Nuuk*. <https://2017-2021.state.gov/statement-by-secretary-pompeo-on-the-opening-of-u-s-consulate-nuuk/>

TÜRKİYE'DE ZORUNLU VE İHTİYARİ KREDİ KARTI HARCAMALARI İLE ENFLASYON ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ

Dr. Öğr. Üyesi Şükrü Ufuk ULADI¹ / Dr. Öğr. Üyesi Alperen AĞCA²

1Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, İİBF, İşletme Bölümü, Sayısal Yöntemler,
ufukuladi@osmaniye.edu.tr, ORCID: 0000-0001-8561-6776

2Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, İİBF, İktisat Bölümü, İktisat, alperenagca@osmaniye.edu.tr,
ORCID: 0009-0007-8139-7976

Özet

Bu çalışmada Türkiye'de aylık kart harcamaları ile enflasyon arasındaki ilişkinin harcamaların niteliği dikkate alınarak incelenmesi ve söz konusu ilişkinin zorunlu ve ihtiyari harcamalar açısından farklılaşma durumunun ortaya konması amaçlanmaktadır. Bu amaç doğrultusunda 2014:3-2026:8 dönemine ait aylık veriler kullanılmaktadır. TCMB tarafından yayımlanan sektörel kredi kartı harcama verileri literatürde kullanılan sınıflandırmalar dikkate alınarak zorunlu ve ihtiyari harcamalar şeklinde gruplandırılmıştır. Çalışmada öncelikle serilerin zaman serisi özellikleri birim kök testleri aracılığıyla incelenmekte, ardından zorunlu ve ihtiyari kart harcamaları ile enflasyon arasındaki kısa dönemli ve uzun dönemli ilişkiler ARDL sınır testi yaklaşımı kullanılarak analiz edilmektedir. Ayrıca değişkenler arasındaki nedensellik ilişkilerinin belirlenmesi amacıyla Toda-Yamamoto nedensellik testinden yararlanılmaktadır. Elde edilen bulguların, kredi kartı harcamaları ile enflasyon arasındaki ilişkinin yalnızca toplam harcama düzeyine bağlı olmadığını, harcamaların kompozisyonunun da bu ilişkinin değerlendirilmesinde önem taşıdığını ortaya koyması beklenmektedir. Çalışmanın, kredi kartı harcamalarını zorunlu ve ihtiyari harcamalar şeklinde ayrıştırarak incelemesiyle Türkiye'de kredi kartı kullanımı ve enflasyon ilişkisine yönelik literatüre katkı sağlaması amaçlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kredi Kartı Harcamaları, Enflasyon, Zorunlu Tüketim, İhtiyari Tüketim, ARDL

**INVESTIGATION OF THE RELATIONSHIP BETWEEN NON-DISCRETIONARY AND
DISCRETIONARY CREDIT CARD SPENDING AND INFLATION IN TÜRKİYE****Assist. Prof. Dr. Şükrü Ufuk ULADİ1 / Assist. Prof. Dr. Alperen AĞCA2****1Osmaniye Korkut Ata University, FEAS, Department of Business Administration, Quantitative
Methods, ufukuladi@osmaniye.edu.tr, ORCID: 0000-0001-8561-6776****2Osmaniye Korkut Ata University, FEAS, Department of Economics, Economics,
alperenagca@osmaniye.edu.tr, ORCID: 0009-0007-8139-7976****Abstract**

This study aims to examine the relationship between monthly card expenditures and inflation in Türkiye by considering the nature of the expenditures and to reveal how this relationship differs between essential and discretionary spending. To this end, monthly data covering the period from March 2014 to August 2026 are utilized. Sectoral credit card expenditure data published by the Central Bank of the Republic of Turkey (CBRT) have been categorized into essential and discretionary expenditures, drawing upon classifications found in the literature. The study first examines the time-series properties of the data using unit root tests and subsequently analyzes the short- and long-term relationships between essential and discretionary card expenditures and inflation using the ARDL bounds testing approach. Additionally, the Toda–Yamamoto causality test is employed to determine the causal relationships between the variables. The findings are expected to demonstrate that the relationship between credit card expenditures and inflation is not solely dependent on the aggregate level of spending, but that the composition of expenditures is also significant in evaluating this relationship. By disaggregating credit card expenditures into essential and discretionary categories, the study aims to contribute to the literature regarding the relationship between credit card usage and inflation in Türkiye.

Keywords: Credit Card Spending, Inflation, Essential Consumption, Discretionary Consumption, ARDL

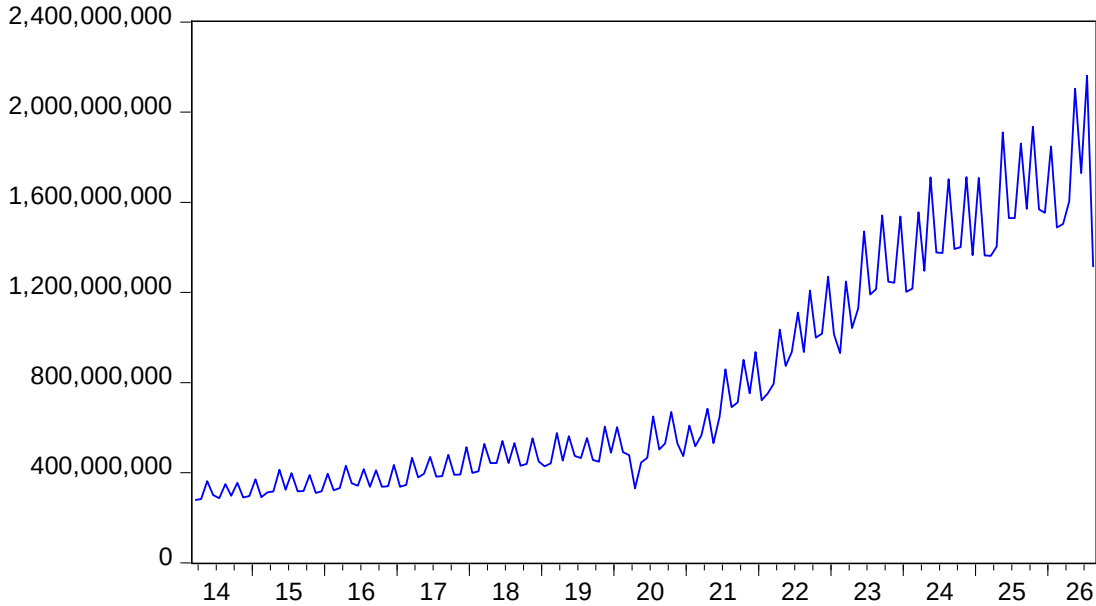
GİRİŞ

Tüketim, kişilerin zorunlu ihtiyaçlarının karşılanması ötesinde ekonomik ve toplumsal yapıyla birlikte sürekli dönüşen bir olgudur. Bu dönüşüm hem tüketilen mal ve hizmetlerin çeşitlenmesi açısından hem de tüketimin gerçekleştirilme şekli ve finanse edilme biçimi açısından gözlenmektedir. Geleneksel ekonomide yani dijitalleşme öncesi dönemlerde ticaret büyük ölçüde fiziksel değişim usulü ile gerçekleştiriliyorken, tüketicilerin gelecekteki gelirlerine karşılık bugünkü ihtiyaçlarını karşılamaları için satıcı ve tüketici arasındaki güvene dayalı “veresiye” yöntemi önemli bir ödeme aracı olarak kullanılmıştır. Modern tüketici kredilerinin yaygınlaşmasından önce kullanılan bu yöntem ticaretin sürekliliğinin sağlanması açısından önem arz eder. Tüketici kredilerinin tarihsel gelişimi incelendiğinde 19. yüzyılın sonlarına kadar tüketici kredisinin büyük ölçüde kişiler arası ilişkiler ve güvene dayalı informel bir yapıya sahip olduğunu ve yerel satıcıların müşteri bilgisi doğrultusunda kredili işlemi gerçekleştirildiği bilinmektedir (Laurer, 2020). Uygulanan bu yöntem finansal sistemin gelişmesi ve kredili alışveriş uygulamalarının kurumsallaşması ile zaman içerisinde modern ödeme kartlarının ortaya çıkmasına zemin hazırlamıştır. İlk olarak belirli işletmeler ve müşterileri arasındaki kredili alışveriş ilişkisini kolaylaştıran çeşitli araçlar kullanılırken, 20. yüzyılın sonlarına doğru bankaların uygulamaya koyduğu kredi kartları yaygınlaşarak tüketici kredisine ve ödeme fonksiyonlarını aynı araçta birleştirmeye başlamıştır (Wolters, 2000; Durkin vd., 2014). Kredi kartları ilk uygulamaya konulduğu günden bu yana hem sektörel alanını genişletmiş hem de teknolojik gelişmelerin etkisiyle elektronik altyapıyla bütünleşerek işlemlerin daha hızlı ve kolay yapılmasını sağlayarak yaygınlaşmıştır (Laurer, 2020).

Tüketicilerin satın alma ve ödeme alışkanlıklarında bir dönüşüme sebep olan kredi kartları, ekonominin dijitalleşmesi ve elektronik ticaretin hızlı gelişimiyle birlikte yeni bir boyut kazanmıştır. Agarwal vd., 2024 yılında yapmış oldukları çalışmalarında dijital ekonominin gelişimiyle birlikte banka kartı, kredi kartı ve mobil ödeme gibi dijital ödeme yöntemlerinin dünya genelinde yaygınlaştığını ve tüketicilerin tüketim davranışlarını etkilediğini ortaya koymuşlardır.

Türkiyede de her geçen gün kredi kartı kullanımı daha da yaygınlaşmaktadır. Özellikle 20 yy. sonlarına doğru kredi kartı ile yapılan işlemlerin taksitlendirilebilir hale gelmesiyle Türkiye de kredi taksitli alışveriş kredi kartı piyasasının ayırt edici bir özelliği haline gelmiştir (Karakaya, 2021; Çemrek, 2026). Aşağıda Tablo 1. de yer alan Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankasından elde edilen 2014 yılı Mart ayından 2026 yılı Ağustos ayına kadar gerçekleşen kartlı işlem sayılarına ait verilerde kartlı işlem sayısının her ay artarak devam ettiği özellikle pandemi sonrası dönemde katlanarak arttığı gözlenmektedir.

KARTLI İŞLEM SAYISI



Şekil 1. Kartla yapılan işlem sayılarının yıllar içerisindeki değişimi

Tüketimde harcamalar harcamaların ertelenebilirliği açısından zorunlu ve ihtiyari harcamalar olarak sınıflandırılabilir. Zorunlu harcamalar, temel yaşam gereksinimlerinin karşılanması açısından ertelenebilirliği daha düşük olan; ihtiyari harcamalar ise ertelenmesi mümkün olan tüketimi ifade etmektedir (Beech vd.,2014; St-Germain& Tarasuk, 2018).

Bu çalışmanın amacı, Türkiye’de kredi kartı harcamaları ile enflasyon arasındaki ilişkiyi harcamaların niteliğini dikkate alarak incelemek ve söz konusu ilişkinin zorunlu ve ihtiyari harcamalar açısından farklılaşıp farklılaşmadığını ortaya koymaktır. Bu doğrultuda kredi kartı harcamaları zorunlu ve ihtiyari harcamalar olarak ayrıştırılmakta; toplam, zorunlu ve ihtiyari kredi kartı harcamalarının yıllık enflasyon ile kısa ve uzun dönem ilişkileri ARDL sınır testi yaklaşımıyla incelenmektedir. Çalışmanın, literatürde çoğunlukla toplam kredi kartı harcamaları üzerinden ele alınan enflasyon-kart harcamaları ilişkisini harcama niteliğine göre ayrıştırarak incelemesi bakımından katkı sağlaması amaçlanmaktadır.

1. KURAMSAL ÇERÇEVE

Kartla yapılan işlemlerin hem ödeme aracı olarak kullanılması hem de taksit özelliğiyle finansman aracı olma özelliği taşıması kredi kartı kullanımının makroekonomik değişkenlerle ilişkisini inceleyen geniş bir literatürün oluşmasına neden olmuştur.

Kredi kartları ve tüketim harcamaları arasındaki ilişkiyi inceleyen erken dönem çalışmalarından biri Altan ve Göktürk (2007)’e aittir. Bu çalışmada toplam tüketim harcamalarının, kredi kartı ile yapılan tüketim harcamaları, piyasa faiz oranları, harcanabilir gelir ve enflasyon değişkenlerinden ne derece etkilendiği çoklu regresyon analizi yapılarak araştırılmıştır. Bu çalışmada kredi kartı harcamalarının sadece bir ödeme aracı olmadığı aynı zamanda toplam tüketim talebini etkilediği sonucuna ulaşılmıştır.

Sönmezler vd. (2019), kredi kartı harcamaları, enflasyon ve tüketici güveni arasındaki ilişkiyi sınır testi yaklaşımıyla (ARDL) araştırmışlardır. Analiz sonucu değişkenler arasında uzun dönemli eşbütünlük ilişkisi belirlenmiş ve fiyat düzeyindeki yükselişlerin nominal kredi kartı harcamalarını artırabileceğine yönelik bulgular elde edilmiştir.

Tunay (2023), çalışmasında özellikle enflasyon beklentisinin kredi kartı harcamaları üzerindeki etkisine odaklanmıştır. Bulgular, kart ile yapılan harcamalarının, enflasyon ve ücret artışı beklenti hatalarına ve gelir düzeyindeki değişimlere duyarlı olduğunu göstermiştir.

Son yıllarda yapılan çalışmalar kredi kartı kullanımı ile enflasyon arasındaki çift yönlü ilişkiye dair daha net bulgular ortaya koymaktadır. Emiroğlu ve Tütüncü (2025), yapısal değişimleri dikkate alan Fourier ADL ve Kesirli Fourier ADL eşbütünleşme yöntemlerini kullanarak kredi kartı kullanımını etkileyen makroekonomik değişkenleri incelemişlerdir. Sonuçlar kartla yapılan işlemler ile enflasyon arasında çift yönlü nedensellik ilişkisinin olduğunu ortaya koymuştur. Eryılmaz ve Sarı (2025) ise çalışmalarında kredi kartı harcamaları ile enflasyon arasındaki ilişkiyi doğrudan talep enflasyonu tartışması üzerinden VAR modeli çerçevesinde ele almışlardır. Sonuçlar değişkenler arasında uzun dönemli eşbütünleşme bulunduğunu ve kart ile yapılan harcamalar ile enflasyon arasında çift yönlü Granger nedensellik ilişkisi olduğunu göstermiştir.

Mevcut literatür birlikte ele alındığında, kredi kartı harcamaları ile enflasyon arasında anlamlı bir ilişkinin varlığına ilişkin önemli ampirik kanıtların bulunduğu görülmektedir. Genel olarak bu çalışmalarda kredi kartı harcamalarının toplam değerleri kullanılmış olup kredi kartı harcamalarının niteliğine göre ayrıştırıldığı çalışmaların daha sınırlı olduğu görülmektedir. Bu çalışmada, akademik anlamda bu sınırlılığa katkı sunulması amaçlanmış ve 2014 Mart-2026 Ağustos dönemine ait aylık veriler kullanılarak kredi kartı harcamaları zorunlu ve ihtiyari harcamalar şeklinde ayrıştırılarak her iki harcama grubunun enflasyon ile olan ilişkisi karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

2. YÖNTEM

2.1. Veri seti ve değişkenler

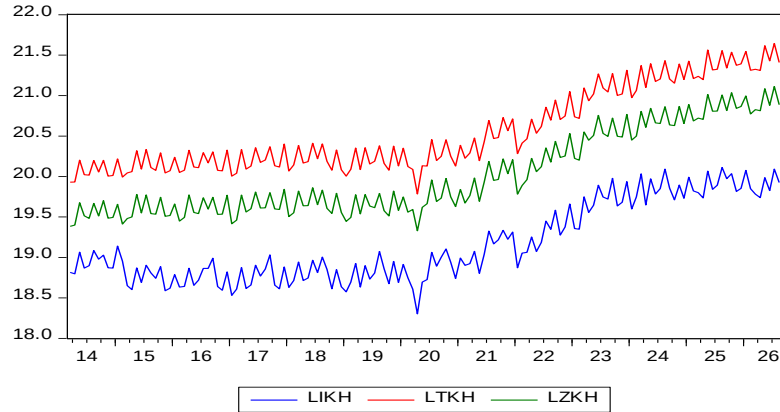
Çalışmada kartla yapılan tüketim harcamaları zorunlu harcamalar ve ihtiyari harcamalar olarak iki grupta ele alınmıştır. Sektörel harcama kalemlerinin gruplandırılmasında TCMB'nin 2024 yılında yayınladığı enflasyon raporunda belirtilen sınıflandırma esas alınmıştır. Buna göre, gıda, market, akaryakıt, yemek, sağlık, giyim, yapı malzemeleri, araç ve servis ile mobilya harcamaları zorunlu harcamalar olarak değerlendirilirken; araç kiralama, elektronik eşya, konaklama, hizmet, eğitim-kırtasiye, doğrudan kiralama, seyahat ve taşımacılık, sosyal hizmetler, telekomünikasyon, kuyumculuk ve müteahhitlik gibi harcamalar ise ihtiyari harcamalar olarak değerlendirilmiştir. Zorunlu harcamalar kategorisinde yer alan harcama kalemlerinin toplamı elde edilerek bu toplam zorunlu kart harcamaları (ZKH) verisi olarak değerlendirilecek olup, ihtiyari harcamalar kategorisinde yer alan harcama kalemlerinin toplamı ise ihtiyari kart harcamaları (İKH) verisi olarak kullanılacaktır. 2014 Mart ile 2026 Ağustos ayları arası aylık veriler kullanılarak hem toplam kart harcamaları (TKH)- enflasyon arasındaki ilişki hem de ZKH-enflasyon ve İKH-enflasyon ilişkileri incelenecek ve yorumlanacaktır.

Analiz yapılırken kredi kartı harcamalarının nominal değerlerindeki artışın fiyatlar genel düzeyindeki yükselişten kaynaklanan kısmının ayrıştırılması amacıyla nominal harcama serileri TÜFE endeksi kullanılarak deflate edilmiş ve reel harcama serileri elde edilmiştir. Ayrıca zaman serilerinde ölçek farklılıklarını azaltmak ve katsayıların yorumlanabilirliğini kolaylaştırmak için reel harcama serilerinin doğal logaritmaları kullanılmıştır. Yapılan işlemlerin matematiksel gösterimi TKH verisi için aşağıdaki gibidir.

$$RTKH_t = \frac{TKH_t}{TÜFE_t} * 100$$

$$LTKH_t = \ln(RTKH_t)$$

TKH verisi ile ZKH ve İKH verileri de TÜFE endeksine göre deflate edilmiş ve reel harcama serileri elde edilerek bu serilerin logaritmaları alınmıştır. Elde edilen verilerin grafik üzerinde gösterimi aşağıdaki gibidir.



Şekil 2. LTKH, LİKH ve LZKH verilerinin yıllar içerisindeki değişimi

2.2. Ekonomik yöntem ve modeller

Çalışmada enflasyon ile kredi kartı harcamaları arasındaki ilişkinin harcama türüne göre farklılaşıp farklılaşmadığını tespit etmek amacıyla toplam, zorunlu ve ihtiyari kart harcamaları için üç ayrı model oluşturulmuştur. Modellerde bağımlı değişkenler sırasıyla LKTH, LİKH ve LZKH; açıklayıcı değişken ise YENF'tir.

$$\text{Model 1: } RTKH_t = f(ENF_t)$$

$$\text{Model 2: } RİKH_t = f(ENF_t)$$

$$\text{Model 3: } RZKH_t = f(ENF_t)$$

Bu modellerin analizi sürecinde öncelikle değişkenlerin durağanlık düzeyleri birim kök testleriyle incelenecek (Augmented Dickey Fuller (ADF) ve Philips- Perron (PP)), ardından değişkenler arasındaki kısa ve uzun dönem ilişkilerine ARDL sınır testi yaklaşımıyla bakılacaktır. Uzun dönem ilişkinin tespit edilmesi durumunda uzun dönem katsayıları ile kısa dönem dinamiklerini gösteren hata düzeltme modeli (ECM) tahmin edilecektir. Model tanılmasında Breusch-Godfrey seri korelasyon LM testi ile CUSUM ve CUSUMSQ istikrar testlerinden yararlanılmıştır. Ayrıca, enflasyon ve kart harcamaları arasındaki ilişkinin yönünü belirlemek amacıyla Toda-Yamamoto nedensellik testinden yararlanılacaktır.

3. BULGULAR

3.1. Tanımlayıcı istatistikler

Elde edilen veri setlerinin tanımlayıcı istatistikleri incelendiğinde, reel kart harcamalarını temsil eden logaritmik serilerin benzer oynaklık düzeylerine sahip olduğu aşağıdaki Tablo 1'de olduğu gibi görülmektedir.

Tablo 1. Tanımlayıcı istatistik değerleri

İstatistik	LİKH	LTKH	LZKH	ENF
Ortalama	19,163	20,554	20,017	1,976
Medyan	18,984	20,353	19,786	1,405
Maksimum	20,112	21,644	21,113	13,580
Minimum	18,302	19,784	19,329	-1,440
Standart Sapma	0,483	0,507	0,514	2,125
Çarpıklık	0,557	0,673	0,644	2,451
Basıklık	1,897	1,995	1,933	11,301
Jarque-Bera	15,360	17,635	17,466	580,882
Olasılık	0,000	0,000	0,000	0,000
Gözlem Sayısı	150	150	150	150

İncelenen dönemde enflasyon serisinde gözlenen yüksek pozitif çarpıklık ve basıklık değerleri, incelenen dönemde enflasyon oranında belirgin sıçramaların bulunabileceğini göstermektedir. Ayrıca, değişkenler arasındaki doğrusal ilişkinin ön değerlendirmesinin yapılabilmesi amacıyla Pearson korelasyon katsayısı hesaplanmış ve enflasyon ile RZKH, RİKH ve RTKH arasındaki Pearson korelasyon katsayısı değerleri sırasıyla 0,397, 0,394 ve 0,389 olarak bulunmuştur. Bu değerler değişkenler arasında pozitif orta düzey bir ilişkiyi göstermekte ama değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisini göstermemektedir.

3.2. Birim kök testleri

Zaman serisi analizlerinde sahte regresyon sorunundan kaçınmak ve değişkenlerin bütünlüşme düzeylerini belirlemek amacıyla Augmented Dickey-Fuller (ADF) ve Philips-Perron (PP) birim kök sınamaları yapılmıştır. Bulgular aşağıda Tablo 2’ de görüldüğü gibi kart harcamaları serilerinin ve yıllık enflasyon serisinin I(1) olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

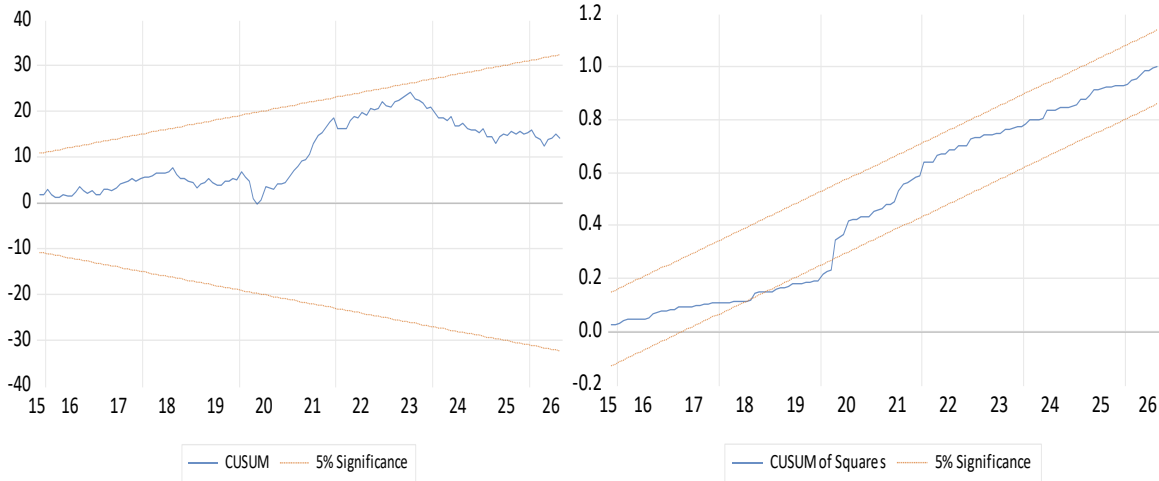
Tablo 2. Değişkenlere ilişkin durağanlık sınamaları

Değişken	Test	Düzyey test ist.	p-değeri	1. fark test ist.	p-değeri	Bütünlüşme
LTKH	ADF	1,542287	0,9994	-19,88191	0,0000	I(1)
	PP	-1,657890	0,4506	-39,97258	0,0001	I(1)
LZKH	ADF	0,274643	0,9763	-19,95375	0,0000	I(1)
	PP	-1,531694	0,5149	-40,67655	0,0001	I(1)
LİKH	ADF	-0,260472	0,9265	-17,02868	0,0000	I(1)
	PP	-1,646041	0,4566	-32,72397	0,0001	I(1)
YENF	ADF	-1,918345	0,3232	-6,342703	0,0000	I(1)
	PP	-1,710626	0,4238	-6,496363	0,0000	I(1)

Değişkenlerin I(1) düzeyinde durağan olması ve hiçbir değişkenin I(2) olmaması, değişkenler arasındaki kısa ve uzun dönem ilişkilerin incelenmesinde ARDL sınır testi yaklaşımının kullanılmasına olanak sağlamaktadır.

3.3. LTKH-YENF ilişkisine dair bulgular

Çalışmada reel toplam kart harcamalarının logaritması olan LTKH serisi ile mevcut aya göre yıllık enflasyon değişiminin verisi olan YENF veri seti kullanılmıştır. Durağanlık sınaması sonuçlarına göre her iki veri setinin de I(1) olduğu görülmektedir. Model seçiminde Schwarz Bilgi Kriteri (SIC) kullanılmış ve trendsiz ve artıklı model seçilerek maksimum gecikme sayısı 12 olarak belirtilmiş ve en uygun model ARDL (9,0) modeli seçilmiştir. Uygulanan Bounds testi sonuçlarına göre ($F=6,5848>5,58$) reel toplam kredi kartı harcamaları ile yıllık enflasyon arasında uzun dönemli eşbütünleşme ilişkisi tespit edilmiştir. Hata düzeltme katsayısının negatif ve anlamlı olması ($-0,00145$; $p<0,01$), uzun dönem dengesinden sapmaların giderilebildiğini ancak uyum hızının oldukça düşük olduğunu göstermektedir. Ayrıca CUSUM ve CUSUMSQ istatistiklerinin %5 kritik sınırları içerisinde yer alması model parametrelerinin dönem boyunca istikrarlı olduğunu desteklemektedir.



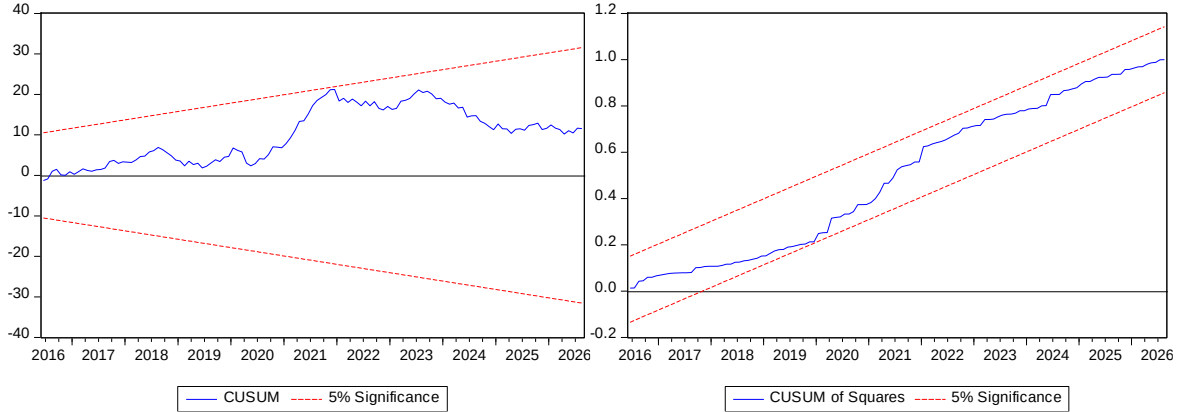
Şekil 3. LTKH-YENF ilişkisindeki modele ait CUSUM ve CUSUMSQ çıktıları

Böylece istatistiksel olarak anlamlı olan Model 1 aşağıdaki gibi elde edilmiştir.

$$LTKH = 27.5788 + 0.9501YENF$$

3.4. LİKH-YENF ilişkisine dair bulgular

Reel ihtiyari kart harcamaları ile yıllık enflasyon verisi arasındaki ilişkinin incelenmesinde Akaike Bilgi Kriterine (AIC) göre ARDL(12,1) modeli seçilmiştir. ARDL sınır testi sonucunda hesaplanan F-istatistiğinin ($4,4476>4,16$) değeri %5 anlamlılık düzeyine göre değişkenler arasında uzun dönemli bir eşbütünleşme ilişkisinin bulunduğunu göstermektedir. Hata düzeltme katsayısının negatif ve istatistiksel olarak anlamlı olması ($CointEq(-1)=-0,0333$; $p<0,01$) kısa dönemde ortaya çıkan dengesizliklerin uzun dönem dengesine doğru düzeltildiğini ve bir önceki dönemde meydana gelen sapmaların yaklaşık %3,33'ünün her ay giderildiğini göstermektedir. Breusch-Godfrey LM testi sonuçları modelde otokorelasyon sorunu bulunmadığını gösterirken CUSUM ve CUSUMSQ testleri de model parametrelerinin istikrarlı olduğunu ortaya koymaktadır.



Şekil 4. LİKH-YENF ilişkisindeki modele ait CUSUM ve CUSUMSQ çıktıları

Böylece istatistiksel olarak anlamlı olan Model 2 aşağıdaki gibi elde edilmiştir.

$$LİKH = 18.40375 + 0.0635YENF$$

3.5. LZKH-YENF ilişkisine dair bulgular

Zorunlu kredi kartı harcamaları (LZKH) ile yıllık enflasyon (YENF) arasındaki ilişki için AIC bilgi kriterine göre ARDL(9,0) modeli belirlenmiştir. Sınır testi sonucunda F-istatistiğinin (6,7801) %1 anlamlılık düzeyindeki üst kritik sınırı aşmasına rağmen, hata düzeltme katsayısının beklenen negatif işaretin aksine pozitif ve anlamlı olması (0,0000575; $p < 0,01$), uzun dönem dengesinden meydana gelen sapmaların düzeltilmediğini ve modelde yakınsama mekanizmasının çalışmadığını göstermektedir. Ayrıca yıllık enflasyonun uzun dönem katsayısı istatistiksel olarak anlamlı bulunmamış ($p = 0,9985$) ve Breusch–Godfrey LM testi modelde otokorelasyon sorunu bulunduğunu ortaya koymuştur ($p < 0,05$). Bu bulgular birlikte değerlendirildiğinde, sınır testinin işaret ettiği eşbütünleşme bulgusunun diğer model sonuçlarıyla desteklenmediği ve zorunlu kredi kartı harcamaları ile yıllık enflasyon arasında istikrarlı ve güvenilir bir uzun dönem ilişkisinin varlığına ilişkin yeterli ekonometrik kanıt elde edilemediği sonucuna ulaşılmıştır.

Bu sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde, enflasyon ile ihtiyari kredi kartı harcamaları arasındaki ilişkinin zorunlu harcamalara kıyasla ekonometrik olarak daha belirgin olduğu söylenebilir. Bu farklılaşma, zorunlu harcamaların gıda, sağlık, enerji ve temel ihtiyaçlar gibi ertelenmesi veya tamamen vazgeçilmesi görece güç tüketim kalemlerinden oluşmasıyla açıklanabilir. Buna karşılık ihtiyari harcamalar, tüketicilerin ekonomik koşullardaki değişimlere karşı daha kolay erteleyebildiği, azaltabildiği veya harcama zamanlamasını değiştirebildiği tüketim kalemlerini kapsamaktadır. Dolayısıyla enflasyonist ortamın yarattığı satın alma gücü ve bütçe kısıtlarının tüketicilerin ihtiyari harcama davranışlarına zorunlu harcamalara göre daha fazla yansması beklenebilir.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışmada kartla yapılan harcamalar ile enflasyon arasındaki ilişkinin, harcamaların niteliğine göre farklılaşıp farklılaşmadığı incelenmiştir. Bu amaçla Mart 2014-Ağustos 2026 dönemine ait aylık veriler kullanılmış; toplam, zorunlu ve ihtiyari kredi kartı harcamaları reel hale getirilerek doğal logaritmaları alınmış ve yıllık enflasyon ile olan kısa ve uzun dönem ilişkileri ARDL sınır testi yaklaşımıyla analiz edilmiştir. Çalışmanın temel katkısı, kredi kartı harcamalarını yalnızca toplam düzeyde ele almak yerine zorunlu ve ihtiyari harcamalar şeklinde ayrıştırarak enflasyonla ilişkilerini karşılaştırmalı olarak incelemesidir.

Elde edilen bulgular, kredi kartı harcamaları ile yıllık enflasyon arasındaki ilişkinin harcama türüne göre farklılaştığını göstermektedir. Reel toplam kredi kartı harcamaları ile yıllık enflasyon için tahmin edilen ARDL modelinde sınır testi sonuçları değişkenler arasında eşbütünleşme bulunduğuna işaret etmiş, hata düzeltme

katsayısının negatif ve anlamlı olması da uzun dönem dengesine doğru bir uyum mekanizmasının bulunduğunu desteklemiştir. Bununla birlikte, hata düzeltme katsayısının mutlak değerinin oldukça düşük olması, uzun dönem dengesine dönüş hızının zayıf olduğunu göstermektedir. Ayrıca yıllık enflasyonun normalize edilmiş uzun dönem katsayısının istatistiksel olarak anlamlı olmaması, enflasyonun reel toplam kredi kartı harcamaları üzerindeki bireysel uzun dönem etkisine ilişkin sonuçların ihtiyatla yorumlanmasını gerektirmektedir.

İhtiyari kredi kartı harcamalarına ilişkin sonuçlar daha tutarlı bir ekonometrik yapı ortaya koymuştur. ARDL sınır testi, reel ihtiyari kredi kartı harcamaları ile yıllık enflasyon arasında %5 anlamlılık düzeyinde eşbütünleşme bulunduğuna işaret etmiş; hata düzeltme katsayısının negatif ve anlamlı olması, kısa dönemde ortaya çıkan sapmaların uzun dönem dengesine doğru düzeltildiğini göstermiştir. Ayrıca Breusch-Godfrey LM testi modelde otokorelasyon sorunu bulunmadığını, CUSUM ve CUSUMSQ testleri ise model parametrelerinin istikrarlı olduğunu ortaya koymuştur.

Zorunlu kredi kartı harcamaları açısından ise daha farklı bir görünüm ortaya çıkmıştır. Sınır testi uzun dönemli bir ilişkiye işaret etmekle birlikte, hata düzeltme katsayısının beklenen negatif işaretin aksine pozitif ve anlamlı olması, sistemin uzun dönem dengesine yakınsamadığını göstermektedir. Bunun yanında yıllık enflasyonun uzun dönem katsayısının istatistiksel olarak anlamlı olmaması ve modelde otokorelasyon sorununun bulunması, zorunlu kredi kartı harcamaları ile yıllık enflasyon arasında istikrarlı ve güvenilir bir uzun dönem ilişkisinin varlığına yönelik kanıtları zayıflatmaktadır.

Bu sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde, enflasyon ile kredi kartı harcamaları arasındaki ilişkinin harcamaların ertelenebilirlik derecesine göre farklılaştığı söylenebilir. Zorunlu harcamaların gıda, sağlık, akaryakıt ve temel ihtiyaçlar gibi ertelenmesi veya tamamen vazgeçilmesi görece güç kalemlerden oluşması, bu harcamaların enflasyon karşısındaki davranışını daha katı hale getirebilir. Buna karşılık ihtiyari harcamalar, tüketicilerin gelir, beklenti ve satın alma gücündeki değişimlere karşı daha kolay erteleyebildiği, azaltabildiği veya zamanlamasını değiştirebildiği harcamalardır. Bu nedenle enflasyonist koşulların yarattığı bütçe baskısının, ihtiyari harcama davranışlarında zorunlu harcamalara kıyasla daha belirgin biçimde ortaya çıkması beklenebilir. Bu bulgu, kredi kartı harcamalarının enflasyonla ilişkisinin yalnızca toplam harcama düzeyi üzerinden değerlendirilmesinin bazı davranışsal farklılıkları görünmez kılabileceğini göstermektedir.

Çalışmanın bulguları aynı zamanda politika yapıcılar açısından da bazı çıkarımlar sunmaktadır. Kredi kartı harcamalarının toplam değerinin yanı sıra harcamaların sektörel ve niteliksel bileşiminin de izlenmesi, tüketim talebindeki değişimlerin daha sağlıklı değerlendirilmesine katkı sağlayabilir. Özellikle ihtiyari harcamaların enflasyonist dönemlerde daha esnek bir yapı sergilemesi, bu harcama grubunun hanehalkı beklentileri ve satın alma gücündeki değişimlere ilişkin erken bir gösterge olarak değerlendirilmesine olanak sağlayabilir. Bu nedenle para politikası ve finansal istikrar değerlendirmelerinde yalnızca toplam kredi kartı hacminin değil, zorunlu ve ihtiyari harcama bileşenlerinin ayrı ayrı takip edilmesi yararlı olabilir.

Çalışmanın bazı sınırlılıkları da bulunmaktadır. Öncelikle kredi kartı harcamalarının zorunlu ve ihtiyari olarak sınıflandırılması sektörel harcama kalemlerine dayandığından, aynı harcama grubundaki tüm işlemlerin bireysel tüketiciler açısından aynı derecede zorunlu veya ihtiyari olduğu varsayılmaz. Ayrıca analizde kredi kartı harcamaları ile enflasyon arasındaki ilişkiye odaklanılmış; gelir, faiz oranı, tüketici güveni, işsizlik ve kredi kartı faiz oranları gibi tüketim davranışını etkileyebilecek diğer makroekonomik değişkenler modele dahil edilmemiştir. Gelecek çalışmalarda bu değişkenlerin modele eklenmesi, pandemi ve yüksek enflasyon dönemleri gibi yapısal kırılmaların ayrı olarak incelenmesi ve farklı frekanslardaki verilerle sağlamlık analizlerinin gerçekleştirilmesi önerilebilir. Ayrıca kredi kartı harcamaları ile enflasyon arasındaki ilişkinin yönünü ortaya koymak amacıyla nedensellik analizlerinin uygulanması, ilişkinin yalnızca birlikte hareket etme düzeyinden öteye taşınarak daha ayrıntılı biçimde değerlendirilmesine katkı sağlayacaktır.

Kaynakça

- Agarwal, S., Ghosh, P., Li, J., & Ruan, T. (2024). Digital payments and consumption: Evidence from the 2016 demonetization in India. *The Review of Financial Studies*, 37(8), 2550-2585.
- Altan, M., & Göktürk, İ. E. (2007). Türkiye’de Kredi Kartlarının Toplam Özel Nihai Tüketim Harcamalarına Etkisi: Bir Çoklu Regresyon Analizi. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (18), 25-47.
- Beech, A., Dollman, R., Finlay, R. ve La Cava, G. (2014). Avustralya’da Hane Halkı Harcamalarının Dağılımı | Bülten – Mart 2014.
- Çemrek, F. (2026). Türkiye’de Kredi Kartı İstatistiklerinin Zaman Serileri Analizi ile İncelenmesi. *Gordion Sosyal Bilimler Dergisi*, (Advanced Online Publication), 49-63.
- Durkin, T. A., Elliehausen, G., Staten, M. E., & Zywicki, T. J. (2014). *Consumer credit and the American economy*. Oxford University Press.
- Emiroğlu, Ö. A., & Tütüncü, A. (2025). Kredi kartı kullanımını belirleyen makroekonomik değişkenler: türkiye örneği. *Kastamonu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 27(1), 153-171.
- Eryılmaz, Z., & Sarı, M. (2025). Enflasyon-Kredi Genişlemesi İlişkisinin VAR Analizi: Türkiye Üzerine Bir Uygulama. *BDDK Bankacılık ve Finansal Piyasalar Dergisi*, 19(1), 1-21.
- Karakaya, M. F. (2021). The making of a market: The relational aspects of credit card installments in Turkey. *İstanbul University Journal of Sociology*, 41(2), 435-449.
- Lauer, J. (2020). Plastic surveillance: Payment cards and the history of transactional data, 1888 to present. *Big Data & Society*, 7(1), 2053951720907632.
- Sönmezler, G., Gündüz, İ. O., & Torun, M. (2019). Türkiye’de Kredi Kartı Harcamaları İle Tüketici Güven Endeksi ve Enflasyon Arasındaki İlişki Üzerine Ampirik Bir Çalışma. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 28(1), 17-29.
- St-Germain, AAF ve Tarasuk, V. (2018). Gıda güvensizliği yaşayan Kanadalı hanehalklarının harcama kalıplarında temel ihtiyaçların önceliklendirilmesi. *Halk Sağlığı Beslenmesi*, 21 (11), 2065-2078.
- Tunay, K. B. (2023). Türkiye’de kredi kartı harcamalarının belirleyicileri ve enflasyon beklentilerinin bu harcamalar üzerindeki etkileri. *Bankacılık ve Finansal Araştırmalar Dergisi*, 10(2), 100-122.
- Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası. (2024). *Enflasyon Raporu 2024-III*. Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası
- Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası. (2026). *Elektronik Veri Dağıtım Sistemi (EVDS): Banka ve kredi kartı istatistikleri*. [TCMB Elektronik Veri Dağıtım Sistemi](https://tcmb.gov.tr/elektronik-veri-dagitim-sistemi)
- Wolters, T. (2000). ‘Carry Your Credit in Your Pocket’: The Early History of the Credit Card at Bank of America and Chase Manhattan. *Enterprise & Society*, 1(2), 315-354.

ÇİN'İN ALTERNATİF EKONOMİK AKTİVİTE GÖSTERGELERİNİN STOKASTİK ÖZELLİKLERİ: LI KEQIANG ENDEKSİ ÜZERİNE RALS TABANLI BİRİM KÖK VE EŞBÜTÜNLEŞME BULGULARI

Dr. Öğr. Üyesi Alperen AĞCA¹ / Dr. Öğr. Üyesi Şükrü Ufuk ULADI²

1Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, İİBF, İktisat Bölümü, İktisat, alperenagca@osmaniye.edu.tr,
ORCID: 0009-0007-8139-7976

2Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, İİBF, İşletme Bölümü, Sayısal Yöntemler,
ufukuladi@osmaniye.edu.tr, ORCID: 0000-0001-8561-6776

Özet

Çin'in resmi üretim istatistiklerinin güvenilirliği uzun süredir tartışılmakta olup bu durum, manşet büyüme rakamlarına kıyasla daha güvenilir kabul edildiği söylenen Li Keqiang endeksine—fiziksel ve parasal faaliyet göstergelerinden (elektrik üretimi, demir-karayolu yük taşımacılığı ve para) oluşan bir bileşik gösterge—yönelik ilgiyi artırmıştır. Bu çalışma, Şubat 2007–Haziran 2025 dönemine ait aylık Çin verisini ($T = 221$) kullanarak bu göstergelerin zaman serisi özelliklerini ve bunların raporlanan sanayi katma değer büyümesiyle uzun dönemli ilişkisini incelemektedir. Tüm serilerin birinci farkları güçlü biçimde normal dağılımdan uzak olduğundan (Jarque–Bera istatistikleri normalliği %1 düzeyinde reddetmekte, aşırı basıklık 82'ye kadar çıkmaktadır), normal olmayan hatalardaki bilgiyi kullanarak testin gücünü artıran üç artık genişletilmiş en küçük kareler (RALS) yöntemi uygulanmaktadır: Im, Lee ve Tieslau (2014) RALS-ADF birim kök testi, Meng, Lee ve Payne (2017) içsel yapısal kırılmalı RALS-LM birim kök testi ve Lee, Lee ve Im (2015) RALS eş-bütünleşme testi. Birim kök bulguları rejime bağlıdır: kırılmalar dikkate alınmadığında elektrik ve yük taşıma $I(1)$ süreçler gibi davranırken, 2008–10 küresel finansal krizi, 2014 sanayi yavaşlaması ve 2020 pandemisi çevresinde kümelenen iki içsel kırılmaya izin verildiğinde tüm göstergeler kırılmalı bir trend etrafında durağan hâle gelmektedir. Eş-bütünleşme bulguları ise spesifikasyona duyarlıdır: raporlanan sanayi büyümesi ile elektrik–para tabanı arasındaki uzun dönemli ilişki, trend içeren Engle–Granger ve koşullu-ECM RALS testlerince saptanırken, yalnızca sabitli Engle–Granger testince saptanmamaktadır. Bulgular, Çin'in faaliyet göstergelerindeki kalıcılığın gerçek bir birim kökten çok büyük ölçüde yapısal olduğunu; raporlanan büyüme ile fiziksel faaliyet tabanı arasındaki bağın ise mevcut olmakla birlikte kırılğan olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: : Li Keqiang endeksi, RALS birim kök testleri, yapısal kırılmalar, eş-bütünleşme, Çin ekonomisi.

STOCHASTIC PROPERTIES OF CHINA'S ALTERNATIVE ACTIVITY INDICATORS: RALS-BASED UNIT ROOT AND COINTEGRATION EVIDENCE ON THE LI KEQIANG INDEX**Assist. Prof. Dr. Alperen AĞCA 1 / Assist. Prof. Dr. Şükrü Ufuk ULADI 2****1 Osmaniye Korkut Ata University, FEAS, Department of Economics, Economics,
alperenagca@osmaniye.edu.tr, ORCID: 0009-0007-8139-7976****2 Osmaniye Korkut Ata University, FEAS, Department of Business Administration, Quantitative
Methods, ufukuladi@osmaniye.edu.tr, ORCID: 0000-0001-8561-6776****Abstract**

The credibility of China's official output statistics has long been questioned, motivating interest in the so-called Li Keqiang index—a composite of physical and monetary activity indicators (electricity generation, rail–road freight turnover and money) reportedly favoured over headline growth figures. This paper examines the time-series properties of these indicators and their long-run relationship with reported industrial value-added growth using monthly Chinese data from February 2007 to June 2025 ($T = 221$). Because the first differences of every series are strongly non-normal (Jarque–Bera statistics reject normality at the 1% level, with excess kurtosis up to 82), we employ three residual augmented least squares (RALS) procedures that exploit information in non-normal errors to raise power: the RALS-ADF unit root test of Im, Lee and Tieslau (2014), the RALS-LM unit root test with endogenous structural breaks of Meng, Lee and Payne (2017), and the RALS cointegration test of Lee, Lee and Im (2015). The unit root evidence is regime-dependent: ignoring breaks, electricity and freight behave as $I(1)$ processes, whereas allowing two endogenous breaks—clustered around the 2008–10 global financial crisis, the 2014 industrial slowdown and the 2020 pandemic—renders all indicators stationary around a broken trend. The cointegration evidence is specification-sensitive: a long-run relationship between reported industrial growth and the electricity–money base is detected by the trend-augmented Engle–Granger and conditional-ECM RALS tests, but not by the constant-only Engle–Granger test. The findings suggest that the persistence of China's activity indicators is largely structural rather than a genuine unit root, and that the linkage between reported growth and the physical activity base, while present, is fragile.

Keywords: Li Keqiang index, RALS unit root tests, structural breaks, cointegration, Chinese economy.

INTRODUCTION

The reliability of China's official output data has long been a matter of debate, and it is a question that has not been settled yet. Rawski (2001) has argued that the growth reported by China during the deflation of the late 1990s was not consistent with the behaviour of its physical indicators, and since then a large body of literature has examined whether the headline figures are smoothed, over-reported or otherwise disconnected from real activity (Holz, 2014; Nakamura, Steinsson & Liu, 2016; Fernald, Hsu & Spiegel, 2021; Clark, Pinkovskiy & Sala-i-Martin, 2020). One of the reactions to this problem has been to follow “harder” indicators that are more difficult to manipulate. The most well-known of these is the Li Keqiang index, which is named after the former premier who, according to a 2007 diplomatic cable later reported by The Economist (2010), is said to have trusted electricity consumption, rail freight volume and bank lending more than provincial GDP.

Whether these indicators can be used instead of the official statistics, or at least as a check on them, depends on their time-series properties. If electricity, freight and money are integrated of order one and share a common stochastic trend with reported output, then a stable long-run equilibrium exists and it is reasonable to use them as a cross-check. On the other hand, if the indicators are stationary around structural breaks, or if they do not cointegrate with reported growth, the information content of the index becomes more limited. For this reason, this study examines two questions: first, the order of integration of China's alternative activity indicators when structural breaks are taken into account, and second, whether reported industrial value-added growth has a long-run relationship with the electricity–money activity base.

There is a methodological difficulty at this point. Chinese monthly macro series are strongly non-normal; the Lunar New Year, various administrative interventions and sudden shocks such as the 2020 lockdowns give the data fat tails and considerable asymmetry. The traditional Dickey–Fuller and Engle–Granger tests ignore this information and are therefore known to have low power. To deal with this problem, the residual augmented least squares (RALS) approach of Im, Lee and Tieslau (2014) has been used, which adds transformations of the second and third moments of the residuals to the test regression and thus recovers efficiency when the errors are non-normal. In this framework, three tests have been applied: the RALS-ADF unit root test, the RALS-LM unit root test with two endogenous breaks (Meng, Lee & Payne, 2017) and the RALS cointegration test (Lee, Lee & Im, 2015). The contribution of the study is twofold. To the best of our knowledge, it provides the first joint RALS-based analysis of the Li Keqiang indicators over a long modern sample, and it shows how fragile the relationship between reported growth and physical activity actually is.

1. CONCEPTUAL FRAMEWORK

Two strands of literature form the basis of the analysis. The first is concerned with the measurement of Chinese activity. Some authors argue that official real growth is “too smooth” compared with the much more volatile paths of tax revenue, electricity and imports (Nakamura et al., 2016), while others, using satellite night-lights and value-added tax data, reach the opposite conclusion and claim that growth has sometimes been understated rather than overstated (Clark et al., 2020). Between these two views, Fernald et al. (2021) construct a cyclical activity tracker for China from a wide set of proxies, including electricity and freight, and find that it moves together with official GDP but is considerably smoother. Throughout this debate, the same variables appear repeatedly: electricity generation and freight turnover as the physical anchors and monetary aggregates as the financial anchor. These are exactly the components of the Li Keqiang index.

The second strand is methodological and concerns testing for unit roots and cointegration when the data contain breaks and the errors are non-normal. Perron (1989) has shown that neglected structural breaks bias unit root tests towards non-rejection. Lee and Strazicich (2003) have developed a minimum Lagrange multiplier (LM) test with two breaks whose distribution, unlike the endogenous-break Dickey–Fuller test, does not depend on the break location under a level shift. Separately, Hansen (1995) has demonstrated that augmenting the Dickey–Fuller

regression with covariates correlated with the error increases power. Im, Lee and Tieslau (2014) have shown that when the errors are non-normal the higher moments of the residuals themselves can play this role, so that the power gain is obtained without any external covariate; this is the RALS principle. Meng, Lee and Payne (2017) have combined RALS with the LM break test, and Lee, Lee and Im (2015) have extended RALS to residual-based and conditional error-correction cointegration tests. Since the series used here are both break-prone and clearly non-normal, this set of tests is well suited to the problem.

2. DATA AND METHOD

2.1. Data

The data set consists of monthly Chinese series covering the period 2007:02–2025:06, that is $T = 221$ observations. Money in circulation (M0, end-of-period), electricity generation and freight turnover have been obtained from the National Bureau of Statistics, as well as the industrial value-added growth rate (year-on-year, at comparable prices); the manufacturing PMI and the central-bank discount rate have been included as auxiliary indicators. Since M0, electricity and freight display strong deterministic seasonality—the Lunar New Year alone increases January M0 by about 16% and decreases February freight by about 18%, while electricity peaks in summer by roughly 11–12%—these three level series have been seasonally adjusted by classical multiplicative adjustment (the ratio to a centred 2×12 moving average) and then expressed in natural logarithms, denoted $\ln M0$, $\ln elec$ and $\ln freight$. Industrial growth (ig), the discount rate (rdis) and the PMI are already free of deterministic seasonality and enter in levels. Figure 1 shows the four core series and Figure 2 the estimated seasonal factors.

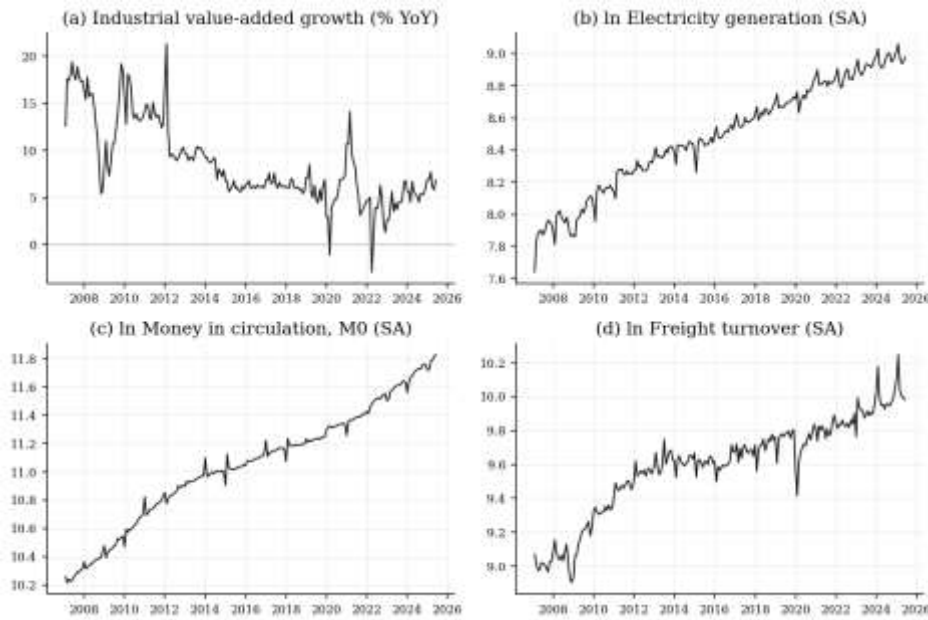


Figure 1. Core series: industrial value-added growth and the seasonally adjusted logarithms of electricity, M0 and freight.

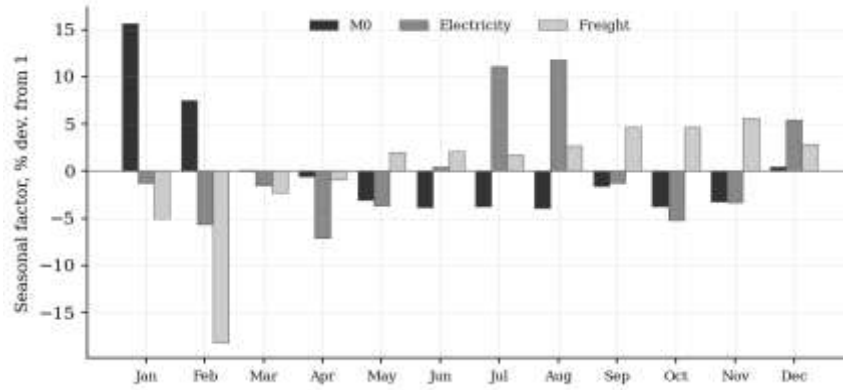


Figure 2. Estimated multiplicative seasonal factors (percentage deviation from unity) for M0, electricity and freight.

Table 1 reports the descriptive statistics and the Jarque–Bera normality tests, which have been computed on the first differences, since these are the series that are tested for a unit root. Normality is rejected at the 1% level for all series, and the excess kurtosis is generally high—moderate for freight but very large for the discount rate and the PMI. Thus the condition that the RALS tests are designed to exploit is clearly satisfied here.

Table 1. Descriptive statistics and normality of first differences.

Series	Mean	Std. dev.	Skewness	Kurtosis	Jarque–Bera
ln M0 (SA)	11.05	0.41	0.59	12.16	782.1***
ln Electricity (SA)	8.49	0.34	0.69	6.78	148.2***
ln Freight (SA)	9.59	0.28	−0.35	5.53	63.3***
Industrial growth	8.60	4.42	−0.89	10.08	488.1***
Discount rate	3.06	0.30	−3.03	81.97	57506.3***
PMI	50.90	2.50	0.58	34.55	9135.0***

Notes: mean and standard deviation are for the level (ig, rdis, pmi) or log level (lm0, lelec, lfreight); skewness, kurtosis and the Jarque–Bera statistic are computed on first differences. *** denotes rejection of normality at the 1% level.

2.2. RALS-ADF unit root test (Im, Lee and Tieslau, 2014)

Let y_t follow an autoregression with possibly non-normal innovations. The augmented Dickey–Fuller regression with an intercept (and, optionally, a linear trend) is

$$\Delta y_t = \alpha + \beta y_{t-1} + \sum_{j=1}^p \delta_j \Delta y_{t-j} + e_t. \quad (1)$$

The unit root null is $H_0: \beta = 0$. Let $\hat{e}_t$ be the OLS residuals from (1) and define the second- and third-moment transformations

$$\hat{w}_t = [\hat{e}_t^2 - m_2, \hat{e}_t^3 - m_3 - 3m_2\hat{e}_t]', \quad (2)$$

where $m_2 = T^{-1}\Sigma\hat{e}_t^2$ and $m_3 = T^{-1}\Sigma\hat{e}_t^3$. The residual augmented least squares (RALS) regression adds $\hat{w}_t$ to (1):

$$\Delta y_t = \alpha + \beta y_{t-1} + \sum \delta_j \Delta y_{t-j} + \hat{w}_t'\gamma + v_t. \quad (3)$$

The RALS-ADF statistic is the t -statistic for $\beta = 0$ in (3), denoted τ_R . Its limiting distribution is a ρ -weighted mixture of the Dickey–Fuller and standard normal distributions,

$$\tau_R \Rightarrow \rho \cdot DF + (1 - \rho^2)^{1/2} \cdot Z, \quad \rho^2 = \hat{\sigma}_A^2 / \hat{\sigma}^2, \quad (4)$$

where DF is the Dickey–Fuller distribution for the chosen deterministic specification, Z is standard normal, and ρ^2 is the ratio of the RALS error variance $\hat{\sigma}_A^2$ to the ADF error variance $\hat{\sigma}^2$ (Im, Lee & Tieslau, 2014). A smaller ρ^2 —stronger non-normality—yields larger power gains. The augmentation order p is chosen by the Akaike information criterion up to a maximum of 14 lags.

2.3. RALS-LM unit root test with structural breaks (Meng, Lee and Payne, 2017)

Let Z_t collect the deterministic terms. Under Model C (“crash-and-trend”) with breaks, $Z_t = [1, t, D_{1t}, D_{2t}, DT_{1t}, DT_{2t}]'$, where $D_{jt} = 1$ and $DT_{jt} = t - T_{Bj}$ for $t > T_{Bj}$ (zero otherwise). The Schmidt–Phillips–Lee–Strazicich LM detrending obtains $\tilde{\delta}$ from $\Delta y_t = \Delta Z_t' \delta + u_t$ and forms

$$\tilde{S}_t = y_t - \tilde{\psi} - Z_t' \tilde{\delta}, \quad \tilde{\psi} = y_1 - Z_1' \tilde{\delta}. \quad (5)$$

The LM test regression, augmented with the RALS terms $\hat{w}_t$ defined as in (2), is

$$\Delta y_t = \delta' \Delta Z_t + \phi \tilde{S}_{t-1} + \sum d_j \Delta \tilde{S}_{t-j} + \hat{w}_t' \gamma + \varepsilon_t. \quad (6)$$

The RALS-LM statistic is the t -statistic for $\phi = 0$, with limiting distribution $\tau_R \Rightarrow \rho \cdot LM + (1 - \rho^2)^{1/2} \cdot Z$, where LM denotes the Lee–Strazicich distribution conditional on the break fractions. Following Bai and Perron, the two break dates are selected by minimising the residual sum of squares of (6); the augmentation order is selected by the AIC (maximum 12 lags).

2.4. RALS cointegration test (Lee, Lee and Im, 2015)

Let $y_t = ig_t$ be industrial growth and $X_t = (lelec_t, lm0_t)'$. Two RALS cointegration tests are used. The Engle–Granger residual-based test first estimates

$$y_t = c + \kappa t + \theta_1 lelec_t + \theta_2 lm0_t + u_t, \quad (8)$$

and then applies a RALS-augmented ADF test to the residual $\hat{u}_t$:

$$\Delta \hat{u}_t = \phi \hat{u}_{t-1} + \sum c_j \Delta \hat{u}_{t-j} + \hat{w}_t' \gamma + v_t, \quad \tau_{RALS-EG}. \quad (9)$$

The conditional error-correction (ADL) test estimates a single equation and tests $\beta = 0$:

$$\Delta y_t = c + \beta y_{t-1} + \theta_1 lelec_{t-1} + \theta_2 lm0_{t-1} + \sum b_j' \Delta X_{t-j} + \hat{w}_t' \gamma + v_t, \quad \tau_{RALS-ADL}. \quad (10)$$

In both cases the RALS t -statistic converges to $\rho \cdot (\text{base}) + (1 - \rho^2)^{1/2} \cdot Z$, where the base distribution is, respectively, the Engle–Granger and the conditional-ECM distribution for two $I(1)$ regressors (Lee, Lee & Im, 2015).

Because the mixture distributions in (4), (6)–(7) and (9)–(10) depend on the nuisance parameter ρ^2 , critical values are obtained by Monte Carlo: the relevant base distribution (Dickey–Fuller, Lee–Strazicich LM conditional on the estimated break fractions, or the two-regressor Engle–Granger / conditional-ECM distribution) is simulated with 10^4 – 10^5 replications and combined with an independent standard normal draw using the estimated ρ^2 . The simulated base quantiles reproduce the tabulated Dickey–Fuller and Engle–Granger values to two decimals, validating the procedure.

3. FINDINGS

3.1. Unit root results

Table 2 presents the RALS-ADF results together with the ordinary ADF statistic. For the trending log series ($lm0$, $lelec$, $lfreight$) the specification with a constant and a trend is the relevant one, whereas for the mean-reverting series (ig , $rdis$, pmi) the constant-only specification has been used. Two points can be drawn from the table. First, the RALS-ADF test is more powerful than the ADF test, as expected: for $lm0$ the RALS statistic of -3.59 rejects the unit root at 5%, while the ADF statistic of -1.89 does not. Second, the two physical indicators, electricity and freight, do not reject the unit root under either test and therefore behave as $I(1)$ processes, while industrial growth

and the PMI are clearly stationary. The discount rate is an exception; its kurtosis is so high (≈ 82) that the RALS transformation almost degenerates ($\rho^2 \approx 0.10$), so its RALS statistic should not be taken into account.

Table 2. RALS-ADF unit root tests.

Series	Spec.	ADF t	RALS-ADF t	ρ^2	Lag
ln M0 (SA)	C+T	-1.89	-3.59**	0.55	14
ln Electricity (SA)	C+T	-1.97	-2.16	0.79	12
ln Freight (SA)	C+T	-2.13	-2.77	0.71	12
Industrial growth	C	-2.69	-3.24***	0.52	12
Discount rate	C	-3.94	-0.42†	0.10	10
PMI	C	-7.57	-7.11***	0.40	6

Notes: C = constant, C+T = constant and trend. The RALS-ADF critical values depend on ρ^2 ; representative 5% values are -3.05 (C+T, $\rho^2 \approx 0.55$) and -2.61 (C, $\rho^2 \approx 0.52$). ***, ** and * denote rejection of the unit root null at 1%, 5% and 10%. † The discount-rate RALS statistic is unreliable owing to near-degenerate ρ^2 .

Table 3 presents the RALS-LM test, which now allows two endogenous breaks in both the intercept and the trend (Model C). The break dates obtained are economically meaningful, since they cluster around the 2008–10 global financial crisis and the stimulus that followed it, the 2013–14 industrial slowdown and the 2020–22 pandemic and its aftermath. Once these breaks are allowed for and the non-normality is taken into account at the same time, every indicator, including electricity and freight, rejects the unit root null. Figure 3 shows the mechanism for M0: the log level follows a smooth broken trend, and once this trend is removed by LM detrending the remaining series reverts strongly to its mean. This difference from Table 2 is the main time-series result of the study; the apparent persistence of China's activity indicators is to a large extent the result of a small number of structural breaks rather than a genuine unit root.

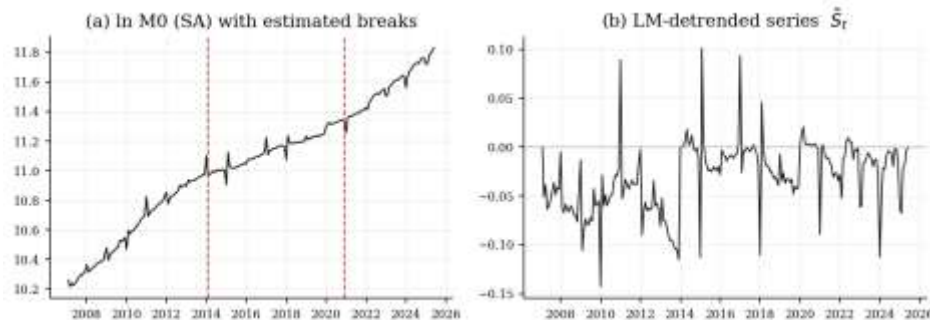


Figure 3. LM detrending of ln M0 (SA): (a) the series with the two estimated breaks; (b) the detrended series.

Table 3. RALS-LM unit root tests with two endogenous breaks (Model C).

Series	Break 1	Break 2	Lag	RALS-LM t	5% CV	ρ^2
ln M0 (SA)	2014:02	2020:12	1	-9.93***	-3.59	0.54
ln Electricity (SA)	2010:03	2014:02	12	-4.85***	-3.81	0.80
ln Freight (SA)	2013:08	2020:01	12	-5.59***	-3.87	0.74
Industrial growth	2012:03	2022:04	12	-4.04**	-3.82	0.79
Discount rate	2010:12	2015:11	12	-9.65†	-1.78	0.00
PMI	2008:12	2020:03	12	-6.42***	-3.33	0.52

Notes: Model C allows breaks in intercept and trend; break dates minimise the RSS of the test regression; critical values are simulated conditional on the estimated break fractions and ρ^2 . ***, ** significant at 1%, 5%. † The discount rate has near-degenerate ρ^2 and its statistic is not interpretable.

3.2. Cointegration results

Table 4 reports the RALS cointegration tests of industrial growth on log electricity and log M0, and the result depends to a large extent on the specification. The conditional-ECM (ADL) test rejects the no-cointegration null decisively under both specifications; however, since industrial growth is itself close to $I(0)$ (Table 2), part of this rejection simply reflects the mean reversion of the dependent variable, which is the degenerate case pointed out by Pesaran, Shin and Smith (2001), and it should be read as an upper bound. The Engle–Granger residual test is stricter, because it assumes $I(1)$ variables throughout, and it rejects at 5% only when a trend is included (–4.16 against a 5% critical value of –3.82), while the constant-only specification does not reject at all (–1.45). Taken together, the two tests indicate a long-run relationship between reported industrial growth and the electricity–money base that exists but is fragile and conditional on a trend, rather than a robust and unconditional equilibrium.

Table 4. RALS cointegration tests: industrial growth on ln electricity and ln M0.

Test	Spec.	RALS stat.	ρ^2	5% CV	Decision
Conditional ECM (ADL)	C	–6.91***	0.78	–3.34	Cointegrated†
Conditional ECM (ADL)	C+T	–6.86***	0.78	–3.72	Cointegrated†
Engle–Granger residual	C	–1.45	0.61	–3.39	No cointegration
Engle–Granger residual	C+T	–4.16**	0.69	–3.82	Cointegrated

Notes: dependent variable industrial growth; regressors ln electricity (SA) and ln M0 (SA). ***, ** significant at 1%, 5%. † The ADL rejection is inflated by the near-stationarity of the dependent variable (degenerate case) and is interpreted as an upper bound.

4. CONCLUSION, DISCUSSION AND RECOMMENDATIONS

This study has examined the stochastic properties of China’s Li Keqiang activity indicators and their long-run relationship with reported industrial growth over the 2007–2025 period, using three RALS-based tests designed for the strongly non-normal errors that are common in Chinese monthly data. Three main results have been obtained. First, the order of integration is regime-dependent: when breaks are ignored, electricity and freight appear to be $I(1)$, but when two endogenous breaks—corresponding to the financial crisis, the 2014 slowdown and the pandemic—are allowed for, all indicators become stationary around a broken trend. Persistence in the physical economy is therefore better described as structural than as a genuine random walk. Second, the RALS tests provide clear power gains: money in circulation is found to be trend-stationary by the RALS-ADF test but not by the conventional ADF test, which is consistent with the idea that non-normal errors carry usable information. Third, the long-run relationship between reported industrial growth and the electricity–money base is fragile; it is detected by the trend-augmented Engle–Granger and conditional-ECM tests but not by the constant-only residual test.

As for the wider debate on the quality of Chinese data, the results suggest a careful interpretation. The Li Keqiang indicators do share information with official activity and therefore remain useful as cross-checks; however, their relationship with reported growth is neither strong nor structurally stable enough for them to be used as a mechanical substitute. From a methodological point of view, the fact that the unit root result changes considerably depending on the treatment of breaks shows that inference about Chinese activity should not rely on break-free tests. Further studies could extend the analysis to provincial panels, include bank credit (the third original

component of the index) explicitly, and use Fourier-type approximations in order to capture smooth rather than sharp breaks. One limitation is that industrial growth is available only as a year-on-year rate, which makes a levels reading of cointegration difficult; constructing a comparable output level would improve the equilibrium analysis.

REFERENCES

- Clark, H., Pinkovskiy, M., & Sala-i-Martin, X. (2020). China's GDP growth may be understated. *China Economic Review*, 62, 101243.
- Dickey, D. A., & Fuller, W. A. (1979). Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. *Journal of the American Statistical Association*, 74(366), 427–431.
- Engle, R. F., & Granger, C. W. J. (1987). Co-integration and error correction: Representation, estimation, and testing. *Econometrica*, 55(2), 251–276.
- Fernald, J. G., Hsu, E., & Spiegel, M. M. (2021). Is China fudging its GDP figures? Evidence from trading partner data. *Journal of International Money and Finance*, 110, 102262.
- Hansen, B. E. (1995). Rethinking the univariate approach to unit root testing: Using covariates to increase power. *Econometric Theory*, 11(5), 1148–1171.
- Holz, C. A. (2014). The quality of China's GDP statistics. *China Economic Review*, 30, 309–338.
- Im, K. S., Lee, J., & Tieslau, M. A. (2014). More powerful unit root tests with non-normal errors. In R. C. Sickles & W. C. Horrace (Eds.), *Festschrift in honor of Peter Schmidt* (pp. 315–342). New York: Springer.
- Lee, H., Lee, J., & Im, K. (2015). More powerful cointegration tests with non-normal errors. *Studies in Nonlinear Dynamics & Econometrics*, 19(4), 397–413.
- Lee, J., & Strazicich, M. C. (2003). Minimum Lagrange multiplier unit root test with two structural breaks. *Review of Economics and Statistics*, 85(4), 1082–1089.
- Meng, M., Lee, J., & Payne, J. E. (2017). RALS-LM unit root test with trend breaks and non-normal errors: Application to the Prebisch–Singer hypothesis. *Studies in Nonlinear Dynamics & Econometrics*, 21(1), 31–45.
- Nakamura, E., Steinsson, J., & Liu, M. (2016). Are Chinese growth and inflation too smooth? Evidence from Engel curves. *American Economic Journal: Macroeconomics*, 8(3), 113–144.
- Perron, P. (1989). The great crash, the oil price shock, and the unit root hypothesis. *Econometrica*, 57(6), 1361–1401.
- Pesaran, M. H., Shin, Y., & Smith, R. J. (2001). Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. *Journal of Applied Econometrics*, 16(3), 289–326.
- Rawski, T. G. (2001). What is happening to China's GDP statistics? *China Economic Review*, 12(4), 347–354.
- Schmidt, P., & Phillips, P. C. B. (1992). LM tests for a unit root in the presence of deterministic trends. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 54(3), 257–287.
- The Economist. (2010, December 9). Keqiang ker-ching: How China's next prime minister keeps tabs on its economy. *The Economist*.

APPENDIX. ADAPTED WINRATS PROGRAMS

The three WinRATS programs used to reproduce the tests—RALS-ADF, RALS-LM (via the @RALSLM_UROOT procedure) and RALS cointegration—are provided as separate files (RATS_1_RALS_ADF.txt, RATS_2_RALS_LM.txt, RATS_3_RALS_COINT.txt), together with the seasonally

adjusted data file china_rals.xlsx. In adapting the original programs, the AIC lag loop has been corrected so that the augmentation order actually varies with the loop index ($dy\{1 \text{ to } i\}$ rather than $dy\{1 \text{ to } maxlag\}$), the calendar and the sample have been set to monthly 2007:02–2025:06, and the cointegration program has been extended from one to two $I(1)$ regressors.

GEBELİKTE YALNIZLIĞIN ANNE VE BEBEK SAĞLIĞINA ETKİLERİ VE EBELİK TEMELLİ MÜDAHALELERİN İNCELENMESİ

Dr. Öğr. Üyesi Hülya TOSUN ¹

Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi Ebelik Bölümü, hulya.tosun@ksbu.edu.tr, <https://orcid.org/0009-0004-2443-1670>

Özet

Gebelikte yalnızlık, kadının sahip olduğu sosyal ilişkiler, ihtiyaç duyduğu yakınlık, anlaşılma ve sosyal destek arasındaki algılanan dengesizliği ifade etmektedir.

Bu derlemenin amacı, gebelikte yalnızlığın yaygınlığı ve belirleyicileri ile maternal ruh sağlığı, intiharla ilişkili riskler, obstetrik, fetal ve çocukluk dönemi sonuçları üzerindeki mümkün olabilecek etkilerini incelemek; yalnızlığı azaltmaya yönelik deneysel çalışmalar ile ebelik temelli müdahaleleri güncel kanıtlar doğrultusunda değerlendirmektir.

Bu çalışma, 1 Ağustos 2026 tarihine kadar yayımlanmış araştırmaların planlı bir şekilde tarandığı güncel bir anlatı derlemesidir. Literatür araştırmasında gebelik, perinatal dönem, yalnızlık, sosyal izolasyon, algılanan sosyal destek, depresyon, anksiyete, intihar düşüncesi, fetal/yenidoğan sonuçları, ebelik, dijital destek ve müdahale kavramları birlikte kullanılmıştır. Birincil araştırmalar, sistematik ve kapsam belirleme derlemeleri ile WHO, NICE ve ACOG/SMFM rehberlerinin değerlendirilmesidir.

Gebelikte yalnızlık, algılanan sosyal izolasyondan ve sosyal desteğin azlığından farklı, kendine özgü ve çok boyutlu bir deneyimdir. Araştırmalar gebelikte yalnızlığı; yalnızlık sıklığı, ölçüm araçları ve örneklem farklılıklarına bağlı olarak %26,26-%55,40 arasında göstermektedir. Yetersiz partner desteği, düşük sosyoekonomik durum, primiparite, doğum korkusu, anksiyete, olumsuz tekrarlayıcı düşünceler, niteliksiz sosyal ağlar, göç, ayrımcılık, sağlık hizmetlerine erişim güçlükleri ve kriz dönemlerindeki kısıtlamalar temel belirleyicilerdir. Yalnızlığın depresyon, anksiyete ve psikososyal stresle ilişkisi güçlü olmakla birlikte, intihar girişimine doğrudan neden olduğu görülmemiştir. Fetüs, obstetrik komplikasyonlar ve yenidoğan sonuçlarına ilişkin doğrudan yalnızlık kanıtı sınırlıdır; mevcut sonuçların önemli bölümü maternal stres, depresyon ve yetersiz sosyal destek üzerinden elde edilen dolaylı ve gözlemsel verilere dayanmaktadır. Yirmi altı müdahale çalışmasını içeren 2026 tarihli sistematik derlemede 17 randomize kontrollü çalışmadan yalnızca altısı yalnızlık veya sosyal destek memnuniyetini iyileştirmiş, bunların yalnızca üçünde depresyon veya anksiyete belirtileri de iyileşmiştir.

Gebelikte yalnızlık, yalnızca sosyal çevredeki kişi sayısı ile açıklanamayan ve bireysel, ilişkisel, kurumsal ve toplumsal belirleyicileri bulunan önemli bir perinatal halk sağlığı sorunudur. Doğum öncesi bakımda yalnızlık ve sosyal destek gereksinimleri; depresyon, anksiyete, intihar riski ve aile içi şiddet değerlendirmesiyle birlikte ele alınmalıdır. Ebe liderliğinde süreklilik gösteren, profesyonel olarak kolaylaştırılan, akran desteği içeren, partner katılımını kadının onayı ve güvenliği doğrultusunda sağlayan yüz yüze veya dijital karma müdahaleler umut vericidir.

Anahtar kelimeler: Gebelik, yalnızlık, perinatal ruh sağlığı

THE EFFECTS OF LONELINESS DURING PREGNANCY ON MATERNAL AND INFANT HEALTH AND AN EXAMINATION OF MIDWIFERY BASED INTERVENTIONS

Dr. Hülya TOSUN, Assistant Professor

**Kütahya Health Sciences University, Department of Midwifery, hulya.tosun@ksbu.edu.tr,
<https://orcid.org/0009-0004-2443-1670>**

Abstract

Aim: Loneliness during pregnancy refers to the perceived imbalance between a woman's social relationships, the intimacy she needs, understanding, and social support. The aim of this review is to examine the prevalence and determinants of loneliness during pregnancy and its potential effects on maternal mental health, suicide-related risks, obstetric, fetal, and childhood outcomes; and to evaluate experimental studies and midwifery-based interventions aimed at reducing loneliness in light of current evidence.

This study is a current narrative review that systematically scans research published up to August 1, 2026. The literature review combined the concepts of pregnancy, perinatal period, loneliness, social isolation, perceived social support, depression, anxiety, suicidal ideation, fetal/neonatal outcomes, midwifery, digital support, and intervention. Primary research consisted of systematic and scope-based reviews, as well as evaluations of WHO, NICE, and ACOG/SMFM guidelines.

Loneliness during pregnancy is a unique and multidimensional experience, distinct from perceived social isolation and lack of social support. Studies show that loneliness during pregnancy ranges from 26.26% to 55.40%, depending on the frequency of loneliness, measurement tools, and sample size differences. Inadequate partner support, low socioeconomic status, primiparity, fear of childbirth, anxiety, negative repetitive thoughts, poor social networks, migration, discrimination, difficulties accessing healthcare, and restrictions during crisis periods are key determinants. While loneliness is strongly associated with depression, anxiety, and psychosocial stress, it has not been shown to directly cause suicidal attempts. Direct evidence of loneliness related to the fetus, obstetric complications, and neonatal outcomes is limited. A significant portion of current findings are based on indirect and observational data derived from maternal stress, depression, and inadequate social support. In a 2026 systematic review of 26 intervention studies, only six out of 17 randomized controlled trials improved loneliness or social support satisfaction, and only three of these also improved symptoms of depression or anxiety.

Loneliness in pregnancy is a significant perinatal public health issue that cannot be explained solely by the number of people in the social circle and has individual, relational, institutional, and societal determinants. Loneliness and social support needs in prenatal care should be addressed in conjunction with assessments for depression, anxiety, suicide risk, and domestic violence. Ongoing, professionally facilitated, peer-supported, and partner-involved, face-to-face or digital blended interventions led by midwives and incorporating the woman's consent and safety are promising.

Keywords: Pregnancy, loneliness, perinatal mental health

GİRİŞ

Kavramsal Çerçeve

Bu derlemenin kavramsal çerçevesi Sosyal Ekolojik Model temelinde yapılandırılmıştır. Buna göre gebelikte yalnızlık; bireysel özellikler, partner ve aile ilişkileri, algılanan sosyal destek, sağlık hizmetleriyle etkileşim ve daha geniş sosyal koşulların karşılıklı etkisiyle şekillenen bir psikososyal durum olarak ele alınmaktadır (Kent-Marvick et al., 2022; Wang et al., 2026). Bu çerçevede stres, depresyon ve anksiyete, yalnızlıkla ilişkili bireysel düzey değişkenleri iken partner-aile desteği ilişkisel düzey belirleyicileri ve bakım sürekliliği ve sağlık hizmetine erişim ise kurumsal düzey etmenler olarak değerlendirilmiştir. Ebelik temelli sosyal ve profesyonel desteğin gebelikte yalnızlığın ve ilişkili ruhsal risklerin azaltılmasına katkı sağlayabileceği düşünülmektedir.

Metodoloji

Bu çalışma, mevcut kanıtları kavramsal ve klinik yönden güncelleyen bir narrative anlatı derlemesidir (İlçe & Andsoy 2025). Yazar tarafından sağlanan ön literatür metnindeki temalar ve cevaplandırılması istenen sorular (Gebelikte yalnızlık nasıl tanımlanmakta ve ne sıklıkta görülmektedir? Yalnızlığı artıran bireysel, ilişkisel ve toplumsal faktörler nelerdir? Yalnızlığın maternal ruh sağlığı, intihar riski, fetüs, yenidoğan ve çocuk üzerindeki etkileri hangi kanıt düzeyindedir? Yalnızlığı azaltmaya yönelik randomize ve deneysel çalışmalar ne göstermektedir? Ebeler doğum öncesi bakımda nasıl bir değerlendirme modeli uygulamalıdır?) temelinde yapılandırılmıştır.

Literatür güncellemesi 1 Eylül 2026 tarihinde tamamlanmıştır. Aramalarda “pregnancy”, “prenatal”, “antenatal”, “perinatal”, “loneliness”, “social isolation”, “perceived social support”, “maternal mental health”, “depression”, “anxiety”, “suicidal ideation”, “self-harm”, “birth outcome”, “infant”, “midwifery”, “peer support”, “digital intervention” ve “randomized controlled trial” kavramları farklı kombinasyonlarda kullanılmıştır. PubMed ve PubMed Central’da yer alan kayıtlar, yayınevlerinin tam metin sayfaları ve WHO, NICE, ACOG/SMFM gibi kurumsal rehber kaynakları hedefli olarak incelenmiştir. Öncelik, gebelikte yalnızlığı doğrudan ölçen çalışmalar ile 2018-2026 döneminde yayımlanmış sistematik derlemelere, kapsam belirleme derlemelerine, kohort çalışmalarına ve müdahale araştırmalarına verilmiştir. Yalnızlık kavramı obstetrik ve neonatal çalışmalarda sınırlı şekilde incelendiği için sosyal destek konusunda elde edilen güncel kohort verileri de tamamlayıcı kanıt olarak değerlendirilmiş ve sosyal destek bulguları yalnızlığın doğrudan etkisi olarak yorumlanmamıştır.

Yalnızlık ve Gebelikte Yalnızlık

Gebelik çoğunlukla aile, eş ve yakın çevre tarafından desteklenen olumlu bir yaşam dönemi olarak kabul edilmektedir. Ancak birçok kadın bu dönemde kendisini anlaşılmamış, görünmez veya ilişkisel olarak yalnız hissedebilmektedir. Yalnızlık, bireyin etrafında birilerinin olmasından ziyade, kişinin halen devam eden ilişkilerinin ihtiyaç duyduğu yakınlık, güven, kabul ve destek düzeyini karşılamadığına ilişkin öznel değerlendirmesidir. Bu nedenle kalabalık bir aile içinde yaşayan, evli olan veya geniş bir sosyal ağa sahip bulunan gebe kadınlar da yalnızlık yaşayabilir. Sosyal izolasyon ise sosyal temasların nesnel olarak azlığını ifade eder (Nakou et. al., 2025). Algılanan sosyal destek de kişinin gerektiğinde ulaşabileceğini düşündüğü duygusal, bilgisel veya maddi kaynakları kapsamaktadır. Bu üç kavram birbiriyle ilişkili olmakla beraber birbirinin eş anlamlısı değildir.

Gebelik sırasında kadının bedeni, sosyal rolleri, aile içindeki konumu, ilişkileri ve geleceğe ilişkin beklentileri değişip dönüşebilir. Anneliğe geçiş sürecinde, daha önce yeterli görünen ilişkiler kadının değişen duygusal gereksinimlerini karşılamayabilir. Bu durumda gebe kendini daha yalnız hissedebilir. Doğum öncesi yalnızlık başlı başına bir hastalık olarak tanımlanmamıştır. Ancak çok boyutlu bir psikososyal durum ve olumsuz perinatal ruh sağlığı sonuçlarına karşı, savunmasızlığı artırması muhtemel, önemli bir sosyal sağlık göstergesi olabilir (Centers for Disease Control and Prevention [CDC], 2025; (World Health Organization [WHO], 2025).

Anneliğe geçiş sürecinde, daha önce yeterli görünen ilişkiler kadının değişen duygusal gereksinimlerini karşılamayabilir. Wang ve arkadaşlarının 2026 tarihli bir çalışmasında, duygusal ve sosyal yalnızlığa ek olarak geçişsel yalnızlık kavramı tanımlanmıştır. Geçişsel yalnızlık, sosyal temasın yokluğundan çok, kadının değişen annelik kimliğinin çevresi tarafından yeterince görülmediği ve anlaşılmadığı hissini ifade etmektedir. Bu kavram henüz bağımsız bir klinik tanı olmayıp, gebelik deneyimini açıklamaya yardımcı olan gelişmekte olan bir kavramsal sınıflamadır.

Gebelikte yalnızlığın gerçek yaygınlığını belirlemek oldukça güçtür. Wang et al. (2026), gebelikte yalnızlık prevalansının %26 ile %55 arasında değiştiğini bildirmiştir. Bu geniş aralığın, kullanılan ölçüm araçları, örneklem özellikleri ve araştırmaların yürütüldüğü sosyal ve kültürel koşullardaki farklılıklardan kaynaklanabileceği belirtilmiştir. Pandemi öncesi dönemde Finlandiya'da gebelerde yalnızlık prevalansı %38, Çin'de ise %26 olarak bildirilirken; COVID-19 pandemisi sırasında oranların belirgin biçimde yükseldiği ve İtalya'da %53, Polonya'da %55 ve Amerika Birleşik Devletleri'nde %54'e ulaştığı görülmüştür (Wang et al., 2026). Bununla birlikte bu aralıklar, bütün gebelere genellenebilecek bir prevalans tahmini değildir. Daha fazla bilgi için çalışmaların farklı ülkelerde ve farklı risk gruplarında yürütülmesi gerekmektedir.

Gebelikte yalnızlık araştırmalarının çoğu yalnızlığı depresyon, anksiyete veya yetersiz sosyal desteğin ikincil bir göstergesi olarak incelemiştir. Bu yaklaşım, yalnızlığın anneliğe geçiş sırasında ortaya çıkan kendine özgü yönlerini görünmez hale getirebilmektedir. Özellikle yalnızlığın doğrudan obstetrik sonuçlara, fetal gelişime, yenidoğan sağlığına veya intihar davranışına etkisi konusunda bazı ifadeler kullanılsa da bu alanlardaki kanıtlar hala sınırlı ve büyük ölçüde gözlemseldir. Buna karşılık sosyal destek, depresyon ve anksiyete konusunda daha geniş bir literatür bulunmaktadır. Bu nedenle mevcut kanıtların yorumlanmasında yalnızlık, sosyal izolasyon, sosyal destek ve psikiyatrik belirtiler arasındaki kavramsal ayrımın korunması önemlidir.

Yalnızlık, literatürde çoğunlukla duygusal ve sosyal boyutlarıyla ele alınmıştır. Duygusal yalnızlık, kişinin yakınlık, güven ve paylaşım ihtiyacını karşılayan anlamlı bir ilişkinin yetersizliğiyle; sosyal yalnızlık ise bireyin kendisini ait hissettiği daha geniş bir sosyal çevre veya destek ağının eksikliğiyle ilişkili olarak açıklanmıştır (Weiss, 1973; De Jong Gierveld & Van Tilburg, 2006). Gebelik döneminde ise bu iki boyuta ek olarak, anneliğe geçiş sürecinde yaşanan kimlik ve rol değişimlerinin yeterince anlaşılamamış olmasına bağlı olarak gelişebilen geçişsel yalnızlık da önem kazanmaktadır (Wang et al., 2026).

Gebelikte yalnızlığın değerlendirilmesinde UCLA Yalnızlık Ölçeği ve De Jong Gierveld Yalnızlık Ölçeği (Russell et al., 1980; Russell, 1996; De Jong Gierveld & Van Tilburg, 2006) gibi genel popülasyon için geliştirilmiş araçlar kullanılmaktadır. Öte yandan Wang et al. (2026) ölçüm araçlarının anneliğe geçiş sırasında yaşanan rol ve kimlik değişimleriyle ilişkili geçişsel yalnızlığı yeterince yansıtmayabileceğini ifade etmektedir. Bu nedenle mevcut ölçekler yalnızlığın değerlendirilmesinde yararlı olmakla birlikte, gebeliğe özgü deneyimleri ve kültürel özellikleri dikkate alan ölçüm araçlarının geliştirilmesine gereksinim bulunmaktadır (Wang et al., 2026).

Gebelikte Yalnızlığın Nedenleri

Gebelikte yalnızlık tek bir nedene bağlı olmayıp bireysel, ilişkisel ve sosyoekonomik etmenlerin karşılıklı etkileşimiyle şekillenmektedir. Bireysel düzeyde anksiyete, gebelik ve doğuma ilişkin kaygılar, tekrarlayıcı olumsuz düşünceler ve fiziksel sağlık sorunları yalnızlık deneyimini artırabilmektedir (Harrison et al., 2022). İlişkisel düzeyde partner desteğinin yetersizliği ve partner ilişkisindeki sorunlar daha yüksek yalnızlık ve psikolojik distresle ilişkili bulunmuştur (Huang et al., 2025). Yüksek riskli gebelerde ise algılanan stres, düşük gelir düzeyi ve eş-aile ilişkilerinin niteliği yalnızlığın önemli belirleyicileri arasında bildirilmiştir (Zhou et al., 2025). Bu bulgular, gebelikte yalnızlığın yalnızca bireysel psikolojik özelliklerle değil, kadının yakın ilişkileri ve sosyal koşullarıyla birlikte değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir.

Kişiler arası düzeyde, yetersiz veya gereksinimlerle uyumsuz partner desteği duygusal yalnızlığı artırabilir. Benzer şekilde, sınırlı sosyal ağlar, zayıflayan arkadaşlık ilişkileri, aile çatışmaları ve benzer deneyimleri yaşayan gebelerle etkileşimin azlığı sosyal yalnızlığı daha da olumsuz etkileyebilir. Chiba ve Takeshita'nın 2026 yılına ait bir araştırmasında, Japonya'da gebeliğinin en az 20. haftasında bulunan 499 kadın incelenmiştir. Gebelikte ilgili bilgi kaynaklarının sayısı, sosyal ağın büyüklüğü ve algılanan destekten memnuniyet arttıkça yalnızlık puanlarının azaldığı görülmüştür. Eş ve partnerler en sık başvurulmuş bilgi kaynağı olmuş; yüz yüze doğum öncesi eğitim en fazla tercih edilen eğitim biçimi olarak bildirilmiştir. Ancak çalışma kesitsel bir araştırma olduğundan, daha fazla bilgi veya desteğin yalnızlığı azalttığı şeklinde nedensel sonuç çıkarmak yeterli olmayabilir.

Kurumsal düzeyde doğum öncesi eğitimlerin yeterince erişilebilir olmadığı, eş veya destekleyici kişilerin sağlık kuruluşlarında randevulara katılımının sınırlı olduğu, bakım veren sağlık profesyonellerinin sürekli değişmesi ve hizmetlerin yalnızca tıbbi kontrole odaklanması durumunda kadın kendisini görünmez- görülmemiş hissedebilir.

Toplumsal düzeyde yoksulluk, göçmenlik, dil ve ulaşım engelleri, ayrımcılık, ırkçılık, sosyal destek ağlarının zayıflaması, gebelik ve erken annelik döneminde sosyal izolasyon (Fair et. al., 2020) yalnızlığı artırabilmektedir. Özellikle göçmen kadınlarda sağlık sistemine yabancılaşma, sosyal ağ kaybı ve kültürel uyumsuzluk bu deneyimi daha da belirginleştirebilmektedir. Ağustos 2026'da yayımlanan bir çalışmada; düşük gelirli, genç, etnik olarak dışlanmış veya sağlık sorunlarından etkilenen ebeveynlerin kesişimsel eşitsizlikler nedeniyle daha fazla risk altında olduğu vurgulanmıştır. Bu nedenle yalnızlık sadece bireyin sosyal becerileri veya çevresiyle ilişki kurma isteği üzerinden açıklanamaz, sosyal dışlanma ve toplumsal eşitsizlikler de değerlendirilmelidir (Evgin & Oskay, 2022; Fair et.al., 2020; Sánchez, et al., 2022).

Yalnızlık ve Maternal Ruh Sağlığı

Gebelikte yalnızlık, özellikle depresif belirtiler, anksiyete ve psikolojik stresle ilişkilendirilebilir. Prenatal dönemde yapılan bir çalışmada, düşük algılanan sosyal destek ile depresyon ve anksiyete arasındaki ilişkide yalnızlık ve tekrarlayıcı olumsuz düşüncelerin önemli aracı değişkenler olduğu gösterilmiştir (Harrison et al., 2022). Bununla birlikte bu ilişkinin yönü her zaman tek taraflı değildir; yalnızlık ruhsal belirtileri güçlendirebilirken, depresif geri çekilme, olumsuz bilişsel değerlendirmeler ve sosyal etkileşimden kaçınma da yalnızlık deneyimini artırabilir. Özellikle kesitsel çalışmalar bu değişkenler arasındaki ilişkinin varlığını gösterebilmektedir. Bu alandaki daha geniş kanıtların önemli bir bölümü sosyal destek araştırmalarından sağlanmaktadır. Bedaso et al. (2021) tarafından 64.449 gebe kadını kapsayan 67 çalışmanın incelendiği bir çalışmada düşük sosyal desteğin antenatal depresyonla ve antenatal anksiyeteye ilişkili olduğu belirlenmiştir (Bedaso et al., 2021). Ancak sosyal destek ile yalnızlık aynı kavram olmadığından, bu oranlar doğrudan yalnızlığın depresyon veya anksiyete üzerindeki etkisi olarak değerlendirilmemelidir. Bulgular daha çok sosyal ilişkilerin algılanan niteliğinin gebelikte ruh sağlığı açısından önemini desteklemektedir.

Yalnızlık yaşayan kadınların gebeliğe ve annelik rolüne psikososyal uyumu da güç olabilir. Bununla birlikte yalnızlığın anne-fetüs bağlanmasını doğrudan azalttığını gösteren güçlü bir kanıt henüz rastlanmamıştır. Ancak elde edilen bazı bulgular bizi yoğun yalnızlığın depresyon, anksiyete ve stresle birlikte görülmesi durumunda gebelik deneyimini, öz bakımı, sağlık hizmetleriyle etkileşimi ve bağlanma süreçlerini olumsuz etkileyebileceği sonucuna götürebilir. Bu ilişkinin daha iyi açıklanabilmesi için yalnızlık, ruhsal belirtiler ve prenatal bağlanmanın farklı gebelik dönemlerinde değerlendirildiği boylamsal araştırmalara gereksinim vardır.

Yalnızlık ve Gebelikte İntihar

Mevcut kanıtlar, gebelikte yalnızlık intihar girişimine neden olur, şeklinde doğrudan ve nedensel bir ifade kullanılamaz. Yalnızlık; depresyon, umutsuzluk, kişiler arası çatışma, yakın partner şiddeti ve yetersiz sosyal destek gibi intihar riskiyle ilişkili diğer psikososyal faktörlerle birlikte bulunabilir. Ancak bu değişkenlerin birbirinden bağımsız etkilerinin olduğu da gözden kaçırılmamalıdır? Pakistan'da yürütülen Bachpan kohortunda 1.154 kadın gebelikte ve doğumdan sonraki 3., 6. ve 24. aylarda izlenmiştir. İntihar

düşüncesi prevalansı gebelikte %12 iken doğum sonrası dönemde yaklaşık %5'e düşmüştür. Kişiler arası çatışma ve yakın partner şiddeti intihar düşüncesiyle ilişkili bulunurken, sosyal izolasyon anlamlı bir ilişki göstermemiştir. Buna karşılık algılanan sosyal destek, tüm değerlendirme dönemlerinde daha düşük intihar düşüncesi olasılığıyla ilişkili bulunmuştur (Hagaman et al., 2024). Bu sonuçlar, intihar riskinin sosyal bağlamdan etkilendiğini ancak yalnızlık veya izolasyonun tek başına nedensel faktör olarak değerlendirilemeyeceğini göstermektedir.

Dünya Sağlık Örgütü, perinatal ruh sağlığı sorunları yaşayan kadınlarda kendine zarar verme ve intihar düşüncelerinin önemli klinik riskler olduğunu vurgulamaktadır. WHO rehberinde sağlık çalışanlarının perinatal dönemde umutsuzluk, kendine zarar verme düşünceleri, intihar planı ve geçmişte kendine zarar verme öyküsünü değerlendirmesini; aktif risk durumunda ise acil ruh sağlığı değerlendirmesi ve güvenlik planlaması yapılmasını önermektedir (World Health Organization [WHO], 2022). Bu yaklaşım, yalnızlık yaşayan her gebenin intihar riski taşıdığı anlamına gelmez ancak yoğun yalnızlığa depresyon, umutsuzluk, yaşamı sürdürmek istememe düşüncesi, kendine zarar verme düşünceleri veya aile içi şiddet eşlik ettiğinde kapsamlı risk değerlendirmesi hayat kurtarıcı olabilir.

NICE rehberi, gebelik ve doğum sonrası ruh sağlığı değerlendirmesinde yaşam koşulları, sosyal izolasyon, aile ve kişiler arası ilişkiler, ekonomik durum, göçmenlik durumu, travma ve aile içi şiddetin değerlendirilmesini önermektedir (Lim et. al., 2022). Kendine zarar verme veya intihar riski saptandığında kadının mevcut sosyal desteği ve yardım kaynaklarına erişimi değerlendirilmeli ve risk düzeyine uygun yardım sağlanmalıdır (National Institute for Health and Care Excellence [NICE], 2014/2025). ACOG Klinik Uygulama Rehberi No. 4 de gebelik ve doğum sonrası ruh sağlığı tarama ve değerlendirmelerine intihar düşüncesi ve davranışlarının dahil edilmesini önermektedir (American College of Obstetricians and Gynecologists [ACOG], 2023).

Yalnızlığın Fetüs ve Yenidoğan Üzerindeki Etkileri

Gebelikte yalnızlığın fetüs ve yenidoğan üzerindeki doğrudan etkilerine ilişkin kanıtlar maternal ruh sağlığına ilişkin kanıtlardan çok daha sınırlıdır. Güncel çalışmaların çoğu yalnızlığı değil, depresyonu, stresi, sosyal desteği veya sosyal eşitsizlikleri ölçmektedir. Bu nedenle yalnızlığın preeklamps, fetal gelişme geriliği, düşük doğum ağırlığı, düşük Apgar puanı, distosi veya sezaryene doğrudan neden olduğunu kanıtlayan çalışmalar mevcut değildir. Yalnızlığı doğrudan ölçen az sayıdaki araştırmadan biri, Finlandiya'da 929 çocuğun ebeveynlerini kapsayan prospektif bir kohorttur. Gebeliğin 20. haftasında ölçülen maternal duygusal yalnızlık, çocukların yaşamlarının ilk 10 ayında solunum yolu enfeksiyonları nedeniyle daha fazla hekim başvurusuyla ilişkili bulunmuştur. Maternal depresif belirtiler ise daha fazla akut otitis media epizodunu yordamıştır. Buna karşılık sosyal yalnızlık bazı sağlık hizmeti kullanım sonuçlarıyla ters yönde ilişki göstermiş; araştırmacılar bu beklenmeyen bulgunun sosyal olarak izole ailelerde sağlık hizmeti kullanımının azalmasından kaynaklanabileceğini belirtmiştir. Çalışmanın sonucu; yalnızlığın doğrudan enfeksiyona neden olduğunu değil, maternal psikolojik durum, çocuk sağlığı ve sağlık hizmeti arama davranışı arasında karmaşık ilişkiler bulunduğunu göstermektedir (Schuez-Havupalo et al., 2018).

Sosyal destekle ilgili çalışmalara bakıldığında; bu çalışmalardan elde edilen bulgular sadece tamamlayıcı kanıt sunmaktadır. Yüksek algılanan sosyal destek, daha düşük preterm doğum sıklığıyla (Dixon et al., 2026) ve çocukluk döneminde daha olumlu iletişim, dil ve sosyal-duygusal gelişim sonuçlarıyla ilişkilendirilmiştir (Barras et al., 2025). Ancak sosyal destek ve yalnızlık farklı kavramlar olduğundan, bu bulgular yalnızlığın doğrudan obstetrik veya çocuk gelişimi sonuçlarına yol açtığı şeklinde yorumlanamaz.

Yalnızlığı Azaltmaya Yönelik Müdahaleler

Perinatal yalnızlığı azaltmaya yönelik müdahaleler; yapılandırılmış sosyal destek, ortak kimlik ve deneyime dayalı destek grupları, ebeveyn-bebek grupları, sanat, doğa veya egzersiz temelli yaratıcı sağlık uygulamaları ile bütüncül, yerel ve multidisipliner destek modellerini kapsamaktadır (Naughton-Doe et al., 2025). Bu müdahalelerin ortak mekanizmaları arasında benzer deneyimleri paylaşan bireylerle sosyal bağlantı kurma,

profesyonel veya gönüllülerle olumlu ilişkiler geliştirme, yaşanan güçlüklerin normalleştirilmesi ve sosyal bağlantının önündeki kültürel ya da ekonomik engellerin azaltılması yer almaktadır (Naughton-Doe et al., 2025). Vasquez ve arkadaşlarının (2026) bir çalışmada, hem perinatal ruh sağlığını hem de yalnızlık veya sosyal destek memnuniyetini ölçen 26 çalışma incelenmiştir. Bunların 17'si randomize kontrollü çalışma (RCT) olmakla birlikte yalnızca sekizi düşük yanlışlık riski taşımıştır. On yedi RCT'nin altısında yalnızlık veya sosyal destek memnuniyeti iyileşmiş; bunların yalnızca üçünde depresyon veya anksiyete belirtileri de eş zamanlı olarak azalmıştır. Perinatal dönemde yalnızlığı doğrudan değerlendiren müdahale çalışmalarının sayısı sınırlıdır. Güncel bir sistematik derlemede yalnızlığı sonuç değişkeni olarak ölçen yalnızca beş RCT belirlenmiş ve bu çalışmaların ikisinde hem yalnızlık hem de depresif belirtilerde anlamlı iyileşme bildirilmiştir (Vasquez et al., 2026). Japonya'da gebelik döneminde başlatılan profesyonel mHealth danışmanlığı, postpartum üçüncü ayın sonunda daha düşük yalnızlık ve depresif belirti düzeyleriyle ilişkili bulunmuştur (Arakawa et al., 2023). Benzer şekilde profesyonel müzisyenler tarafından yürütülen çevrim içi şarkı yazma programı postpartum kadınlarda yalnızlık ve depresyonu azaltmıştır (Perkins et al., 2023). Buna karşılık akran gönüllülerinin desteğine dayalı üç RCT'de depresif belirtiler azalmasına rağmen yalnızlıkta anlamlı değişim görülmemiştir (Vasquez et al., 2026). Bununla birlikte çalışma sayısının sınırlı olması, profesyonel desteğin akran desteğinden üstün olduğu sonucuna varılmasını engellemektedir.

Sosyal destek odaklı RCT'lere gelince; Singapur'da uygulanan teknoloji temelli Destekleyici Eğitsel Ebeveynlik Programı'nda, doğum öncesi ve doğum sonrası telefon görüşmeleri ile mobil sağlık desteğinin algılanan sosyal desteği artırdığı ve depresyon ile anksiyete belirtilerini azalttığı bildirilmiştir (Shorey et al., 2019). Kişiler arasında uygulanan kısa psikoterapi çalışmalarında sosyal destek ve depresif belirtiler açısından farklı sonuçlar elde edilmiş, bu nedenle sosyal destekteki artışın ruh sağlığındaki iyileşmeye doğrudan aracılık ettiği kesin olarak gösterilememiştir (Grote et al., 2009; Lenze et al., 2017). Mom Supports Mom isimli telefon temelli akran desteği müdahalesi ise ruhsal sağlık sapmaları riski taşıyan gebelerde anksiyete ve psikososyal stresin azalması ve prenatal bağlanmanın güçlenmesiyle ilişkilendirilmiştir (Horakova et al., 2024). Ancak yalnızlık doğrudan ölçülmediğinden, müdahalenin yalnızlığı azalttığı sonucuna varılamaz.

Ebelik Bakımında Yalnızlığın Değerlendirilmesi ve Yönetimi

Ebeler, gebelik boyunca kadınlarla düzenli temas kurmaları ve bakım sürekliliğini sağlamaları nedeniyle yalnızlığın erken fark edilmesinde önemli bir konumdadır. WHO ve NICE rehberleri, perinatal ruh sağlığının rutin anne sağlığı hizmetleri ile bütünleştirilmesini tavsiye etmektedir (WHO, 2022; NICE, 2014). Bu doğrultuda yalnızlık, ayrı bir klinik tanı veya tek başına bir ölçek puanı olarak değil, ebenin bütüncül psikososyal değerlendirmesinin bir parçası olarak ele alınmalıdır. Ebelik görüşmelerinde kadının kendisini anlaşılmış ve desteklenmiş hissedip hissetmediği, mevcut destek kaynaklarının yeterliliği ve ilişkilerinin niteliği değerlendirilmelidir. Belirgin bir yalnızlık hissi varlığına eşlik eden depresyon, anksiyete, işlev kaybı, yakın partner şiddeti veya kendine zarar verme düşünceleri halinde bakımın kapsamı genişletilmeli ve uygun ruh sağlığı ya da sosyal hizmet desteğine yönlendirme yapılmalıdır (ACOG, 2023; NICE, 2014).

Ebe liderliğindeki yaklaşım, kadının gereksinimine göre bireyselleştirilebilir. Hafif düzeyde yalnızlıkta bakım sürekliliği, doğuma hazırlık grupları, güvenli akran bağlantıları ve yapılandırılmış ebe görüşmeleri destekleyici olabilir. Daha belirgin psikososyal gereksinimlerde telefon veya dijital görüşmeler, ev ziyaretleri ve multidisipliner iş birliği bakım sürecine eklenebilir. Perinatal yalnızlığa yönelik güncel derlemeler, profesyonel destek ile anlamlı sosyal bağlantıyı birleştiren müdahalelerin umut verici olduğunu göstermektedir (Naughton-Doe et al., 2025; Vasquez et al., 2026). Dijital uygulamalar özellikle yüz yüze hizmete erişimi sınırlı kadınlarda ebelik bakımının sürekliliğini destekleyebilir. Bununla birlikte dijital desteğin yüz yüze bakımın yerine geçmesinden çok, ebe ile güvene dayalı iletişimi sürdürmeye yardımcı olan tamamlayıcı bir araç olarak kullanılması daha uygundur. Gebelikte başlayan psikososyal değerlendirmenin postpartum dönemde de

sürdürülmesi, yalnızlığın değişen formlarının erken fark edilmesini ve bakım gereksinimlerinin yeniden planlanmasını sağlayabilir (WHO, 2022).

Bu çerçevede ebelik bakımı; yalnızlığı belirlemek değil; kadının sosyal bağlarını, ruhsal gereksinimlerini ve hizmete erişimini birlikte değerlendirerek bakım sürekliliğini sağlamak ve gerektiğinde uygun destek sistemleri arasında bağlantı kurmaktır.

Çıkarımlar

Bu çalışmanın temel bulgularından biri, gebelikte yalnızlığın yalnızca sosyal çevrenin sınırlı olması ya da bireyin çevresinde yeterince insan bulunmaması ile açıklanamayacağıdır. Yalnızlık, kadının gereksinim duyduğu yakınlık, anlaşılma ve destek ile gerçekte deneyimlediği ilişkilerin niteliği arasındaki uyumsuzluğu da içermektedir. Özellikle anneliğe geçiş sürecinde kadın, sosyal ilişkilerini sürdürmesine rağmen içinde bulunduğu duumun yeterince anlaşılmadığını, kararlarının dikkate alınmadığını veya yalnızca fetüsün sağlığı üzerinden değerlendirildiğini hissedebilir. Bu durum, gebeliğe özgü geçişsel yalnızlığın doğum öncesi bakımda dikkate alınması gereken önemli bir psikososyal boyut olduğunu göstermektedir (Wang et al., 2026).

Diğer önemli bulgu, gebelikte yalnızlığın maternal ruh sağlığıyla ilişkisinin, obstetrik ve neonatal sonuçlarla ilişkili kanıtlardan daha güçlü olmasıdır. Mevcut çalışmalar yalnızlığın özellikle depresif belirtiler, anksiyete ve algılanan stresle ilişkili olduğunu göstermektedir (Harrison et al., 2022; Zhou et al., 2025). Bununla birlikte bu ilişkilerin çift yönlü olabileceği ve mevcut çalışmaların nedenselliği açıklamakta yetersiz kaldığı ortadadır. Buna karşılık preterm doğum, fetal büyüme, Apgar puanı, preeklampsi veya doğum şekli gibi obstetrik sonuçlar açısından doğrudan yalnızlığı inceleyen kanıtlar sınırlıdır. Sosyal destek, maternal stres veya depresyon çalışmalarından elde edilen bulguların doğrudan yalnızlığa aktarılması metodolojik olarak hatalı olabilir.

Üçüncü önemli konu, yalnızlık ile intihar düşüncesi ve davranışları arasındaki ilişkidir. Yalnızlık, perinatal ruh sağlığı değerlendirmesinde göz ardı edilmemesi gereken bir psikososyal risk göstergesi olmakla birlikte, tek başına intihar davranışının nedeni olarak değerlendirilemez. Perinatal dönemde kişiler arası çatışma ve yakın partner şiddeti intihar düşüncesiyle ilişkili bulunurken, sosyal izolasyonun bağımsız etkisi her çalışmada gösterilememiş; buna karşılık algılanan sosyal desteğin koruyucu bir unsur olabileceği bildirilmiştir (Hagaman et al., 2024). Bu nedenle intihar riskinin değerlendirilmesinde depresyon ve umutsuzluğun şiddeti, önceki intihar girişimleri, aktif intihar düşüncesi veya planı, yakın partner şiddeti, kişiler arası çatışmalar, madde kullanımı ve mevcut koruyucu sosyal kaynaklar birlikte ele alınmalıdır. Yalnızlık bildiren her gebenin psikiyatrik hastalık kapsamında değerlendirilmesi uygun olmadığı gibi, yalnızlığın önemsiz bir sosyal yakınma olarak görülmesi de ruhsal risklerin gözden kaçmasına neden olabilir.

Derlemenin bir diğer önemli sonucu, perinatal yalnızlığı azaltmada bütün gebeler için etkili olduğu kanıtlanmış tek bir müdahalenin bulunmamasıdır. Güncel derlemeler, yapılandırılmış sosyal destek, ortak deneyime dayalı gruplar, ebeveyn-bebek grupları, yaratıcı ve topluluk temelli etkinlikler ile profesyonel destek modellerinin umut verici olduğunu, ancak müdahale kanıtlarının halen heterojen ve sınırlı olduğunu göstermektedir (Naughton-Doe et al., 2025; Vasquez et al., 2026). Profesyonel destek, güvenilir bilgiye erişim, akran bağlantısı ve kolay ulaşılabilir hizmetleri bir araya getiren müdahaleler özellikle dikkat çekmektedir. Bununla birlikte yalnızca sosyal temasın artırılması veya kadının çevrim içi bir destek grubuna yönlendirilmesi her durumda yeterli olmayabilir. Müdahalelerin kadının yaşadığı yalnızlığın niteliğine, mevcut sosyal koşullarına, kültürel özelliklerine, ilişkilerinin güvenliğine ve eşlik eden ruhsal belirtilere göre bireyselleştirilmesi gerekmektedir (Naughton-Doe et al., 2025; Vasquez et al., 2026). Bu bağlamda ebelerin gebelik izlemlerinde yalnızlığı, sosyal destek kaynaklarını ve psikososyal riskleri birlikte değerlendirmesi; gerekli durumlarda akran desteği, psikolojik danışmanlık ve çok disiplinli hizmetlere yönlendirme yapması önem taşımaktadır.

Sınırlılıklar

Bu çalışma bir sistematik derleme değildir ve tüm çalışmalar için standart yanlılık riski değerlendirmesi yapılmamıştır. Ayrıca literatürde yalnızlık, sosyal izolasyon ve düşük sosyal destek kavramlarının farklı biçimlerde kullanılması ve ölçüm araçlarının heterojenliği bulguların karşılaştırılmasını güçleştirmektedir. Müdahale çalışmalarının bir bölümünde yalnızlık doğrudan ölçülmemiş, obstetrik ve çocukluk sonuçlarına ilişkin kanıtların önemli kısmı ise sosyal destek çalışmalarından elde edilmiştir. Bu nedenle nedensel yorumlardan kaçınılmalı; gebeliğe özgü ölçüm araçlarının kullanıldığı uzunlamasına araştırmalar artırılmalıdır.

Sonuç

Gebelikte yalnızlık, kadının gereksinim duyduğu yakınlık, anlaşılma ve destek ile deneyimlediği sosyal ilişkiler arasındaki uyumsuzluğu yansıtan önemli bir psikososyal durumdur. Mevcut kanıtlar yalnızlığın özellikle depresyon, anksiyete ve psikososyal stresle ilişkisini desteklemekle birlikte, obstetrik ve neonatal sonuçlar üzerindeki doğrudan etkileri henüz yeterince açıklanmamıştır. Ebeler, gebelerle düzenli temasları ve bakım sürekliliğindeki rolleri nedeniyle yalnızlığın erken fark edilmesi, psikososyal gereksinimlerin belirlenmesi ve uygun destek hizmetlerine yönlendirme açısından önemli bir konumdadır. Bu nedenle yalnızlığın değerlendirilmesi, perinatal ruh sağlığı ve sosyal risk değerlendirmesinin bütünlüklü bir bileşeni olarak ele alınmalıdır. Gebelikte yalnızlık konusunda, sağlık profesyonellerine farkındalık oluşturmak anne ve toplumun ruh sağlığını korumak ve rehabilite etmek açısından önemlidir.

Kaynakça

- American College of Obstetricians and Gynecologists. (2023). Screening and diagnosis of mental health conditions during pregnancy and postpartum: ACOG Clinical Practice Guideline No. 4. Obstetrics & Gynecology, 141(6), 1232–1261. <https://doi.org/10.1097/AOG.0000000000005200>
- Arakawa, Y., Haseda, M., Inoue, K., Nishioka, D., Kino, S., Nishi, D., Hashimoto, H., & Kondo, N. (2023). Effectiveness of mHealth consultation services for preventing postpartum depressive symptoms: A randomized clinical trial. BMC Medicine, 21, 221. <https://doi.org/10.1186/s12916-023-02918-3>
- Barrass, L., Howe, L. D., Bhopal, S. S., Dickerson, J., Cheung, R. W., & Allport, T. D. (2025). Maternal social support and child developmental outcomes: An analysis of the Born in Bradford cohort. Archives of Disease in Childhood, 110(12), 988–996. <https://doi.org/10.1136/archdischild-2025-328885>
- Bedaso, A., Adams, J., Peng, W., & Sibbritt, D. (2021). The relationship between social support and mental health problems during pregnancy: A systematic review and meta-analysis. Reproductive Health, 18, 162. <https://doi.org/10.1186/s12978-021-01209-5>
- Centers for Disease Control and Prevention. (2025). Health-related social needs. <https://www.cdc.gov/places/measure-definitions/health-related-social-needs.html>
- Chiba, Y., & Takeshita, M. (2026). Association between information acquisition, social support, and loneliness among pregnant women in Japan: A cross-sectional survey. European Journal of Midwifery, 10(Supplement 1), A478.
- de Jong Gierveld, J., & van Tilburg, T. G. (2006). A 6-item scale for overall, emotional, and social loneliness: Confirmatory tests on survey data. Research on Aging, 28(5), 582–598. <https://doi.org/10.1177/0164027506289723>
- Dixon, M. A., Chandrasekaran, S., Chang, H. H., Kramer, M. R., Lewis, T. T., & Howards, P. P. (2026). The role of social support as a buffer against adverse birth outcomes among people experiencing neighbourhood deprivation. Paediatric and Perinatal Epidemiology, 40(4), 529–540. <https://doi.org/10.1111/ppe.70113>

- Evgin, H., & Oskay, Ü. (2022). Göçmen kadınlarda perinatal bakım almayı etkileyen faktörlerin belirlenmesi: Bir sistematik derleme. *Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 6(2), 310–325. <https://doi.org/10.46237/amusbfd.964811>
- Fair, F., Raben, L., Watson, H., Vivilaki, V., van den Muijsenbergh, M., Soltani, H., & ORAMMA Team. (2020). Migrant women's experiences of pregnancy, childbirth and maternity care in European countries: A systematic review. *PLOS ONE*, 15(2), e0228378. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0228378>
- Grote, N. K., Swartz, H. A., Geibel, S. L., Zuckoff, A., Houck, P. R., & Frank, E. (2009). A randomized controlled trial of culturally relevant, brief interpersonal psychotherapy for perinatal depression. *Psychiatric Services*, 60(3), 313–321. <https://doi.org/10.1176/ps.2009.60.3.313>
- Hagaman, A. K., Bates, L. M., Atif, N., Chung, E. O., LeMasters, K., Rahman, A., Saqib, K., Sikander, S., & Maselko, J. (2024). Suicide ideation within and outside the perinatal period: An exploration of interpersonal factors from a maternal cohort in rural Pakistan to improve intervention targeting. **Archives of Suicide Research*, 28*(1), 231–249. <https://doi.org/10.1080/13811118.2022.2154727>
- Harrison, V., Moulds, M. L., & Jones, K. (2022). Perceived social support and prenatal wellbeing: The mediating effects of loneliness and repetitive negative thinking on anxiety and depression during the COVID-19 pandemic. *Women and Birth*, 35(3), 232–241. <https://doi.org/10.1016/j.wombi.2020.12.014>
- Horakova, A., Kuklova, M., Hrdlickova, K., Nemcova, H., Knytl, P., Kostylkova, L., & Sebel, A. (2024). Effectiveness of the Mom Supports Mom peer support intervention in treating antenatal mental health difficulties in women. *Midwifery*, 139, 104198. <https://doi.org/10.1016/j.midw.2024.104198>
- Huang, Z., Xu, H., Chen, Y., Zhong, X., & Zhang, F. (2025). Network connectivity between partner factors, loneliness, and psychological distress in women with unexplained recurrent spontaneous abortion. *BMC Pregnancy and Childbirth*, 25, 1049. <https://doi.org/10.1186/s12884-025-08100-2>
- Kent-Marvick, J., Simonsen, S., Pentecost, R., Taylor, E., & McFarland, M. M. (2022). Loneliness in pregnant and postpartum people and parents of children aged 5 years or younger: A scoping review. *Systematic Reviews*, 11, 196. <https://doi.org/10.1186/s13643-022-02065-5>
- İlçe, A., Andsoy, I. I., & Turgut, A. (2025). Sağlıkla ilgili araştırmalarda derleme (inceleme) türleri. *Health Academy Kastamonu*, 10(1), 83-98.
- Lenze, S. N., & Potts, M. A. (2017). Brief interpersonal psychotherapy for depression during pregnancy in a low-income population: A randomized controlled trial. *Journal of Affective Disorders*, 210, 151–157. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2016.12.029>
- Lim, M., Van Hulst, A., Pisanu, S., & Merry, L. (2022). Social isolation, loneliness and health: A descriptive study of the experiences of migrant mothers with young children (0-5 years old) at La Maison Bleue. *Frontiers in Global Women's Health*, 3, 823632. <https://doi.org/10.3389/fgwh.2022.823632>
- National Institute for Health and Care Excellence. (2014). Antenatal and postnatal mental health: Clinical management and service guidance (CG192). <https://www.nice.org.uk/guidance/cg192>
- Nakou, A., Dragioti, E., Bastas, N. S., Zagorianakou, N., Kakaidi, V., Tsartsalis, D., ... & Gouva, M. (2025). Loneliness, social isolation, and living alone: a comprehensive systematic review, meta-analysis, and meta-regression of mortality risks in older adults. *Aging clinical and experimental research*, 37(1), 29.
- Naughton-Doe, R., Nowland, R., Tierney, S., Webber, M., & Wittkowski, A. (2025). Interventions that prevent or reduce perinatal loneliness and its proximal determinants: A restricted scoping review. *BMC Public Health*, 25, 495. <https://doi.org/10.1186/s12889-024-20788-z>

- Perkins, R., Spiro, N., & Waddell, G. (2023). Online songwriting reduces loneliness and postnatal depression and enhances social connectedness in women with young babies: Randomised controlled trial. *Public Health*, 220, 72–79. <https://doi.org/10.1016/j.puhe.2023.04.017>
- Russell, D., Peplau, L. A., & Cutrona, C. E. (1980). The revised UCLA Loneliness Scale: Concurrent and discriminant validity evidence. *Journal of Personality and Social Psychology*, 39(3), 472–480. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.39.3.472>
- Russell, D. W. (1996). UCLA Loneliness Scale (Version 3): Reliability, validity, and factor structure. *Journal of Personality Assessment*, 66(1), 20–40. https://doi.org/10.1207/s15327752jpa6601_2
- Sánchez, A. R., et al. (2022). Social isolation, loneliness and health: A descriptive study of the experiences of migrant mothers with young children (0–5 years old) at La Maison Bleue. *Frontiers in Global Women's Health*, 3, 823632. <https://doi.org/10.3389/fgwh.2022.823632>
- Schuez-Havupalo, L., Lahti, E., Junttila, N., Toivonen, L., Aromaa, M., Rautava, P., Peltola, V., & Rähä, H. (2018). Parents' depression and loneliness during pregnancy and respiratory infections in the offspring: A prospective birth cohort study. *PLOS ONE*, 13(9), e0203650. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0203650>
- Shorey, S., Ng, Y. P. M., Ng, E. D., Siew, A. L., Mörelus, E., Yoong, J., & Gandhi, M. (2019). Effectiveness of a technology-based supportive educational parenting program on parental outcomes (Part 1): Randomized controlled trial. *Journal of Medical Internet Research*, 21(2), e10816. <https://doi.org/10.2196/10816>
- Vasquez, C., D'Souza, A. R., Nowland, R., Lever Taylor, B., Adlington, K., Pearce, E., & Pitman, A. (2026). Impact of interventions addressing perinatal mental health on loneliness and/or satisfaction with social support: Systematic review. *BMC Psychiatry*, 26, 383. <https://doi.org/10.1186/s12888-026-08035-8>
- Wang, M., Liu, H., Zhu, W., Li, Z., Li, C., & Jin, L. (2026). Factors affecting loneliness in pregnant women: A scoping review. *BMC Pregnancy and Childbirth*, 26, 783. <https://doi.org/10.1186/s12884-026-09061-w>
- Weiss, R. S. (1973). *Loneliness: The experience of emotional and social isolation*. MIT Press.
- World Health Organization. (2022). WHO guide for integration of perinatal mental health in maternal and child health services. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240057142>
- World Health Organization. (2025). From loneliness to social connection: Charting a path to healthier societies: Report of the WHO Commission on Social Connection. <https://www.who.int/publications/i/item/978240112360>
- Zhou, J.-T., Wang, M.-M., & Jin, L.-H. (2025). Factors influencing loneliness in women with high-risk pregnancies and its correlation with perceived stress: A cross-sectional study. *Nursing Communications*, 9, e2025026. <https://doi.org/10.53388/IN2025026>

KADIN GENİTAL KOZMETİK CERRAHİSİ VE PELVİK TABAN REKONSTRÜKSİYONUNA YÖNELİK CERRAHİ GİRİŞİMLERDE ARTAN İLGİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Dr. Öğretim Üyesi Hülya TOSUN

Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi Ebelik Bölümü,
hulya.tosun@ksbu.edu.tr, <https://orcid.org/0009-0004-2443-1670>

Öz

Kadın genital bölgesine yönelik kozmetik ve rekonstrüktif cerrahi girişimlerin görünürlüğü ve uygulanma sıklığı son yıllarda artmaktadır. Bununla birlikte, normal anatomik varyasyonların estetik amaçlarla değiştirilmesini hedefleyen kadın genital kozmetik cerrahisi ile pelvik organ prolapsusu, stres üriner inkontinans, obstetrik travma veya pelvik destek kaybı gibi tıbbi endikasyonlara yönelik pelvik taban rekonstrüksiyonunun birbirinden ayrılması önem taşımaktadır. Bu derlemenin amacı; kadın genital kozmetik cerrahisi ve pelvik taban rekonstrüksiyonuna yönelik artan ilgiyi, cerrahi endikasyonlar, hasta seçimi, etkinlik, riskler, komplikasyonlar, psikososyal belirleyiciler ve güncel klinik rehberler doğrultusunda değerlendirmektir.

Bu çalışma narratif derleme olarak yapılandırılmış; konuya ilişkin güncel sistematik derlemeler, meta-analizler ve uluslararası meslek örgütleri ile düzenleyici kuruluşların güncel rehber ve pozisyon belgeleri değerlendirilmiştir. Özellikle American College of Obstetricians and Gynecologists (ACOG), International Federation of Gynecology and Obstetrics (FIGO), Society of Obstetricians and Gynaecologists of Canada (SOGC), International Society for the Study of Vulvovaginal Disease (ISSVD), National Institute for Health and Care Excellence (NICE), American Urological Association/Society of Urodynamics, Female Pelvic Medicine & Urogenital Reconstruction (AUA/SUFU) ve U.S. Food and Drug Administration (FDA) önerileri dikkate alınmıştır.

Labiaplasti, klitoral hood redüksiyonu ve kozmetik amaçlı vajinoplasti gibi girişimlere yönelik talepte beden imajı, genital görünümünden memnuniyetsizlik, sosyal medya ve dijital içerikler, partner etkisi, cinsel beklentiler ile sürtünme, irritasyon ve fiziksel aktivite sırasında rahatsızlık gibi fonksiyonel yakınmalar rol oynamaktadır. Güncel meta-analizlerde labiaplasti sonrasında yüksek hasta memnuniyeti bildirilmekle birlikte kanıtların çoğu gözlemsel çalışmalara dayanmaktadır. Kanama, hematoma, enfeksiyon, yara ayrışması, skar, asimetri, aşırı doku rezeksiyonu, değişmiş duyu, kronik ağrı, dispareni ve yeniden cerrahi gereksinimi olası komplikasyonlardır. Pelvik taban rekonstrüksiyonunda ise cerrahi endikasyon esas olarak semptomatik pelvik organ prolapsusu ve stres üriner inkontinans gibi fonksiyonel bozukluklara dayanmaktadır. Rekonstrüktif girişimlerde nüks, organ yaralanması, işeme bozuklukları, yeni gelişen üriner semptomlar, ağrı, dispareni ve kullanılan materyale bağlı mesh komplikasyonları görülebilmektedir. ACOG, SOGC, ISSVD ve FIGO; kozmetik cerrahi öncesinde normal genital çeşitliliğin açıklanmasını, psikolojik değerlendirmeyi, gerçekçi beklentilerin oluşturulmasını ve kapsamlı aydınlatılmış onamı vurgulamaktadır. FIGO, yapısal veya fonksiyonel bozukluğu bulunmayan kadınlarda salt kozmetik genital cerrahi konusunda daha kısıtlayıcı bir etik yaklaşım benimsemektedir.

Kadın genital kozmetik cerrahisi ile pelvik taban rekonstrüksiyonu anatomik olarak kesişebilmekle birlikte endikasyon, amaç ve kanıt düzeyi açısından farklı klinik alanlardır. Cerrahi kararın yalnızca estetik talebe değil, anatomik bulgulara, fonksiyonel yakınmalara, psikososyal duruma, kanıt düzeyine ve hasta tercihinin dayanması gerekmektedir. Kadın merkezli danışmanlık, normal anatomik çeşitliliğin açıklanması, cerrahi dışı seçeneklerin değerlendirilmesi ve risk yarar dengesinin açık biçimde tartışılması güvenli klinik yaklaşımın temelini oluşturmaktadır.

Anahtar kelimeler: Kadın Genital Kozmetik Cerrahisi, Pelvik Taban Rekonstrüksiyonu, Artan İlgi

EVALUATION OF INCREASING INTEREST IN FEMALE GENITAL COSMETIC SURGERY AND PELVIC FLOOR RECONSTRUCTION

Asistant Professor Hülya TOSUN,

Kütahya Health Sciences University, Department of Midwifery, hulya.tosun@ksbu.edu.tr,
<https://orcid.org/0009-0004-2443-1670>

Abstract

The visibility and frequency of cosmetic and reconstructive surgical interventions targeting the female genital area have increased in recent years. However, it is important to differentiate between female genital cosmetic surgery, which aims to alter normal anatomical variations for aesthetic purposes, and pelvic floor reconstruction for medical indications such as pelvic organ prolapse, stress urinary incontinence, obstetric trauma, or loss of pelvic support. The aim of this review is; The aim of this study is to evaluate the increasing interest in female genital cosmetic surgery and pelvic floor reconstruction in light of surgical indications, patient selection, efficacy, risks, complications, psychosocial determinants, and current clinical guidelines. This study is structured as a narrative review; current systematic reviews, meta-analyses, and current guidelines and position papers from international professional organizations and regulatory bodies have been evaluated. In particular, the recommendations of the American College of Obstetricians and Gynecologists (ACOG), the International Federation of Gynecology and Obstetrics (FIGO), the Society of Obstetricians and Gynaecologists of Canada (SOGC), the International Society for the Study of Vulvovaginal Disease (ISSVD), the National Institute for Health and Care Excellence (NICE), the American Urological Association/Society of Urodynamics, Female Pelvic Medicine & Urogenital Reconstruction (AUA/SUFU), and the U.S. Food and Drug Administration (FDA) have been considered. Demand for procedures such as labiaplasty, clitoral hood reduction, and cosmetic vaginoplasty is influenced by body image, dissatisfaction with genital appearance, social media and digital content, partner influence, sexual expectations, and functional complaints such as friction, irritation, and discomfort during physical activity. While current meta-analyses report high patient satisfaction after labiaplasty, most of the evidence is based on observational studies. Possible complications include bleeding, hematoma, infection, wound dehiscence, scarring, asymmetry, excessive tissue resection, altered sensation, chronic pain, dyspareunia, and the need for re-surgery. In pelvic floor reconstruction, surgical indications are primarily based on functional disorders such as symptomatic pelvic organ prolapse and stress urinary incontinence. Reconstructive procedures can result in recurrence, organ injury, voiding disorders, newly developed urinary symptoms, pain, dyspareunia, and mesh complications depending on the material used. ACOG, SOGC, ISSVD, and FIGO; FIGO emphasizes the importance of explaining normal genital diversity before cosmetic surgery, conducting psychological evaluations, establishing realistic expectations, and obtaining comprehensive informed consent. FIGO adopts a more restrictive ethical approach to purely cosmetic genital surgery in women without structural or functional abnormalities. While female genital cosmetic surgery and pelvic floor reconstruction may anatomically overlap, they are distinct clinical fields in terms of indications, aims, and evidence levels. The surgical decision should be based not only on aesthetic demands but also on anatomical findings, functional complaints, psychosocial status, evidence level, and patient preference. Woman-centered counseling, explanation of normal anatomical diversity, evaluation of non-surgical options, and clear discussion of the risk-benefit balance should form the basis of a safe clinical approach.

Keywords: Female Genital Cosmetic Surgery, Pelvic Floor Reconstruction, Increasing Interest

GİRİŞ

KURAMSAL VE KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Bu derleme, genital cerrahi talebinin tek bir faktörle açıklanamayacağı varsayımına dayanmaktadır. Kuramsal çerçeve; biyopsikososyal yaklaşım, sosyal karşılaştırma ve genital benlik imajı kavramları üzerine kurulmuştur. Modelde anatomik ve fonksiyonel özellikler; sosyal medya, kültürel normlar, partner ve akran etkileriyle birlikte genital benlik imajını şekillendirmektedir. Bu etkileşim fiziksel, psikolojik veya cinsel memnuniyetsizliğe ve cerrahi talebine katkıda bulunabilir. Klinik değerlendirme, normal anatomik çeşitlilik hakkında bilgilendirme, psikososyal değerlendirme ve bilgilendirilmiş onam ise bu sürecin önemli düzenleyici bileşenleridir. Bu doğrultuda genital cerrahi talebi; biyolojik-anatomik, psikoseksüel, sosyokültürel-dijital ve klinik-etik boyutların birlikte etkilediği çok yönlü bir süreç olarak ele alınmıştır.

Kadın genital kozmetik cerrahisi, son yıllarda kadın sağlığı, jinekoloji, plastik ve rekonstrüktif cerrahi ile cinsel sağlık alanlarında giderek daha fazla tartışılan konulardan birisi olmuştur. Bu ilginin temelinde yalnızca cerrahi tekniklerdeki gelişmeler değil; genital görünürlüğün artması, beden algısındaki değişimler, cinsel sağlık konularının daha açık tartışılması, dijital platformların yaygınlaşması ve belirli genital görünümünün estetik norm olarak sunulması da bulunmaktadır (Bugeja et al., 2023; Buzzaccarini et al., 2025; Taheri et al., 2026; Mironica et al., 2024).

METODOLOJİ

Bu çalışma, kadın genital kozmetik cerrahisi ve pelvik taban rekonstrüksiyonuna yönelik artan ilgiyi anatomik, klinik, psikososyal, sosyokültürel ve etik boyutlarıyla değerlendiren kuramla yönlendirilmiş yapılandırılmış bir anlatı derlemesi olarak hazırlanmıştır. PubMed/MEDLINE, Scopus ve Web of Science veri tabanları ile FIGO, ACOG, SOGC, ISSVD ve AWMF/DGGG gibi mesleki kuruluşların rehber ve önerileri incelenmiştir. Güncel kanıtların değerlendirilmesinde ağırlıklı olarak 2015-2026 yılları arasında yayımlanan çalışmalar dikkate alınmış; temel anatomik ve kuramsal kaynaklar için daha eski çalışmalara da yer verilmiştir. Literatür; genital kozmetik cerrahi, labioplasti, pelvik taban rekonstrüksiyonu, genital benlik imajı, sosyal medya, beden algısı, cerrahi motivasyon, komplikasyonlar, hasta memnuniyeti ve etik karar verme başlıkları altında değerlendirilmiştir. Bulgular anatomik-fonksiyonel temel, sosyokültürel etkiler, cerrahi girişimler, hasta değerlendirmesi, rehberler, komplikasyonlar ve hasta merkezli sonuçlar olmak üzere tematik olarak sentezlenmiştir.

GENİTAL VE PELVİK TABAN ANATOMİSİNİN KLİNİK ÖNEMİ

Dış genital bölgeyi oluşturan vulva; mons pubis, labia majora ve minora, klitoris, vestibulum vaginae ile Bartholin ve Skene bezlerini içeren kompleks bir anatomik yapıdır. Bu yapıların büyüklüğü, biçimi, rengi, simetrisi ve birbirleriyle olan anatomik ilişkileri kadınlar arasında önemli ölçüde farklılık gösterebilmektedir (Beckmann et al., 2023; Kotil & Barut, 2025). Vulvar bölgenin estetik ve cerrahi değerlendirmesinde labia minora ve majora boyutları, klitoral bölgenin konumu, vajinal introitus, üretral açıklıkla olan ilişki, perine uzunluğu ve çevre dokuların özellikleri önemli anatomik referans noktaları olarak değerlendirilmektedir (Tuncer, 2024). Ancak belirli bir labial uzunluk, simetri veya görünümün evrensel olarak normal olarak kabul edilmesi mümkün değildir. Morfometrik (Morfometri, evrimsel öneme sahip bir özelliği nicelleştirmek ve şekildeki değişiklikleri tespit etmek macı ile kullanılmaktadır.) farklılıkların tek başına patoloji ya da cerrahi endikasyon olarak değerlendirilmemesi gerekmektedir. Bu konu genital estetik açısından özellikle önemlidir. Dış genital organların doğal çeşitliliğinin yeterince bilinmemesi, fizyolojik anatomik özelliklerin kadın tarafından kusur ya da anormallik veya düzeltilmesi gereken bir durum olarak algılanmasına neden olabilir. Dolayısıyla genital anatomisinin değerlendirilmesinde klinik bulguların yanı sıra kadının kendi anatomisini nasıl algıladığı da önem kazanmaktadır.

Pelvik taban ise dış genital bölgeden bağımsız düşünülemez. Mesane, üretra, vajina, uterus ve rektumun anatomik ve fonksiyonel bütünlüğünü destekleyen kas, fasya ve bağ dokusundan oluşan karmaşık bir sistemdir. Bu sistemin temel kas yapısını oluşturan levator ani; puborektalis, pubokoksigeus ve iliokoksigeus kaslarından meydana gelmekte ve ürogenital hiatusun dinamiklerinde önemli rol oynamaktadır (Ashton-Miller & DeLancey, 2007; Mustain, 2016; Çelenay ve ark. 2023). Puborektalis kası rektum çevresinde oluşturduğu askı sistemiyle anorektal açının ve kontinansın sürdürülmesine katkı sağlarken; pubokoksigeus perineal organların ve vajinal duvarın desteklenmesinde, iliokoksigeus ise pelvik organların üzerinde yer aldığı destek düzleminin oluşturulmasında görev almaktadır. Levator fasyasının perineal membran ve endopelvik fasya ile devamlılığı, pelvik desteğin yalnızca kas aktivitesine değil, kas-konnektif doku bütünlüğüne bağlı olduğunu göstermektedir (Çelenay ve ark. 2023). Vajina ön tarafta üretra ve mesane boynu, arka tarafta ise rektum ile komşuluk gösteren fibromusküler bir kanaldır. Vajinal duvar, levator ani kasları ve pelvik fasyal destek arasındaki ilişki; pelvik organların anatomik pozisyonunun korunması, kontinans, defekasyon ve cinsel fonksiyonların sürdürülmesi açısından önemlidir (Beji et al., 2021; Çelenay et al., 2023). Bu anatomik ve fonksiyonel bütünlük, genital kozmetik ve rekonstrüktif cerrahi planlamasında yalnızca görünümün değil, nörovasküler yapıların, genital duyunun, pelvik taban desteğinin ve cinsel fonksiyonların korunmasının da temel alınmasını gerektirmektedir.

KADIN GENİTAL KOZMETİK CERRAHİSİNE YÖNELİK ARTAN İLGİ VE NEDENLERİ

Kadın genital kozmetik cerrahisi; vulva veya vajinanın görünümünü değiştirmeyi amaçlayan labioplasti, klitoral hood redüksiyonu, labia majora girişimleri, vajinal daraltma ve benzeri uygulamaları içeren geniş bir alandır (Bugeja et al., 2023; Capito et al., 2025). Ancak klinik uygulamada kadınların bu işlemlere yönelmesinin nedenleri her zaman yalnızca estetik değildir. Son yıllarda genital kozmetik cerrahiye olan ilginin artmasında beden görünümüne verilen önemin artması, pubik kılların uzaklaştırılmasının yaygınlaşması, cinsel sağlığın daha görünür hale gelmesi, bireysel özerklik arayışı, sosyal medya, pornografik içerikler, partner ve akran görüşleri ile kozmetik cerrahi sektörünün pazarlama faaliyetleri hep birlikte rol almaktadır (Piro et al., 2022; Simonis & O'Connell, 2024; Obiora, 2026).

Bu nedenle genital estetik isteğinin yalnızca daha güzel görünme isteği olarak değerlendirilmesi bu arzuyu indirgemeci bir yaklaşımla açıklamak olur. Daha bütüncül bir değerlendirme, genital cerrahi talebini anatomik özellikler, fiziksel konfor, genital benlik imajı, cinsel yaşam, psikolojik iyilik hali, bireysel özerklik ve sosyokültürel çevrenin kesişiminde ortaya çıkan çok boyutlu bir sağlık davranışı olarak ele almayı gerektirmektedir.

SOSYAL MEDYA, GENİTAL BENLİK İMAJİ VE DİJİTAL GÜZELLİK KABULLERİ

Sosyal medya günümüzde beden algısının şekillenmesinde önemli bir role sahiptir. Instagram, TikTok, Snapchat ve benzeri görsel ağırlıklı platformlarda filtrelenmiş görüntüler (Alhusaini et. al., 2022), idealize edilmiş vücut özellikleri, influencer paylaşımları, hasta deneyimleri ve ameliyat öncesi-sonrası fotoğraflar yoğun biçimde yer almaktadır (Mironica et al., 2024; Timraz et al., 2024). Kadın genital kozmetik cerrahisi açısından dijital ortamların etkisi daha farklı bir özellik taşımaktadır. Aslında normal genital ve vulvar anatomi geniş bir çeşitlilik göstermesine rağmen dijital medyada daha kusursuz genital görünümün ortaya koyulması, kadınların kendi anatomilerini bu görsel referanslarla karşılaştırmasına neden olabilir. Böylece tamamen fizyolojik bir anatomik varyasyon zaman içinde estetik açıdan yetersiz, farklı veya kusurlu olarak algılanabilir (Mironica et.al, 2024; Capito et al. 2025). Bu süreç, idealize edilmiş dijital görüntülere maruz kalma, sosyal karşılaştırma, genital benlik imajında değişim ve estetik müdahale gereksiniminin ortaya çıkması arasında olası bir ilişki olduğunu düşündürmektedir (Capito et al. 2025). Bununla birlikte bu ilişkinin tüm kadınlarda aynı biçimde gerçekleştiğini kabul etmek doğru değildir. Taheri ve ark. (2026) tarafından gerçekleştirilen sistematik bir derlemede kadın genital kozmetik cerrahisinin medyada sunuluşu; cerrahiye gerekçelendirme, cerrahi sonuçların sunumu, genital organların temsil biçimi, risk uyarıları, pazarlama uygulamaları ve bilgi kalitesi açısından değerlendirilmiştir. Bulgular, medya içeriklerinin genital görünüm ve kadınlığa ilişkin toplumsal algıları biçimlendirebildiğini ve

artan cerrahi talebine katkıda bulunabileceğini göstermektedir. Veras ve ark. (2025) ise sosyal medya filtrelerinin kozmetik cerrahi beklentileri üzerindeki etkisini cerrahların bakış açısından değerlendirmiş ve bazı hastaların konsültasyon sırasında filtrelenmiş görüntülerini referans olarak gösterebildiklerini bildirmiştir. Bu durum dijital filtrelerin yalnızca mevcut güzellik standartlarını pekiştirmekten öte, kişinin kendi bedenini değerlendirdiği referans noktasını da değiştirebildiğini düşündürmektedir.

Bununla birlikte sosyal medya yalnızca olumsuz etkileri üzerinden değerlendirilmemelidir. Dijital platformlar kadınların tedavi seçenekleri, cerrahlar, hasta deneyimleri ve sağlık hizmetleri hakkında bilgiye ulaşmasını kolaylaştırabilmektedir (Kinney et. al. 2023). Bu nedenle sorun sosyal medyanın varlığından çok, kadınların karşılaştıkları bilgilerin niteliğini nasıl değerlendirdikleridir.

Bu noktada Dijital Sağlık Okuryazarlığı Aracı (Digital Health Literacy Instrument-DHLI) (van der Vaart & Drossaert, 2017), Kozmetik Hazırlık Anketi (CRQ) (The Cosmetic Readiness Questionnaire) genital estetik cerrahiye ilişkin karar verme sürecinin önemli birer bileşeni olarak değerlendirilebilir (Pikoos et al., 2025). Klinik görüşmede kadının genital anatomiye ve cerrahi sonuçlara ilişkin bilgileri hangi dijital kaynaklardan edindiğinin, sosyal medyada gördüğü görüntülerin beklentisini nasıl etkilediğinin ve çevrim içi içeriğin güvenilirliğini değerlendirme becerisinin sorgulanması, gelecekte hasta değerlendirmesine eklenebilecek yenilikçi bir yaklaşım olabilir.

CERRAHİ ENDİKASYONLAR VE GENİTAL CERRAHİYE YÖNELİK BAŞVURU MOTİVASYONLARI

Genital cerrahiye yönelik başvurular değerlendirilirken cerrahi motivasyon ile cerrahi endikasyon kavramlarının birbirinden ayrılması gerekir. Kadının bu cerrahiye istemesine yol açan kişisel, estetik veya psikososyal motivasyonların varlığı tek başına tıbbi bir endikasyon oluşturmaz. Başvuru motivasyonları genel olarak estetik ve fonksiyonel olmak üzere iki grupta ele alınabilir. Estetik motivasyonlar labial görünüm, asimetri, genital bölgenin kıyafet altında belirgin olması, kişinin kendi genital görünümünden memnun olmaması veya istediği görsel standarda ulaşma isteğiyle ilişkili olabilir. Fonksiyonel yakınmalar ise dar giysiler sırasında sürtünme, egzersiz veya bisiklete binme sırasında ağrı ve rahatsızlık, kronik irritasyon, hijyen güçlüğü, labial dokunun cinsel ilişki sırasında çekilmesi ve buna bağlı ağrı gibi sorunları kapsamaktadır (Hadımlı et al., 2021; Qiang et al., 2023). Ortega-Sánchez ve ark. (2025) tarafından gerçekleştirilen sistematik bir derleme, labioplasti talebinde estetik ve fonksiyonel motivasyonların sıklıkla birlikte bulunduğunu göstermektedir. Dolayısıyla kadınların cerrahi başvurularının yalnızca medya tarafından oluşturulan estetik baskının sonucu olarak değerlendirilmesi de klinik gerçekliği tam olarak yansıtmamaktadır. Vajinal gevşeklik, introitus genişliği, perineal hasar veya doğum sonrasında ortaya çıkan anatomik ve fonksiyonel değişiklikler ise ayrıca değerlendirilmelidir. Bu durumlarda kozmetik beklenti ile rekonstrüktif gereksinim arasındaki sınır daha belirgin şekilde ortaya konmalıdır. (Sezgiç & Karakol, 2023).

Cerrahi endikasyon belirlenirken temel soru yalnızca kadının cerrahi isteyip istemediği değildir. Objektif anatomik bulgunun varlığı, yakınmanın günlük yaşam ve cinsel fonksiyon üzerindeki etkisi, alternatif tedavi seçenekleri ve cerrahiden beklenen klinik yararın kanıt düzeyi birlikte değerlendirilmelidir. Standart bir labial ölçünün veya tek bir ideal genital görünümün cerrahi endikasyon olarak değerlendirilmesinden kaçınılmalı; bireysel anatomi, yakınmalar, fonksiyonel durum, obstetrik ve cerrahi öykü ile kadının beklentileri birlikte ele alınmalıdır.

YAYGIN GENİTAL KOZMETİK CERRAHİ İŞLEMLERİ

Labioplasti; kadın genital kozmetik cerrahileri içerisinde en sık uygulanan girişimlerden biridir. Temel amaç labia minoranın boyut veya biçimini değiştirmek, asimetriyi azaltmak ya da labial dokuyla ilişkili mekanik rahatsızlıkları gidermektir. Trim veya edge rezeksiyon, wedge rezeksiyon, de-epitelizasyon ve bunların farklı modifikasyonları günümüzde kullanılan başlıca tekniklerdir. Güncel yaklaşım bütün kadınlarda kullanılabilecek

tek bir üstün teknik bulunmasından çok, bireysel anatomiye göre teknik seçilmesini desteklemektedir (Zahedi et al., 2023; Géczi et al., 2024; Buzzaccarini et al., 2025). Cerrahi planlamada yalnızca çıkarılacak doku miktarı değil; labia dokusunun doğal görünümünün korunması, nörovasküler yapıların zarar görmemesi, aşırı rezeksiyondan kaçınılması, pigmentasyon sınırı ve klitoral bölgeyle anatomik uyum da göz önünde bulundurulmalıdır. Géczi ve ark. (2024) tarafından gerçekleştirilen geniş kapsamlı sistematik derleme ve meta-analizde labioplasti sonrasında genel hasta memnuniyetinin yüksek olduğu bildirilmiştir. Ancak farklı teknikler arasında yara ayrışması, hematoma, ödem ve benzeri komplikasyonların görülme sıklığı değişebilmektedir. Bu nedenle yüksek memnuniyet oranları cerrahinin risksiz olduğu veya tüm tekniklerin eşdeğer olduğu biçiminde yorumlanmamalıdır. Ucar ve Bestel (2025) labioplasti sonrasında genital benlik imajı, cinsel fonksiyon ve cinsel yaşam kalitesinde olumlu değişiklikler bildirmiştir. Bununla birlikte sınırlı örneklem büyüklüğü ve kontrol grubunun bulunmaması nedeniyle bu sonuçların geniş örneklemli ve uzun süreli çalışmalarla desteklenmesi gerekmektedir.

Labia Majoroplasti ve Klitoral Hood Redüksiyonu; Labia majoroplasti, labia majoradaki deri veya yağ dokusunun azaltılması veya yeniden şekillendirilmesini içermektedir. Yaşlanma, kilo değişiklikleri veya bireysel morfolojik özelliklere bağlı olarak talep edilebilir.

Klitoral hood redüksiyonu ise klitorisi çevreleyen prepsiyal dokunun azaltılmasını amaçlamaktadır. Klitoral bölgedeki yoğun nörovasküler yapı nedeniyle cerrahi sırasında duyu fonksiyonlarının korunması ve aşırı doku rezeksiyonundan kaçınılması özellikle önemlidir. Bu nedenle kozmetik görünüm ile genital duyu fonksiyon arasında hassas bir denge kurulmalıdır.

Vajinoplasti ve perineoplasti, vajinal kanal, introitus veya perineal dokuların anatomik yeniden düzenlenmesini içeren girişimlerdir. Özellikle obstetrik travma, doğum sonrası perineal destek kaybı veya işlevsel yakınmaların bulunduğu kadınlarda rekonstrüktif bir amaç taşıyabilir. Dolayısıyla vajinoplasti kavramının yalnızca vajinal gençleştirme veya estetik daraltma olarak sunulması doğru değildir. Kozmetik amaçlı vajinal daraltma ile obstetrik travma veya anatomik defekt nedeniyle yapılan rekonstrüksiyonun klinik olarak birbirinden ayrılması gerekmektedir.

G-noktası augmentasyonu ve yalnızca cinsel hazzı artırma amacıyla uygulanan benzer işlemlerde ise etkinlik ve güvenliliği destekleyen yüksek kaliteli bilimsel kanıtlar hala yetersizdir. (Vieira-Baptista et al., 2018).

Öte yandan, lazer ve radyofrekans gibi enerji temelli yöntemlerin vajinal rejuvenasyon amacıyla kullanılmasında temkinli olunması gerekmektedir. Bu uygulamaların hangi hasta gruplarında, hangi endikasyonlarla ve hangi uzun dönemli sonuçlarla kullanılabileceğine ilişkin yüksek kaliteli kanıtlar halen sınırlıdır (Capito et al., 2025).

Pelvik Taban Rekonstrüktif Cerrahisi

Pelvik taban rekonstrüktif cerrahisi, kozmetik genital cerrahiden farklı bir klinik değerlendirmedir. Bu girişimler pelvik organ prolapsusu, ciddi perineal destek kaybı, obstetrik travma ve bazı üriner veya anorektal fonksiyon bozukluklarında anatomik ve fonksiyonel desteğin yeniden oluşturulmasını amaçlamaktadır. Geleneksel pelvik organ prolapsusu cerrahileri esas olarak anatomik defektin düzeltilmesine odaklanmıştır. Bununla birlikte güncel araştırmalar pelvik tabanı statik bir yapıdan çok abdominal basınç, organ hareketleri, kas aktivitesi, fasya ve ligamentler arasındaki etkileşimle çalışan dinamik bir biyomekanik sistem olarak değerlendirmektedir.

Tian ve ark. (2025), pelvik organ prolapsusunun tedavisinde dinamik biyomekanik denge yaklaşımını ileri sürmüş ve levator plaka, perineal cisim, vajina ve destek dokuları arasındaki ilişkinin cerrahi planlamada birlikte değerlendirilmesini önermiştir. Bu modele göre başarılı bir rekonstrüksiyon yalnızca prolabe organı anatomik pozisyonuna getirmekten ibaret değildir; pelvik tabandaki mekanik stres dağılımının ve fonksiyonel bütünlüğün de yeniden oluşturulması önemlidir. Bununla birlikte bu yaklaşımın geniş ölçekli klinik çalışmalarla daha ileri düzeyde doğrulanması gerekmektedir. Wang ve ark. (2026) tarafından önerilen holistik pelvik taban yaklaşımı da

pelvik taban bozukluklarının tek bir organın hastalığı olmaktan ziyade kas, fasya, ligamentler ve pelvik organlar arasındaki mekanik ilişkilerin bozulmasıyla gelişen bütüncül bir sistem sorunu olarak ele alınmasını önermektedir. Bu yaklaşım mevcut klinik sınıflandırmaların alternatifi olarak değil, mekanizma temelli ve kişiselleştirilmiş tedavilerin geliştirilmesine katkı sağlayabilecek yeni bir kavramsal model olarak değerlendirilmelidir.

Son yıllarda bilgisayarlı modelleme analizi de pelvik taban rekonstrüksiyonunda dikkat çekmektedir. Bu yöntemlerle farklı cerrahi tekniklerin pelvik organ mobilitesi, stres dağılımı ve destek dokuları üzerindeki etkileri operasyon öncesinde simüle edilebilmektedir (Lallemant et al., 2024; Xue et al., 2024; Yang et al., 2024). Henüz rutin klinik uygulamanın bir parçası olmamakla birlikte, bu teknolojiler gelecekte hastaya özgü cerrahi planlamanın geliştirilmesine katkıda bulunabilir.

KADIN GENİTAL KOZMETİK VE REKONSTRÜKTİF CERRAHİDE GÜNCEL REHBERLER VE ÖNERİLER

Kadın genital kozmetik ve rekonstrüktif cerrahilere yönelik artan ilgi, farklı uluslararası meslek kuruluşlarının bu alanda klinik rehberler, konsensüs belgeleri ve mesleki öneriler geliştirmesine neden olmuştur. Bunlar arasında Alman Jinekoloji ve Obstetri Derneği (DGGG), Alman Plastik, Rekonstrüktif ve Estetik Cerrahi Derneği (DGPRÄC), Avusturya Jinekoloji ve Obstetri Derneği (OEGGG) ve İsviçre Jinekoloji ve Obstetri Derneği (SGGG) tarafından ortaklaşa hazırlanan yapılandırılmış uzman konsensüsüne dayalı S2k rehberler; Reconstructive and Aesthetic Surgeries on the Female Genitalia rehberi, Society of Obstetricians and Gynaecologists of Canada'nın (SOGC) Guideline No. 423: Female Genital Cosmetic Surgery and Procedures rehberi, American College of Obstetricians and Gynecologists'ın (ACOG) Committee Opinion No. 795 belgesi, International Society for the Study of Vulvovaginal Disease (ISSVD) önerileri ve FIGO'nun 2025 tarihli Cosmetic Genital Surgery bildirisi yer almaktadır (Vieira-Baptista et al., 2018; ACOG, 2020; Shaw et al., 2022; Beckmann et al., 2023; Capito et al., 2025).

Bu belgeler aynı kanıt düzeyine veya aynı kapsama sahip olmamakla birlikte, ortak olarak bazı temel klinik ilkeleri öne çıkarmaktadır. Bunların başında kadın dış genital organlarının boyut, biçim, renk ve simetri bakımından geniş bir doğal anatomik çeşitlilik gösterdiğinin açıklanması gelmektedir. Bu çeşitliliğin tek başına patolojik bir durum veya cerrahi endikasyon olarak değerlendirilmemesi ve kadınların kendi anatomilerini idealize edilmiş standartlarla karşılaştırmalarının önüne geçebilecek doğru bilgilendirmenin sağlanması önerilmektedir. DGGG, DGPRÄC, OEGGG ve SGGG'nin S2k rehberi, kadın genital bölgesinin hem rekonstrüktif hem estetik cerrahilerini daha geniş bir klinik çerçevede ele almaktadır (Beckmann et al., 2023). Rehber; anatomik değişikliklerin değerlendirilmesi, tanı, cerrahi planlama ve farklı rekonstrüktif veya estetik durumların yönetiminde yapılandırılmış bir yaklaşım sunmaktadır. Bu özelliği nedeniyle yalnızca planlanmış kozmetik işlemlere odaklanan diğer belgelerden ayrılmaktadır. SOGC Guideline No. 423 ise özellikle kadın genital kozmetik cerrahi taleplerinin değerlendirilmesine odaklanmakta ve çoğu kadında genital anatomik özelliklerin normal çeşitlilik içerisinde bulunduğuna dikkat çekmektedir (Shaw et al., 2022). Kadınların anatomi hakkında bilgilendirilmesi, cerrahi olmayan seçeneklerin tartışılması, gerçekçi beklenti oluşturulması ve kanıtların sınırlı olduğu alanlarda bu belirsizliğin açık biçimde ifade edilmesi temel öneriler arasındadır. ISSVD önerileri de normal vulvar anatomik çeşitliliğin açıklanmasını, kadının vulvovajinal hastalıklar açısından uygun şekilde değerlendirilmesini, gerçekçi olmayan beklentiler veya psikososyal sorunların bulunması durumunda gerekli yönlendirmenin yapılmasını ve cerrahinin deneyimli profesyoneller tarafından uygulanmasını önermektedir (Vieira-Baptista et al., 2018).

ACOG, tıbbi olarak endike olmayan elektif genital kozmetik işlemlerde yüksek kaliteli etkinlik ve güvenlik kanıtlarının sınırlılığına dikkat çekmekte; cerrahi öncesinde ağrı, kanama, enfeksiyon, skar, duyuşal değişiklikler, dispareni ve yeniden operasyon gereksinimi gibi olası sonuçların hastayla paylaşılmasını önermektedir (ACOG, 2020). FIGO'nun 2025 tarihli bildirisi ise bu konuda daha ihtiyatlı bir yaklaşım benimsemektedir. FIGO, yapısal

veya fonksiyonel bir bozukluğu bulunmayan kadınlarda yalnızca kozmetik amaçla gerçekleştirilen vulvovajinal cerrahilerin güvenilirlik ve etkinliğini destekleyen güçlü kanıtların sınırlı olduğunu belirtmekte; özellikle tıbbi endikasyonu bulunmayan işlemlerde kadınların riskler ve mevcut bilimsel belirsizlikler konusunda açıkça bilgilendirilmesini vurgulamaktadır (Capito et al., 2025).

Güncel belgelerde öne çıkan diğer önemli konu, kozmetik amaçlı işlemlerle tıbbi veya rekonstrüktif endikasyona dayanan girişimlerin birbirinden ayrılmasıdır. Pelvik organ prolapsusu, ciddi obstetrik travma, konjenital anomaliler, belirgin fonksiyonel sorunlar veya rekonstrüksiyon gerektiren klinik durumlarda yapılan işlemler, yalnızca idealize edilmiş bir genital görünüme ulaşmayı hedefleyen girişimlerle aynı klinik ve etik değerlendirmeye tabi tutulmamalıdır.

GENİTAL KOZMETİK CERRAHİ VE ETİK

Genital kozmetik cerrahide temel etik sorun, kadının kendi bedeni hakkında karar verme hakkı ile sağlık profesyonelinin yarar sağlama ve zarar vermeme sorumluluğu arasındaki dengenin kurulmasıdır. Hasta özerkliği cerrahi talebin dikkate alınmasını gerektirirken, özerk bir karar doğru ve yeterli bilgiye dayandırılmalıdır. Bu nedenle bilgilendirilmiş onam cerrahi öncesinde imzalanan standart bir formdan çok hastanın beklentileri ile mevcut bilimsel kanıtların birlikte değerlendirildiği bir karar verme süreci olarak ele alınmalıdır. Hastaya işlemin beklenen yararı, alternatifleri ve kanıt düzeyi açık biçimde anlatılmalı; kısa ve uzun dönemli sonuçlara ilişkin belirsizlikler olduğunda bunlar gizlenmemelidir. Cerrahi sonuçların dijital pazarlama materyallerindeki seçilmiş öncesi-sonrası görüntüler kadar göze hitap eden şekilde olmayabileceği açıklanmalıdır.

Bir diğer etik konu genital anatomik çeşitliliğin ticarileştirilmesidir. Normal bir anatomik özelliğin tedavi edilmesi gereken bir kusur olarak tanımlanması, kadının genital benlik imajını olumsuz etkileyebilir ve gereksiz cerrahi talebini teşvik edebilir (Chibnall et al., 2019; Capito et al., 2025). Bu nedenle ideal vulva, kusursuz görünüm, gençleştirme veya cinsel hazzı garanti eden pazarlama ifadelerine dikkat edilmelidir. Sağlık hizmetlerinin tanıtımı bilgilendirici, tarafsız ve bilimsel kanıt düzeyiyle uyumlu olmalıdır. Kadınların ekonomik ve sosyal koşulları da etik karar verme sürecine dahil edilmelidir. Özellikle sosyal açıdan daha savunmasız kadınlarda bilgiye erişim, sağlık okuryazarlığı ve karar verme sürecinde dış etkilere açıklık farklılık gösterebilir. Bu nedenle sürecin şeffaf yürütülmesi ve kadının baskıdan uzak biçimde karar vermesinin sağlanması önemlidir (Barut et al., 2024).

GENİTAL KOZMETİK CERRAHİSİ KOMPLİKASYONLARI

Kadın genital kozmetik cerrahilerine bağlı komplikasyonlar erken ve geç dönem komplikasyonlar olarak değerlendirilebilir. Erken dönemde kanama, hematoma, ödem, enfeksiyon, yara ayrışması, doku nekrozu ve yara iyileşmesinde gecikme görülebilir. Geç dönemde ise belirgin skar, asimetri, aşırı veya yetersiz doku rezeksiyonu, duyuşal değişiklikler, kronik ağrı, dispareni ve revizyon gereksinimi ortaya çıkabilir (Beckmann et al., 2023; Géczi et al., 2024). Komplikasyonlar uygulanan işleme ve cerrahi tekniğe göre değişmektedir. Bu nedenle literatürde tek bir genel genital kozmetik cerrahi komplikasyon oranı verilmesi yanıltıcı olabilir. Labioplasti, klitoral hood redüksiyonu, vajinoplasti ve diğer girişimler farklı anatomik bölgeleri ve farklı risk profillerini içermektedir.

Géczi ve ark. (2024) labioplasti sonrasında genel komplikasyon oranlarının görece düşük olduğunu göstermekle birlikte, wedge rezeksiyon gibi bazı tekniklerde yara ayrışmasının daha çok görüldüğünü açıklamışlardır. Bu nedenle teknik seçimin kişisel anatomi ve cerrah deneyimine göre yapılması önemlidir. Klitoral ve labial bölgelerde yoğun nörovasküler yapıların bulunması, duyuşal bütünlüğün korunmasını cerrahi güvenliğin temel unsurlarından biri haline getirmektedir. Aşırı doku rezeksiyonu veya nörovasküler hasarın kalıcı duyu değişikliklerine, ağrıya veya cinsel fonksiyon sorunlarına yol açma olasılığı göz önünde bulundurulmalıdır. Bu nedenle kozmetik olarak tatmin edici bir görünüm elde edilmesi tek başına başarılı cerrahi anlamına

gelmemektedir. Genital duyunun, cinsel işlevin ve fiziksel rahatlığın korunması da cerrahi başarının temel bileşenlerindendir.

CERRAHİ SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Kadın genital kozmetik cerrahisinin başarısı yalnızca anatomik görünüm veya cerrah tarafından bildirilen teknik başarı üzerinden değerlendirilmemelidir. Klinik sonuçların anatomik, fonksiyonel, cinsel ve psikososyal boyutları birlikte ele alınmalıdır. Mevcut çalışmalar labioplasti sonrasında hasta memnuniyetinin genel olarak yüksek olduğunu göstermektedir (Géczi et al., 2024). Bazı araştırmalar genital benlik imajı, cinsel fonksiyon ve yaşam kalitesinde olumlu değişiklikler de bildirmektedir (Alavi-Arjas et al., 2023; Ucar & Bestel, 2025). Ancak mevcut kanıtların önemli bölümü retrospektif, örneklem sınırlı, araştırmalarda kontrol grupları bulunmuyor, takip süreleri de değişkendir. Bu nedenle yüksek hasta memnuniyeti ile yüksek kanıt düzeyi birbirinden ayrılmalıdır. Bir girişimden sonra kadınların çoğunun memnuniyet bildirmesi klinik açıdan önemli olsa da, işlemin uzun dönemli etkinliğini, güvenliğini ve cinsel fonksiyon üzerindeki etkisini tek başına kanıtlamamaktadır. Cerrahi başarı değerlendirmesine yara iyileşmesi, hematoma, enfeksiyon, skar ve revizyon gereksiniminin yanı sıra ağrı, genital duyu, cinsel işlev, genital benlik imajı, psikolojik iyilik hali ve yaşam kalitesi gibi hasta tarafından bildirilen sonuçların da dahil edilmesi gerekmektedir. Bu yaklaşım aynı zamanda kadın genital kozmetik cerrahisinde teknik başarı kavramının yeniden tanımlanmasına katkı sağlayabilir. Gelecekte başarılı cerrahi; yalnızca anatomik değişimin sağlandığı değil, istenen klinik yararın elde edildiği, fonksiyonun korunduğu, komplikasyonların düşük olduğu ve kadının uzun dönemli yaşam kalitesinin desteklendiği sonuç olarak değerlendirilmelidir.

DANIŞMANLIK

Kadın genital kozmetik cerrahisine yönelik ilginin artması yalnızca cerrahların değil; kadın sağlığı alanında çalışan ebe, hemşire, jinekolog, fizyoterapist, psikolog ve diğer sağlık profesyonellerinin de danışmanlık rollerini önemli hale getirmektedir. Özellikle ebeler, kadınlarla ergenlikten üreme çağına, gebelikten doğum sonrası döneme ve menopoz sürecine kadar farklı yaşam dönemlerinde yakın iletişim kurdukları için genital anatomi, pelvik taban sağlığı ve cinsel sağlık konusunda doğru bilgi aktarımında önemli bir konuma sahiptir (Ağca & Oran, 2025). Danışmanlık sürecinde kadının estetik kaygılarının küçümsememesi kadar genital anatomik çeşitliliğin açık ve yargılayıcı olmayan bir dille anlatılması da önemlidir. Kadın sağlığı profesyonellerinin önemli rollerinden biri de yanlış veya eksik dijital sağlık bilgisinin düzeltilmesidir. Danışmanlık; kadının anatomisini tanımasını, genital sağlığıyla ilgili doğru bilgiye ulaşmasını, risk ve yararları anlamasını ve kendi değerleri doğrultusunda bilinçli karar vermesini destekleyen bir süreç olarak ele alınmalıdır.

SONUÇ

Kadın genital kozmetik cerrahisi ve pelvik taban rekonstrüksiyonuna yönelik ilginin artması, kadın sağlığı alanında klinik, psikososyal ve etik boyutlarıyla birlikte değerlendirilmesi gereken önemli ve bir o kadar karmaşık bir gelişmedir. Genital estetik taleplerinin yalnızca bireysel güzellik tercihlerine veya yalnızca sosyal medya etkisine indirgenmesi mevcut kanıtlarla uyumlu değildir. Cerrahi talebi; anatomik özellikler, fiziksel yakınmalar, genital benlik imajı, cinsel sağlık, psikolojik durum, sosyal çevre ve bireysel özerkliğin birlikte etkilediği çok boyutlu bir süreçtir. Güncel klinik rehber ve mesleki öneriler, normal genital anatomik çeşitliliğin açıklanmasını, kozmetik motivasyon ile klinik endikasyonun birbirinden ayrılmasını, cerrahi öncesinde hastaya özgü klinik ve psikososyal değerlendirme yapılmasını ve bilimsel kanıtların sınırlı olduğu konuların açık biçimde paylaşılmasını ön plana çıkarmaktadır. Uzun dönemli sonuçlar bile halen cinsel fonksiyon, duyuşal değişiklikler ve komplikasyonlara ilişkin yüksek kanıt düzeyine sahip değildir. Dolayısıyla mevcut olumlu sonuçların kontrollü ve uzun dönemli araştırmalarla desteklenmesi gerekmektedir. Bu noktada ebelerin genital kozmetik cerrahilere yönelik bilgi ve becerilerinin artırılmasını desteklemek kadın sağlığını geliştirmek açısından önemlidir.

Sonuç olarak genital cerrahide klinik başarı yalnızca anatomik değişiklik veya estetik görünümle tanımlanmamalıdır. Kadının fiziksel rahatlığı, genital ve cinsel fonksiyonları, psikolojik iyilik hali, yaşam kalitesi, özerkliği ve uzun dönemli memnuniyeti birlikte değerlendirilmelidir. Bu yaklaşım, genital kozmetik ve rekonstrüktif cerrahilerin kadın merkezli, etik ve kanıta dayalı biçimde uygulanmasının temelini oluşturacaktır.

KAYNAKÇA

Ağca, M., & Oran, N. T. (2025). Kadın genital kozmetik cerrahisi ve ebelerin danışmanlık rolü. *Toplum ve Kadın Sağlığı Hemşireliği Dergisi*.

Alhusaini, B. K., Sharaf, F. Z., Alqthmi, R. O., et al. (2022). The impact of Snapchat use on self-image and inclination toward cosmetic procedures in Saudi Arabia. *Cureus*, 14(12), e32456. <https://doi.org/10.7759/cureus.32456>

Alavi-Arjas, F., Goodman, M. P., Simbar, M., Alavi Majd, H., Sharp, G., & Nahidi, F. (2023). The effect of female genital cosmetic and reconstructive procedures on body and genital self-image: A systematic review and meta-analysis. *Aesthetic Surgery Journal*, 43(10), 1161-1173. DOI: 10.1093/asj/sjad109

American College of Obstetricians and Gynecologists. (2020). Elective female genital cosmetic surgery: ACOG Committee Opinion No. 795. *Obstetrics & Gynecology*, 135(1), e36-e42. DOI: 10.1097/AOG.0000000000003616

Ashton-Miller, J. A., & DeLancey, J. O. L. (2007). Functional anatomy of the female pelvic floor. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1101(1), 266-296. DOI: 10.1196/annals.1389.034

Barut, S., Aydın, T. A., & Akto, G. (2024). Women's attitudes towards genital aesthetic surgery and the effects of social media: A qualitative study in the context of Türk Muslim women. *Anatolian Journal of Health Research*, 5(1), 79-86. DOI: 10.61534/anatoljhr.1384263

Beckmann, M. W., Borkenhagen, A., Fahlbusch, C., Gold, D., Hoffmann, J., Löhrs, B., Luze, H., Mirastschijski, U., O'Dey, D. M., Pöschke, P., Remmel, E., Schaefer, D. J., Schulmeyer, C. E., Schuster, T., Sohn, M., von Fritschen, U., & Beier, J. P. (2023). Reconstructive and aesthetic surgeries on the female genitalia: Guideline of the DGGG, DGPRÄC, OEGGG and SGGG (S2k-level, AWMF Registry No. 009/019, May 2022). *Geburtshilfe und Frauenheilkunde*, 83(7), 802-826. DOI: 10.1055/a-2065-4458

Beji, N. K., Çelebi, E. Z., & Avcı, N. (2021). Doğum ve pelvik taban disfonksiyonu. *İstanbul Tıp Fakültesi Dergisi*, 84(2), 269-274. DOI: 10.26650/IUITFD.2020.0032

Bugeja, R., McConnell, J., & Jha, S. (2024). Cosmetic gynaecology. *The Obstetrician & Gynaecologist*, 26(1), 6-15. DOI: 10.1111/tog.12905

Buzzaccarini, G., Degliuomini, R. S., De Rosa, L., Villa, S., Messina, S., Siesto, G., Candiani, M., & Salvatore, S. (2025). A road map through the multi-faceted world of female genital cosmetic surgical techniques. *International Journal of Gynecology & Obstetrics*, 170(1), 49-58. DOI: 10.1002/ijgo.16169

Capito, L., Antsaklis, A., & Gupte, S. (2025). FIGO statement: Cosmetic genital surgery. *International Journal of Gynecology & Obstetrics*, 170(1), 11-14. DOI: 10.1002/ijgo.70203

Çelenay, Ş. T., Lalecan, N., Yılmaz, H., Barut, Ö., & Kaya, D. Ö. (2023). Physiotherapy and rehabilitation approaches in pelvic floor health in female athletes: Traditional review. *Türkiye Klinikleri Journal of Health Sciences*, 8(3), 523-535. DOI: 10.5336/healthsci.2023-95776

Chibnall, K., McDonald, K., & Kirkman, M. (2020). Pathologising diversity: Medical websites offering female genital cosmetic surgery in Australia. *Culture, Health & Sexuality*, 22(1), 64-80. DOI: 10.1080/13691058.2019.1574029

- Géczi, A. M., Varga, T., Vajna, R. Z., Pataki, G., Meznerics, F. A., Ács, N., Hegyi, P., Nyirády, L., Pál, P., Farkas, N., Fazekas, A., Várbíró, S., & Sára, L. (2024). Comprehensive assessment of labiaplasty techniques and tools, satisfaction rates, and risk factors: A systematic review and meta-analysis. *Aesthetic Surgery Journal*, 44(11), NP798–NP808. DOI: 10.1093/asj/sjae143
- Hadımlı, A., Sert, E., & Saydam, B. K. (2021). Consultancy and care with Ex-PLISSIT model in genital aesthetic surgery. *Gevher Nesibe Journal*, 6(11), 29-38. DOI: 10.46648/gnj.182
- Kinney, J. R., Kim, E., Friedman, R., Bustos, V., Hassell, N., Elmer, N., Lee, B. T., & Lin, S. J. (2023). Which Groups of Plastic Surgery Patients Are Impacted by Social Media Use? An In-Depth Review of Social Media Engagement. *Plastic & Reconstructive Surgery*, 153(4), 824e-837e. <https://doi.org/10.1097/PRS.00000000000010641>
- Kotil, G., & Barut, Ç. (2025). A vulvar anatomy description comparison between the anatomy and gynecological textbooks. *Bratislava Medical Journal*, 126(7), 1362-1370. DOI: 10.1007/s44411-025-00229-y
- Lallemant, M., Shimojyo, A. A., Mayeur, O., Ramanah, R., Rubod, C., Kerbage, Y., & Cosson, M. (2024). Mobility analysis of a posterior sacrospinous fixation using a finite element model of the pelvic system. *PLOS ONE*, 19(3), e0299012. DOI: 10.1371/journal.pone.0299012
- Mironica, A., Popescu, C. A., George, D., Tegzeşiu, A. M., & Gherman, C. D. (2024). Social media influence on body image and cosmetic surgery considerations: A systematic review. *Cureus*, 16(7), e65626. DOI: 10.7759/cureus.65626
- Obiora, O. L. (2026). Female genital cutting and cosmetic genital surgery: A narrative synthesis of global practices, motivations, and the influence of aesthetic ideals. *International Journal of Impotence Research*. DOI: 10.1038/s41443-026-01308-6
- Ortega-Sánchez, I., Lucha-López, M. O., & Monti-Ballano, S. (2025). Motivational factors for labiaplasty: A systematic review of medical research. *Journal of Clinical Medicine*, 14(8), Article 2686. DOI: 10.3390/jcm14082686
- Pikoos, T. D., Buchanan, B., Hegarty, D., & Rossell, S. L. (2025). The cosmetic readiness questionnaire (CRQ): validation of a preoperative psychological screening tool for aesthetic procedures. *Aesthetic Surgery Journal*, 45(2), 208-214.
- Piro, T. J., Saeed, A. A., Abdulla, W. H., & Safari, K. (2022). Women's experience and perspectives toward genital cosmetic surgery in Erbil city/Iraq: A qualitative study. *BMC Women's Health*, 22(1), Article 340. DOI: 10.1186/s12905-022-01921-9
- Qiang, S., Li, F. Y., Zhou, Y., Li, Q., & Song, B. Q. (2023). Exploring the motivations for pursuing operative labiaplasty in Chinese patients. *Journal of Obstetrics and Gynaecology*, 43(1), Article 2204963. DOI: 10.1080/01443615.2023.2204963
- Sezgic, M., & Karakol, P. (2023). Vaginoplasty and Perineoplasty. In *Post-maternity Body Changes: Obstetric Fundamentals and Surgical Reshaping* (pp. 581-608). Cham: Springer International Publishing.
- Shaw, D., Allen, L., Chan, C., Kives, S., Popadiuk, C., Robertson, D., & Shapiro, J. (2022). Guideline No. 423: Female genital cosmetic surgery and procedures. *Journal of Obstetrics and Gynaecology Canada*, 44(2), 204-214.e1. DOI: 10.1016/j.jogc.2021.11.001
- Simonis, M., & O'Connell, H. E. (2025). Female genital cosmetic surgery: A social trend driving surgical practice. *BJU International*, 135, 12-13. DOI: 10.1111/bju.16551

- Taheri, M., Sharp, G., Ghorbani, Z., Rastegar, F., & Alavi-Arjas, F. (2026). Representation of female genital cosmetic surgery in the media: A systematic review. *Aesthetic Surgery Journal*, 46(9), 969-978. DOI: 10.1093/asj/sjag031
- Tian, D., Luo, Q., Wang, X., Wen, Y., Li, Y., Gu, J., Li, H., Shen, J., & Li, L. (2025). Dynamic biomechanical equilibrium in pelvic organ prolapse: From mechanistic insights to precision reconstruction. *Frontiers in Medicine*, 12, Article 1637133. DOI: 10.3389/fmed.2025.1637133
- Timraz, J. H., Samman, R. R., Hashim, S. N., Khan, S., Alhomieed, M. F., Al Hartany, L. O., Mashtoub, L., & Sindi, A. (2024). The dual impact of social media: Evolving beauty perceptions and cosmetic procedure practices among patients and providers. *Journal of Medicine and Life*, 17(12), 1036-1041. DOI: 10.25122/jml-2024-0390
- Tuncer, İ. (2024). 18–52 yaş kadın dış genital ölçümlerinin yaş, boy, ağırlık, VKİ ve parite ile ilişkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 15(1), 1-8. DOI: 10.22312/sdusbed.1395383
- Ucar, E., & Bestel, M. (2025). The effect of labiaplasty on self-perception and quality of sexual life in women: Functional and psychological reflections. *Aesthetic Surgery Journal*, 45(10), NP194-NP199. DOI: 10.1093/asj/sjaf145
- Veras, E. M., Ledesma, S. R., Acosta Matos, J. A., Castillo Cortorreal, M. E., Goncharova, I., Rivera Bonilla, R. B., Rosario Rosario, A., & Encarnación Ramirez, M. D. J. (2025). Influence of social media filters on plastic surgery: A surgeon's perspective on evolving patient demands. *Cureus*, 17(3), e80483. DOI: 10.7759/cureus.80483
- Vieira-Baptista, P., Almeida, G., Bogliatto, F., Bohl, T., Burger, M. P. M., Cohen-Sacher, B., Gibbon, K., Goldstein, A. T., Heller, D. S., Likes, W., da Silva, C. L., Marchitelli, C., Moyal-Barracco, M., Posey, K., Sluga, M., Stockdale, C. K., Marquini, G. V., & Zalewski, K. (2018). International Society for the Study of Vulvovaginal Disease recommendations regarding female cosmetic genital surgery. *Journal of Lower Genital Tract Disease*, 22(4), 415–434. DOI: 10.1097/LGT.0000000000000412
- Wang, X., Gao, Z., Li, L., Tian, D., Li, Y., & Shen, J. (2026). Holistic pelvic floor: Pelvic floor stress dysfunction diseases. *International Urogynecology Journal*. DOI: 10.1007/s00192-026-06667-8
- Xue, X., Zheng, Q., Gao, Z., Shen, J., & Yao, T. (2024). The influence of the combined impairments and apical mesh surgery on the biomechanical behavior of the pelvic floor system. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 11, Article 1292407. DOI: 10.3389/fbioe.2023.1292407
- Yang, M., Chen, C., Wang, Z., Long, J., Huang, R., Wan, Q., & Shi, R. (2024). Finite element analysis of female pelvic organ prolapse mechanism: Current landscape and future opportunities. *Frontiers in Medicine*, 11, Article 1342645. DOI: 10.3389/fmed.2024.1342645
- Zahedi, S., Bhat, D., Pedreira, R., Canales, F. L., & Furnas, H. (2023). Algorithm for trim and wedge labiaplasties. *Aesthetic Surgery Journal*, 43(6), 68

DOĞUMDA KADIN ÖZERKLİĞİNİN TEMEL BİLEŞENİ: RUTİN OBSTETRİK UYGULAMALARDA BİLGİLENDİRİLMİŞ ONAM VE ORTAK KARAR VERME**Arş. Gör. Dr. Seda GÜRAY¹****¹Tarsus Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Ebelik Bölümü, Mersin, Türkiye,
sedaguray@tarsus.edu.tr, ORCID: 0000-0002-3001-5639****Özet**

Doğum eylemi ve doğum sırasında uygulanan vajinal muayene, fetal izlem, amniyotomi, doğum indüksiyonu ve eylemin hızlandırılmasına yönelik uygulamalar, epizyotomi ve diğer obstetrik girişimler, klinik bakımın önemli bileşenleri olmakla birlikte, kadının yeterli biçimde bilgilendirilmediği ve karar verme sürecine katılmadığı durumlarda özerklik açısından etik sorunlara yol açabilmektedir. Bu derlemenin amacı, rutin obstetrik uygulamalarda bilgilendirilmiş onam ve ortak karar vermenin kadın özerkliği ve saygılı annelik bakımı açısından önemini güncel literatür doğrultusunda değerlendirmektir. Narratif derleme niteliğindeki çalışmada, 2025–2026 döneminde yayımlanan Dünya Sağlık Örgütü ve Uluslararası Jinekoloji ve Obstetri Federasyonu belgeleri ile konuya ilişkin güncel derleme ve araştırmalar incelenmiştir. Literatür, bilgilendirilmiş onamın yalnızca bir formun imzalanmasına indirgenemeyeceğini; anlaşılır bilgi sunumu, girişimin yarar ve risklerinin yanı sıra mevcut alternatiflerin açıklanması, kadının tercihlerini ifade edebilmesi ve kararını özgürce verebilmesini içeren sürekli bir iletişim süreci olması gerektiğini göstermektedir. Vajinal muayene ve epizyotomi gibi girişimlerin anlamlı onam olmaksızın uygulanması ile fetal izlem uygulamalarının hareket ve pozisyon özgürlüğünü sınırlaması, bedensel özerkliği zedeleyebilen uygulamalar arasında bildirilmektedir. Yetersiz iletişim, sağlık profesyonellerinin tutumları, kurumsal uygulamalar ve eğitim eksiklikleri onam sürecini güçleştirebilmektedir. Buna karşılık açık ve kültürel olarak uygun iletişim, seçeneklerin sunulması ve ortak karar verme yaklaşımı kadınların bakım sürecindeki söz hakkını güçlendirmektedir. Sonuç olarak bilgilendirilmiş onamın rutin obstetrik uygulamalarda dinamik ve kadın merkezli bir süreç olarak uygulanması, kadın özerkliğinin korunması ve saygılı annelik bakımının geliştirilmesi açısından temel bir gerekliliktir.

Anahtar Kelimeler: Bilgilendirilmiş onam, kadın özerkliği, ortak karar verme, saygılı annelik bakımı, obstetrik uygulamalar

**A FUNDAMENTAL COMPONENT OF WOMEN’S AUTONOMY IN CHILDBIRTH: INFORMED
CONSENT AND SHARED DECISION-MAKING IN ROUTINE OBSTETRIC PRACTICES****Res. Asst. Dr. Seda GÜRAY¹****¹Tarsus University, Faculty of Health Sciences, Department of Midwifery, Mersin, Türkiye,
sedaguray@tarsus.edu.tr, ORCID: 0000-0002-3001-5639****Abstract**

Vaginal examinations, fetal surveillance, amniotomy, induction or augmentation of labour, episiotomy, and other obstetric interventions are important components of intrapartum care; however, when women are inadequately informed or excluded from decision-making, these practices may raise ethical concerns regarding autonomy. This review aimed to evaluate the importance of informed consent and shared decision-making in routine obstetric practices in relation to women’s autonomy and respectful maternity care. This narrative review examined World Health Organization and International Federation of Gynecology and Obstetrics documents published in 2025–2026 together with recent reviews and research addressing informed consent, autonomy, shared decision-making, and obstetric interventions. The literature indicates that informed consent should not be reduced to the signing of a form; rather, it should be an ongoing communication process that includes providing understandable information, explaining the benefits, risks, and available alternatives of an intervention, enabling women to express their preferences, and supporting voluntary decision-making. Non-consented procedures such as vaginal examinations and episiotomy, as well as fetal surveillance practices that may restrict mobility and positioning, have been identified as potential threats to bodily autonomy. Inadequate communication, provider attitudes, institutional practices, and insufficient training may further weaken the consent process. Conversely, clear and culturally appropriate communication, presentation of available options, and shared decision-making can strengthen women’s participation and control during childbirth. In conclusion, integrating meaningful informed consent into routine obstetric practices as a dynamic and woman-centred process is essential for protecting women’s autonomy and advancing respectful maternity care.

Keywords: Informed consent, women’s autonomy, shared decision-making, respectful maternity care, obstetric practices

GİRİŞ

Maternal bakımda kalite, yalnızca anne ve yenidoğanın klinik güvenliğinin sağlanması ve olumsuz sağlık sonuçlarının önlenmesiyle sınırlı değildir. Kadının onuruna, mahremiyetine, bedensel bütünlüğüne, özerkliğine ve bakım sürecindeki tercihlerine saygı gösterilmesi de nitelikli doğum bakımının temel bileşenleri arasında yer almaktadır. Bu anlayış, güvenli annelik yaklaşımının mortalite ve morbiditenin azaltılmasına odaklanan geleneksel çerçevesinden, kadınların saygılı, onurlu ve ayrımcılıktan uzak bakım alma hakkını da kapsayan insan hakları temelli bir yaklaşıma doğru genişlediğini göstermektedir (Pickles, 2025; World Health Organization [WHO], 2025a). Bu doğrultuda bilgiye erişim, bilgilendirilmiş seçim, etkili iletişim, mahremiyet, özerklik ve karar süreçlerine katılım, doğum bakımının etik ve hak temelli niteliğinin ayrılmaz unsurları olarak kabul edilmektedir (WHO, 2025a).

Kadın özerkliğinin doğum bakımındaki en önemli yansımalarından biri bilgilendirilmiş onamdır. Bilgilendirilmiş onam, yalnızca bir formun imzalanması ya da herhangi bir girişim öncesinde biçimsel olarak izin alınması anlamına gelmemektedir. Etik ve kadın merkezli bir onam süreci; uygulanması planlanan girişimin amacı, yararları, olası riskleri ve mevcut alternatifleri hakkında anlaşılır ve nesnel bilgi verilmesini, kadının soru sormasına ve tercihlerini ifade etmesine olanak sağlanmasını ve kararın baskı ya da zorlamadan bağımsız biçimde verilmesini gerektirmektedir (Kokkosi et al., 2025). Bu yönüyle bilgilendirilmiş onam, tek yönlü bir bilgi aktarımından çok, kadının bakım sürecinde aktif özne olarak yer aldığı sürekli bir iletişim ve karar verme sürecidir.

Bilgilendirilmiş onamın gerçek anlamda işlevsel olabilmesi ise ortak karar verme yaklaşımıyla yakından ilişkilidir. Doğumun dinamik ve kimi zaman öngörülemez yapı, bakım sürecinde farklı seçenekler ve müdahaleler arasında karar verilmesini gerektirebilmektedir. Böyle durumlarda kadının yalnızca bilgilendirilmesi değil, değerlerinin, beklentilerinin ve tercihlerinin karara yansıtılması önem taşımaktadır. Güvene dayalı kadın-sağlık profesyoneli ilişkisi, açık ve anlaşılır iletişim ve seçeneklerin kadının bireysel gereksinimlerine uygun biçimde sunulması ortak karar vermeyi desteklemekte; kadının doğum sürecindeki kontrol ve katılımını güçlendirmektedir (Tully et al., 2025; Miranda et al., 2025).

Bununla birlikte, bilgilendirilmiş onam ve kadın özerkliğine ilişkin etik ve mesleki standartların varlığı, bu ilkelerin rutin obstetrik bakımda her zaman yeterli biçimde uygulandığı anlamına gelmemektedir. Yetersiz bilgilendirme, etkisiz iletişim, paternalistik karar verme, kadının tercih ve itirazlarının göz ardı edilmesi, baskı veya zorlama ve açık onam alınmadan gerçekleştirilen girişimler güncel literatürde kadın özerkliğini zedeleyen bakım uygulamaları arasında tanımlanmaktadır (Cayama et al., 2025; Collins et al., 2026; Kokkosi et al., 2025). Özellikle onam alınmadan veya kadının ifade ettiği tercihler dikkate alınmadan gerçekleştirilen obstetrik girişimler, yalnızca iletişim eksikliği değil; mahremiyet, bedensel bütünlük ve karar verme hakkıyla ilişkili daha geniş bir bakım kalitesi sorunu oluşturmaktadır.

Bu sorun, vajinal muayene, fetal izlem, amniyotomi, doğum indüksiyonu ve eylemin hızlandırılmasına yönelik uygulamalar ile epizyotomi gibi doğum sürecinde sıklıkla karşılaşılan değerlendirme ve girişimlerde daha belirgin hâle gelebilmektedir. Bir uygulamanın klinik bakım içerisinde rutinleşmiş olması, kadının bilgilendirilmesi ve onamının alınması gerekliliğini ortadan kaldırmamaktadır. Nitekim vajinal muayenelerin bilgilendirilmiş onam alınmadan gerçekleştirilmesi kadın hakları ve bakım kalitesi açısından sorunlu bir uygulama olarak tanımlanırken, kullanılan fetal izlem teknolojilerinin kadının hareket ve pozisyon özgürlüğünü kısıtlayabilmesi de bedensel özerklik açısından dikkat çekmektedir (WHO, 2025a; Woodworth et al., 2026). Bu nedenle obstetrik girişimlerin yalnızca klinik gereklilik ve teknik uygulama açısından değil, kadının bilgilendirilme, tercih etme, kabul etme ya da reddetme hakkı açısından da değerlendirilmesi gerekmektedir.

Bilgilendirilmiş onamın niteliğini belirleyen başlıca unsurlardan biri sağlık profesyoneli ile kadın arasındaki iletişimidir. Açık, anlaşılır ve kültürel olarak uygun bilgi sunulması; tıbbi jargonun sınırlandırılması; kadının soru

sormasına, ihtiyaç ve tercihlerini ifade etmesine olanak tanınması ve gerçekleştirilecek girişimlerin önceden açıklanması, anlamlı bir onam sürecinin temelini oluşturmaktadır (WHO, 2025a). Buna karşılık zaman baskısı, iş yükü, yetersiz eğitim, sağlık profesyonellerinin tutumları, paternalistik bakım kültürü, dil engelleri ve kurumsal kısıtlılıklar bilgilendirilmiş onamın uygulamadaki niteliğini zayıflatabilmektedir (Kokkosi et al., 2025; WHO, 2025a). Dolayısıyla kadın özerkliğinin korunması yalnızca bireysel sağlık profesyonelinin etik duyarlılığına bağlı bir konu olarak değil, sağlık profesyoneli eğitimi, klinik iletişim, bakım kültürü ve kurumsal düzenlemeleri kapsayan çok boyutlu bir kalite göstergesi olarak ele alınmalıdır.

Bu doğrultuda bu derlemenin amacı; rutin obstetrik uygulamalarda bilgilendirilmiş onam ve ortak karar vermenin kadın özerkliği açısından önemini değerlendirmek; bu süreçlerin uygulanmasını etkileyen bireysel, mesleki ve kurumsal faktörleri güncel literatür doğrultusunda tartışmaktır.

1. BİLGİLENDİRİLMİŞ ONAM, KADIN ÖZERKLİĞİ VE ORTAK KARAR VERME

Özerklik, doğum bakımında kadının kendi bedeni ve sağlık hizmetleriyle ilgili kararlara etkin biçimde katılabilmesini, tercihlerini ifade edebilmesini ve bu tercihlerin bakım sürecinde dikkate alınmasını gerektiren temel bir ilkedir. Bu kapsamda kadın, yalnızca sağlık hizmetinin uygulandığı kişi değil, kendisini ilgilendiren klinik kararların aktif bir öznesidir. Güncel hak temelli bakım yaklaşımında bilgiye erişim, karar verme sürecine katılım, seçimlere ve tercihlere saygı ile özgür ve bilgilendirilmiş onam, kadın özerkliğinin birbirini tamamlayan bileşenleri olarak ele alınmaktadır (WHO, 2025a; Tully et al., 2025). Özerkliğin korunması özellikle doğum gibi kısa süre içinde birden fazla klinik değerlendirme ve girişimin gündeme gelebildiği süreçlerde önem taşımaktadır; çünkü bakımın teknik olarak uygun olması, kadının kendi bedeni üzerinde söz sahibi olma hakkının göz ardı edilmesini haklı kılmamaktadır (Pickles, 2025; Miranda et al., 2025).

Bilgilendirilmiş onam, bu özerkliğin klinik uygulamadaki temel güvencelerinden biridir. Onamın geçerli ve anlamlı olabilmesi için kadına yalnızca bir girişimin yapılacağını bildirilmesi yeterli değildir; önerilen işlem veya girişimin amacı, beklenen yararları, olası riskleri ve mevcut alternatifleri hakkında anlaşılabilir ve nesnel bilgi sunulması, kadının sorularını yöneltebilmesi ve tercihini herhangi bir baskı ya da zorlamaya maruz kalmadan oluşturabilmesi gerekmektedir (Kokkosi et al., 2025). Bu nedenle bilgilendirilmiş onam tek bir zaman noktasında tamamlanan idari bir işlem ya da imzalanan bir belge olarak değil, bakım süreci boyunca devam eden etik ve klinik bir iletişim süreci olarak değerlendirilmelidir (Kokkosi et al., 2025). Kadının aktif katılımını içermeyen, yeterli bilgiye dayanmayan veya yalnızca işlemsel bir formalite olarak yürütülen onam süreçleri, özerk karar vermenin temel amacını karşılamamaktadır (WHO, 2025a; Miranda et al., 2025).

Bu bağlamda anlamlı bilgilendirilmiş onam, yalnızca kadından bir “evet” yanıtı alınmasını değil, verilen kararın yeterli bilgiye ve gerçek bir seçim olanağına dayanmasını gerektirir. Bir girişim için yetersiz bilgi verilmesi ya da kadının kararını özgürce oluşturmaya olanak tanınmaması, biçimsel olarak onam alınmış olsa bile özerklik açısından sorun yaratabilir. FIGO, gerekli bilginin sunulmadığı ve kadının bilinçli bir karar vermesinin mümkün olmadığı durumlarda gerçekleştirilen girişimleri anlamlı onam açısından yetersiz bakım kapsamında değerlendirmektedir (Miranda et al., 2025). Benzer biçimde, hak temelli doğum bakımında kadının karar verme sürecine katılması, seçimlerine saygı gösterilmesi ve zorlamadan korunması; onam ve ortak karar vermenin temel unsurları arasında yer almaktadır (Tully et al., 2025).

Ortak karar verme, bilgilendirilmiş onamın kadın merkezli biçimde uygulanmasını destekleyen ve sağlık profesyoneli ile kadın arasındaki iletişimi karşılıklı bir sürece dönüştüren bir yaklaşımdır. Bu süreçte klinik olarak uygun seçeneklerin anlaşılır biçimde sunulması kadar, kadının değerlerinin, beklentilerinin, önceliklerinin ve tercihlerinin ortaya konulmasına fırsat verilmesi de önemlidir. Etkili iletişim, kadınların kendilerine sunulan seçenekleri anlamalarını ve karar süreçlerine katılmalarını desteklerken; güvene dayalı sağlık profesyoneli-kadın ilişkisi ortak karar vermenin gerçekleşebileceği güvenli bir etkileşim ortamı oluşturmaktadır (Tully et al., 2025; WHO, 2025a). Bu nedenle ortak karar verme, sağlık profesyonelinin yalnızca bilgi verdiği ve son kararı

belirlediği paternalistik yaklaşımdan farklı olarak, kadının sesinin ve tercihlerinin klinik görüşmeye gerçek anlamda dâhil edilmesini gerektirmektedir (Kokkosi et al., 2025).

Doğum bakımında bilgilendirilmiş onam ile ortak karar vermenin önemi, doğumun dinamik yapısı nedeniyle daha da belirginleşmektedir. Doğum sürecinde kadının klinik durumu ve bakım gereksinimleri değişebilmekte, başlangıçta planlanmayan değerlendirme veya girişimler gündeme gelebilmektedir. Bu değişkenlik, bilgilendirilmiş onamı ortadan kaldıran bir gerekçe olarak değil, iletişimin sürekliliğini daha önemli hâle getiren bir özellik olarak değerlendirilmelidir. Kadının doğum öncesinden itibaren olası seçenekler konusunda bilgilendirilmesi ve doğum sırasında ortaya çıkabilecek karar süreçlerine hazırlanması, kendi bakımına katılımını desteklemektedir (Miranda et al., 2025). Benzer biçimde, kadınların bakım seçenekleri ve olası doğum senaryoları hakkında bilgi sahibi olmaları, bakım sürecinde kendilerini daha fazla desteklenmiş hissetmelerine ve karşılaştıkları kararları yönetebilmelerine katkı sağlamaktadır (Tully et al., 2025).

Özerkliğin ihlali ise yalnızca açık biçimde zorlayıcı uygulamalarla sınırlı değildir. Kadının yeterince bilgilendirilmemesi, seçeneklerin sunulmaması, tercihlerinin dikkate alınmaması, kendisini soru soramayacak veya itiraz edemeyecek bir konumda hissetmesi ve girişimlerin anlamlı onam olmaksızın gerçekleştirilmesi de karar verme gücünü sınırlandırabilmektedir (Kokkosi et al., 2025; Cayama et al., 2025). Nitekim güncel literatürde bilgilendirilmiş onam eksikliği, etkisiz iletişim ve özerklik kaybı profesyonel bakım standartlarının karşılanmaması ve kadın-sağlık profesyoneli ilişkisindeki bozulmalarla birlikte ele alınmaktadır (Cayama et al., 2025). Onamsız ve zorlayıcı müdahalelerin daha geniş ölçekte kadınların bedensel bütünlüğü ve insan haklarıyla ilişkili bir sorun olarak değerlendirilmesi de bilgilendirilmiş onamın yalnızca etik bir ideal değil, nitelikli obstetrik bakımın temel bir gerekliliği olduğunu ortaya koymaktadır (Pickles, 2025; Miranda et al., 2025).

Bu çerçevede bilgilendirilmiş onam, kadın özerkliği ve ortak karar verme birbirinden bağımsız kavramlar olarak değil, aynı bakım ilişkisinin birbiriyle bağlantılı bileşenleri olarak değerlendirilmelidir. Kadının yeterli ve anlaşılır bilgiye erişmesi bilgilendirilmiş bir tercih oluşturmalarının temelini; tercihlerini özgürce ifade edebilmesi özerkliğin korunmasını, bu tercihlerin sağlık profesyoneliyle karşılıklı iletişim içinde bakım kararlarına yansıtılması ise ortak karar vermeyi oluşturmaktadır (WHO, 2025a; Kokkosi et al., 2025; Tully et al., 2025). Bu bütünlüğün sağlanması, rutin obstetrik uygulamaların yalnızca teknik olarak doğru değil, aynı zamanda kadın merkezli, etik ve hak temelli bir yaklaşımla yürütülmesi açısından temel önem taşımaktadır.

2. RUTİN OBSTETRİK UYGULAMALARDA BİLGİLENDİRİLMİŞ ONAM VE BEDENSEL ÖZERKLİK

Doğum eylemi sırasında gerçekleştirilen vajinal muayene, fetal izlem, amniyotomi, doğum indüksiyonu, eylemin hızlandırılmasına yönelik uygulamalar ve epizyotomi gibi değerlendirme ve girişimler obstetrik bakımın farklı aşamalarında kullanılabilir (Collins et al., 2026; Gabiati Niedo et al., 2025). Ancak herhangi bir uygulamanın klinik bakım içerisinde rutinleşmiş olması, kadının bilgilendirilme ve karar verme hakkını ortadan kaldırmamaktadır (WHO, 2025a; Miranda et al., 2025). Uygulanması planlanan girişimin amacı ve gerekçesi ile olası yararları, riskleri ve uygun seçenekleri hakkında anlaşılır bilgi sunulması, kadının soru sormasına ve tercihini ifade etmesine olanak sağlanması anlamlı bilgilendirilmiş onamın temelini oluşturmaktadır (Kokkosi et al., 2025). Yeterli bilgi sunulmaksızın veya kadının karar sürecine gerçek anlamda katılımı sağlanmaksızın gerçekleştirilen girişimler ise özerklik ve bedensel bütünlük açısından sorun oluşturmaktadır (Miranda et al., 2025; Pickles, 2025). Doğu Avrupa ve Orta Asya'da 2.616 kadını kapsayan güncel bölgesel verilerde, katılımcıların %48,1'i doğum sırasında onam alınmadan obstetrik bir işleme maruz kaldığını, %47,4'ü ise işlemler hakkında yetersiz bilgilendirme, müdahaleyi kabul etmeye yönelik baskı veya benzeri olumsuz iletişim deneyimleri yaşadığını bildirmiştir (United Nations Population Fund [UNFPA], 2026).

Vajinal muayene, bilgilendirilmiş onam ve bedensel özerkliğin özellikle görünür olduğu uygulamalardan biridir. Doğum eyleminin değerlendirilmesinde kullanılan vajinal muayene, mahrem ve invaziv niteliği nedeniyle kadının

bilgilendirilmesini ve onamının alınmasını gerektirmektedir (WHO, 2025a). Dünya Sağlık Örgütü, vajinal muayenelerin bazı bakım ortamlarında bilgilendirilmiş onam olmaksızın gerçekleştirilebildiğini ve bunun kadın hakları ile bakım kalitesi standartları açısından sorun oluşturduğunu belirtmektedir (WHO, 2025a). Rutinleşmiş bakım uygulamaları içerisinde gerekçesiz vajinal muayeneler de kadınların maruz kaldığı uygunsuz obstetrik uygulamalar arasında bildirilmektedir (Gabiati Niedo et al., 2025). Bu nedenle onam, doğum sürecinin başlangıcında bir kez alınarak sonraki tüm muayeneleri kapsayan genel bir izin şeklinde değil; kadının devam eden bilgi alma ve karar sürecine katılma hakkını koruyan dinamik bir süreç olarak değerlendirilmelidir (Kokkosi et al., 2025; WHO, 2025a).

Benzer biçimde, amniyotomi, doğum indüksiyonu, eylemin hızlandırılmasına yönelik uygulamalar ve epizyotomi gibi girişimlerin açık ve yeterli bilgilendirme yapılmaksızın uygulanması kadın özerkliği açısından önemli sorunlar yaratabilmektedir. Onamsız veya gereksiz müdahaleler; vajinal muayene, epizyotomi, rutin amniyotomi ve diğer obstetrik girişimleri kapsayacak biçimde farklı sağlık sistemi ve sosyoekonomik ortamlarda bildirilmiştir (Collins et al., 2026). Benzer şekilde güncel kanıt sentezlerinde epizyotomi, doğum indüksiyonu, amniyotomi ve eylemin hızlandırılmasına yönelik bazı uygulamaların açıklama veya onam olmaksızın gerçekleştirildiği deneyimler raporlanmaktadır (Gabiati Niedo et al., 2025). Buradaki temel etik sorun, obstetrik girişimin kendisinden çok, klinik gerekliliğin kadının bilgi alma, tercih oluşturma ve karar sürecine katılma hakkından bağımsız biçimde ele alınmasıdır (Kokkosi et al., 2025; Pickles, 2025).

Epizyotomi gibi doğrudan bedensel bütünlüğe yönelik girişimlerde bilgilendirilmiş onamın niteliği ayrıca önem taşımaktadır. Onam alınmaksızın gerçekleştirilen epizyotomiler, güncel obstetrik şiddet ve kötü muamele literatüründe onamsız obstetrik müdahaleler arasında tanımlanmaktadır (Gabiati Niedo et al., 2025; Collins et al., 2026). Kadının önerilen bir girişimi kabul etmesi de tek başına anlamlı onamın göstergesi değildir; kararın yeterli bilgiye dayanması ve baskıdan bağımsız verilmesi gerekmektedir (Pickles, 2025). Bilgilendirilmiş onamın yalnızca bir imza veya işlem öncesi kısa bir izin alma uygulamasına indirgenmemesi; bireyselleştirilmiş ve devam eden bir iletişim süreci olarak yürütülmesi önerilmektedir (Kokkosi et al., 2025; Pickles, 2025).

Bedensel özerklik yalnızca invaziv bir girişimi kabul etme ya da reddetme hakkıyla sınırlı değildir; doğum sırasında hareket etme, pozisyon değiştirme ve bakım seçenekleri arasında tercih yapabilme olanağını da kapsamaktadır (Woodworth et al., 2026). Fetal izlem teknolojileri bu ilişkinin belirgin örneklerinden biridir. Sürekli elektronik fetal monitorizasyonun özellikle kablolu kardiyotokografi ile uygulanması kadının hareket alanını ve pozisyon değiştirme olanağını sınırlandırabilmektedir (Woodworth et al., 2026). Mid-Tech araştırmasında kablolu kardiyotokografi fetal izlem teknolojileri arasında hareketi en fazla kısıtlayan yöntem olarak değerlendirilmiş; katılımcıların %95,2'si bu yöntemin doğum sırasında kadınların hareketini sınırladığını belirtmiştir (Woodworth et al., 2026). Bu nedenle fetal izleme ilişkin bilgilendirme, yalnızca izlemin klinik amacıyla sınırlı kalmamalı; klinik duruma uygun seçenekler bulunduğu bu yöntemlerin kadının hareket ve pozisyon özgürlüğü üzerindeki olası etkilerini de içermelidir (Woodworth et al., 2026).

Teknolojik bir seçeneğin sağlık kurumunda mevcut olması da tek başına kadın merkezli bir karar sürecinin gerçekleştiğini göstermemektedir. Kadının mevcut fetal izlem seçenekleri konusunda yeterince bilgilendirilmemesi veya belirli bir yöntemin kurum rutini nedeniyle varsayılan seçenek hâline gelmesi, gerçek seçim olanağını sınırlandırabilmektedir (Woodworth et al., 2026). Nitekim kadınların intrapartum fetal izlem seçenekleri hakkında bilgilendirilmiş seçim yapmalarının her zaman yeterince desteklenmediği bildirilmektedir (Woodworth et al., 2026). Bu nedenle fetal izlem gibi teknoloji temelli uygulamalarda klinik güvenliğin yanı sıra kadının tercihleri, hareket gereksinimi ve bedensel özerkliği de karar verme sürecinin bir parçası olmalıdır (Woodworth et al., 2026). Teknoloji aracılı obstetrik bakımda da temel etik sorumluluklar değişmemekte; bakım yöntemine ilişkin kararların riskler, yararlar ve kadının tercihleri dikkate alınarak ortak karar verme yoluyla oluşturulması ve kadının belirli bir seçeneğe baskıyla yönlendirilmemesi önerilmektedir (American College of Obstetricians & Gynecologists [ACOG], 2025).

Rutin obstetrik uygulamalarda bilgilendirilmiş onamın niteliğini etkileyen bir diğer konu, kadın ile sağlık profesyoneli arasındaki güç ilişkisidir. Paternalistik karar verme yaklaşımı, kadının doğum bakımında aktif karar verici olmaktan çıkarak sağlık profesyonelinin kararlarına uyması beklenen pasif bir konuma yerleşmesine neden olabilmektedir (Kokkosi et al., 2025; Pickles, 2025). İnsan hakları temelli yaklaşım ise bilgilendirilmiş onamın kadının özerkliği, onuru ve zorlamadan korunma hakkıyla bağlantılı, devam eden ve bireyselleştirilmiş bir iletişim süreci olduğunu vurgulamaktadır (Pickles, 2025). Bu kapsamda açık bir ret ifadesinin bulunmaması tek başına onam olarak değerlendirilmemelidir; kadının önerilen uygulamayı anlayarak ve baskı altında kalmadan karar verebildiğinden emin olunmalıdır (Pickles, 2025; Miranda et al., 2025).

Bir girişimi kabul etmeme ya da reddetme hakkı da özgür ve bilgilendirilmiş onamın ayrılmaz bir parçasıdır. Bilgilendirilmiş onam ve reddetme hakkı, kadınların doğum bakımında özerkliğini korumaya yönelik temel insan hakları unsurları arasında değerlendirilmektedir (Pickles, 2025). Ortak karar verme yaklaşımında amaç kadını önceden belirlenmiş bir klinik karara ikna etmek değil; klinik olarak uygun seçenekleri açıklamak, kadının değer ve tercihlerini anlamak ve kararın karşılıklı iletişim içerisinde oluşturulmasını desteklemektir (Tully et al., 2025). Güvene dayalı iletişim ve kadının bakım seçeneklerini anlayabileceği bir etkileşim ortamı, ortak karar vermenin gerçekleştirilmesinde temel öneme sahiptir (Tully et al., 2025).

Rutin obstetrik uygulamalarda bedensel özerkliğin korunması bu nedenle yalnızca girişim öncesinde biçimsel bir onam alınmasına indirgenemez. Kadının hangi uygulamanın neden önerildiğini anlayabilmesi, ilgili yarar ve riskler ile uygun seçenekler konusunda bilgi sahibi olması ve tercihlerini özgürce ifade edebilmesi anlamlı bilgilendirilmiş onamın temel unsurlarıdır (WHO, 2025a; Kokkosi et al., 2025). Kadının verdiği kararın bakım sürecinde dikkate alınması ve klinik uygulamaların mümkün olduğunca ortak karar verme çerçevesinde yürütülmesi ise bu süreci özerklik açısından tamamlamaktadır (Tully et al., 2025; Miranda et al., 2025). Böyle bir yaklaşım, vajinal muayeneden fetal izleme ve diğer obstetrik girişimlere kadar rutin bakımın klinik güvenlik ile kadın haklarını eş zamanlı gözetken bir çerçevede yürütülmesini desteklemektedir (WHO, 2025a; Miranda et al., 2025).

3. BİLGİLENDİRİLMİŞ ONAM SÜRECİNİ ETKİLEYEN BİREYSEL, MESLEKİ VE KURUMSAL FAKTÖRLER

Bilgilendirilmiş onamın niteliği yalnızca kadına bilgi verilip verilmediğine değil, bu bilginin anlaşılabilirliğine, sağlık profesyoneli ile kurulan iletişimin niteliğine ve bakımın gerçekleştiği kurumsal koşullara bağlıdır (Kokkosi et al., 2025; WHO, 2025a). Bu nedenle onam sürecinde yaşanan güçlükleri yalnızca kadının karar verme kapasitesi ya da bireysel sağlık profesyonelinin tutumuyla açıklamak yeterli değildir. Dil, okuryazarlık düzeyi ve kültürel özellikler gibi bireysel ve sosyokültürel unsurlar ile sağlık profesyonellerinin iletişim biçimi, zaman kısıtlılığı, kurumsal iş yükü, personel yetersizliği ve bakım kültürü birlikte değerlendirildiğinde onamın çok boyutlu bir süreç olduğu görülmektedir (Kokkosi et al., 2025; WHO, 2025a).

Kadının sunulan bilgiyi anlayabilmesi, bilgilendirilmiş karar vermenin ön koşullarından biridir. Dil farklılıkları, kültürel normlar ve farklı okuryazarlık düzeyleri, standart biçimde sunulan bilginin her kadın için aynı düzeyde anlaşılır olmamasına yol açabilmektedir (Kokkosi et al., 2025). Bu nedenle bilgilendirmenin kadının bireysel gereksinimlerine göre uyarlanması; gerektiğinde yerel dilde açıklamalar, görsel materyaller ve kültürel olarak uygun iletişim yöntemlerinin kullanılması önerilmektedir (Kokkosi et al., 2025). Doğum bakımında açık, dil açısından uyumlu ve kültürel olarak uygun iletişimin sağlanması, kadının seçeneklerini anlaması ve ortak karar verme sürecine katılabilmesi açısından da önem taşımaktadır (Tully et al., 2025). Bu yaklaşımda amaç kadına daha fazla bilgi aktarmak değil, verilen bilginin onun tarafından anlaşılabilir ve karar vermede kullanılabilir olmasını sağlamaktır.

Sağlık profesyonellerinin tutum ve iletişim biçimleri, onam sürecinin niteliğini doğrudan etkileyen mesleki faktörler arasındadır. Bilgilendirilmiş onamın zaman alan bir süreç olarak algılanması, yoğun klinik ortamda

görüşmelerin kısaltılmasına veya yetersiz bilgilendirmeyle yürütülmesine neden olabilmektedir (Kokkosi et al., 2025). Bunun yanında, sağlık profesyonelinin kadın adına en uygun kararı kendisinin vereceği varsayımına dayanan paternalistik yaklaşım, kadının seçenekleri değerlendirmesini ve kendi bakımına ilişkin tercihlerini karar sürecine yansıtmasını sınırlandırabilmektedir (Kokkosi et al., 2025; Pickles, 2025). Kadını pasif bakım alıcısı olarak konumlandıran bu yaklaşım, özellikle doğum gibi klinik otorite ile kadın arasındaki güç farklılığının belirginleştiği durumlarda özgür ve bilgilendirilmiş karar vermeyi zayıflatmaktadır (Pickles, 2025; Collins et al., 2026).

Buna karşılık güvene dayalı ve karşılıklı iletişimi önceleyen profesyonel yaklaşım, kadının soru sorma, kaygılarını ifade etme ve tercihlerinin dikkate alınmasını talep etme olanağını güçlendirmektedir (Tully et al., 2025). Sağlık profesyonelinin anlaşılır bir dil kullanması, damgalayıcı olmayan bir iletişim kurması ve ortak karar vermeyi destekleyen yöntemlerden yararlanması nitelikli intrapartum bakımın önemli unsurları arasında kabul edilmektedir (Tully et al., 2025). Etkili iletişim yalnızca bilgi aktarımını kolaylaştırmamakta; aynı zamanda güven oluşumunu ve kadınların bakım kararlarına katılımını destekleyerek bilgilendirilmiş onamın gerçekleşebileceği ilişkisel zemini oluşturmaktadır (WHO, 2025a). Bakımın sunum modeli de bu ilişkisel zeminin güçlendirilmesinde önem taşımaktadır. Özellikle bakım sürekliliğine dayalı ebelik modelleri, kişi merkezli, saygılı ve ilişki temelli bakımı önceleyerek kadın ile sağlık profesyoneli arasında güvene dayalı bakım ilişkisinin geliştirilmesini desteklemektedir (Le Lez et al., 2026).

Onam sürecinin niteliği sağlık profesyonelinin bireysel yaklaşımından bağımsız olarak çalışma ortamının yapısal özelliklerinden de etkilenmektedir. Yetersiz personel ve yüksek doğum hacmi sağlık çalışanlarının iş yükünü ve stresini artırarak bakımın daha aceleci ve kişisel etkileşime daha az olanak veren bir biçimde yürütülmesine neden olabilmektedir (WHO, 2025a). İş yükü, tükenmişlik, örgütsel sorunlar ve güç dengesizlikleri de doğum bakımındaki olumsuz uygulamaları şekillendiren faktörler arasında bildirilmektedir (Collins et al., 2026). Bu koşullarda bilgilendirilmiş onamın yalnızca sağlık profesyonelinin kişisel etik sorumluluğuna bırakılması, sistem kaynaklı engellerin gözden kaçmasına yol açabilir. Bu yapısal sorunların önemi, küresel ölçekte devam eden ebe açığı dikkate alındığında daha da belirginleşmektedir. Ebelerin yüksek kaliteli bakım sunma potansiyellerini gerçekleştirebilmeleri için yeterli sayıda istihdam edilmelerinin yanı sıra destekleyici çalışma ortamlarında ve mesleki özerklikleri korunarak çalışabilmeleri gerekmektedir (Boyce et al., 2026).

Kurumsal politikalar ve bakım kültürü de kadınların gerçek anlamda seçim yapabilme olanaklarını belirleyebilmektedir. Kaynak yetersizliği, politika eksikliği ve kurum kültürü, doğum bakımında özerklik ve bakım deneyimini etkileyen sağlık sistemi koşulları arasında tanımlanmaktadır (Cayama et al., 2025). Özellikle belirli uygulamaların “herkese yapılan standart işlem” olarak benimsenmesi, bireyselleştirilmiş değerlendirme ve onam gereksiniminin görünmez hâle gelmesine neden olabilir. Onamsız veya gereksiz girişimlerin farklı gelir düzeylerindeki sağlık sistemlerinde bildirilmesi ve bazı bakım uygulamalarının sağlık profesyonelleri tarafından normal veya gerekli kabul edilebilmesi, bu sorunun yalnızca bireysel davranışla açıklanamayacağını göstermektedir (Collins et al., 2026). Kurum kültürünün kadınların soru sormasını, seçenekleri tartışmasını ve gerektiğinde önerilen uygulamayı reddetmesini desteklemesi bu nedenle önem taşımaktadır.

Mahremiyeti sağlayan fiziksel koşullar da bilgilendirilmiş onamdan bağımsız düşünülemez. Özellikle pelvik ve vajinal muayeneler gibi mahrem girişimlerde fiziksel ortamın kadının gizlilik ve onurunu koruyacak biçimde düzenlenmemesi, bakım deneyimini olumsuz etkileyebilmektedir (WHO, 2025a). Personel yetersizliği, yüksek doğum hacmi ve mahremiyeti sağlayacak perde veya fiziksel düzenlemelerin bulunmaması, Dünya Sağlık Örgütü tarafından saygısız bakım uygulamalarını kolaylaştırabilen sistemsel etmenler arasında gösterilmektedir (WHO, 2025a). Böylece bilgilendirilmiş onamın kalitesi, yalnızca ne söylendiğiyle değil, kadının kendisini mahrem, güvenli ve tercihlerini ifade edebilecek kadar desteklenmiş hissettiği bir bakım ortamının oluşturulmasıyla da ilişkilidir.

Sağlık profesyonellerinin eğitiminde bilgilendirilmiş onam, kadın hakları, iletişim ve ortak karar verme becerilerinin ele alınması bu engellerin azaltılmasında temel bir stratejidir. Bilgilendirilmiş onam konusunda yetersiz eğitim ve güncelleme eksikliği, iletişim sorunlarını ve onamsız uygulama riskini artırabilmektedir (WHO, 2025a). Bu nedenle hizmet öncesi eğitimin yanı sıra hizmet içi eğitimlerin de sürdürülebilir biçimde yürütülmesi; yalnızca yasal onam gerekliliklerini değil, etkili iletişim, özerklik, etik karar verme ve kadın merkezli bakım becerilerini kapsaması gerekmektedir (WHO, 2025a). Dünya Sağlık Örgütü, doğum hizmetlerinde düzenli iletişim eğitiminin desteklenmesini ve sağlık çalışanlarının bilgilendirilmiş onamı geliştirmeye yönelik eğitimlere katılımının sağlanmasını önermektedir (WHO, 2025a). Kültürel yeterliliğin geliştirilmesi, tercüman ve çevrilmiş materyallere erişim ile sağlık profesyonellerinin kültürel gereksinimlere yönelik eğitimlerinin sürdürülmesi de eşit ve anlaşılır bakım açısından önem taşımaktadır (Miranda et al., 2025). Teknoloji destekli bakımın yaygınlaşması, sağlık profesyonelleri açısından yeni etik ve eğitim gereksinimlerini de gündeme getirmektedir. Ebelikte yapay zekâ uygulamalarına ilişkin güncel kanıtlar, veri mahremiyetine yönelik etik kaygılar ile düşük dijital sağlık okuryazarlığıyla ilişkili kaygı ve çekincelerin bu teknolojilerin benimsenmesini sınırlayan önemli etmenler arasında olduğunu göstermektedir (Giaxi et al., 2025).

Kurumsal ve sağlık sistemi düzeyindeki düzenlemeler, bireysel sağlık profesyonellerinin bu ilkeleri uygulayabilmesini destekleyecek bir yapı oluşturmalıdır. Kadınların karar verme özerkliğini, özgür ve bilgilendirilmiş onamını, mahremiyetini ve gizliliğini koruyan politika ve uygulamaların güçlendirilmesi; sağlık çalışanlarının bu alanlarda sürekli mesleki gelişiminin desteklenmesi önerilmektedir (WHO, 2025a). Kadın ve toplum katılımı, hizmet sunumu, meslekler arası iş birliği, eğitim ve sürekli mesleki gelişim, iş gücü stratejileri ve destekleyici sağlık sistemi ortamı da kadın merkezli ebek bakımının uygulanmasında birbirini tamamlayan sistem bileşenleri olarak ele alınmaktadır (WHO, 2025b). Standart onam formları ve kurumsal prosedürler uygulamada süreklilik sağlayan araçlar olabilir; ancak bilgilendirilmiş onamın yalnızca belgeye indirgenmemesi ve bu araçların kadınla yürütülen bireyselleştirilmiş iletişim sürecinin yerine geçmemesi gerekmektedir (Kokkosi et al., 2025; WHO, 2025a). Bu nedenle politika, eğitim, yeterli insan gücü, uygun fiziksel ortam ve kadın merkezli iletişim birbirinden bağımsız müdahaleler olarak değil, anlamlı bilgilendirilmiş onamı destekleyen bütünleşik bir bakım sistemi içerisinde ele alınmalıdır.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bilgilendirilmiş onam, doğum bakımında yalnızca yasal ya da idari bir gereklilik değil; kadının bedensel bütünlüğünün ve kendi bakımına ilişkin karar verme hakkının korunmasını sağlayan temel bir özerklik mekanizmasıdır. Anlamlı bir onam sürecinin, kadına yalnızca yapılması planlanan işlemin bildirilmesinden daha kapsamlı olması; anlaşılır ve yeterli bilginin sunulmasını, uygun seçeneklerin açıklanmasını, kadının soru sorabilmesini ve kararını baskıdan bağımsız biçimde verebilmesini içermesi gerekmektedir (Kokkosi et al., 2025; Pickles, 2025). Bilgilendirilmiş onam ile ortak karar vermenin birlikte ele alınması, kadının doğum bakımındaki rolünü pasif bir hizmet alıcısından kendi bakım kararlarına katılan aktif bir özneye dönüştürmektedir (Tully et al., 2025).

Bilgilendirilmiş onam ve kadının bakım sürecine aktif katılımı, daha olumlu bakım deneyimleri ve bazı çalışmalarda daha az obstetrik müdahale ile ilişkilendirilmiştir. Bununla birlikte mevcut kanıtların önemli bir bölümü ilişki düzeyindedir ve bilgilendirilmiş onamın doğum sonuçları üzerindeki etkisine ilişkin doğrudan nedensel çıkarımlar yapılması için kanıtların yeterli olmadığı bildirilmektedir (Kokkosi et al., 2025). Bu nedenle bilgilendirilmiş onamın gerekliliğini yalnızca belirli klinik sonuçları iyileştirebilecek bir uygulama üzerinden gerekçelendirmek yerine, kadın özerkliği, insan hakları ve nitelikli bakım açısından başlı başına temel bir standart olarak ele almak daha uygundur (WHO, 2025a; Pickles, 2025).

Rutin obstetrik uygulamalar bu açıdan özel önem taşımaktadır. Vajinal muayene, epizyotomi, amniyotomi ve diğer obstetrik girişimlerin klinik bakımda yaygın olarak kullanılması, bunların onam gerektirmeyen uygulamalar olarak değerlendirilmesine yol açmamalıdır. Onamsız veya gereksiz vajinal muayene, epizyotomi, amniyotomi

ve benzeri müdahalelerin farklı sağlık sistemi bağlamlarında bildirilmesi, rutinleşmenin kadın özerkliğini görünmez hâle getirebildiğini göstermektedir (Collins et al., 2026; Gabiati Nieto et al., 2025). Yeterli bilgi sunulmadan ve kadının anlamlı onamı alınmadan gerçekleştirilen müdahalelerin standart altı ve saygısız bakım kapsamında değerlendirilmesi de klinik rutinin kadınların bilgi alma ve karar verme haklarının önüne geçmemesi gerektiğini ortaya koymaktadır (Miranda et al., 2025).

Kadının bedensel özerkliği yalnızca invaziv girişimleri kabul etme veya reddetme hakkıyla sınırlı değildir; doğum sırasında hareket etme ve pozisyon değiştirme özgürlüğünü de kapsamaktadır. Fetal izlem teknolojilerinin bu özgürlük üzerindeki etkilerinin birbirinden farklı olduğu, özellikle kablolu kardiyotokografinin hareketi daha fazla sınırlandırabildiği bildirilmektedir (Woodworth et al., 2026). Bu bulgular, klinik olarak birden fazla uygun izlem seçeneğinin bulunduğu durumlarda kadınların yalnızca izlemin gerekliliği konusunda değil, mevcut yöntemlerin özellikleri ve hareket özgürlüğü üzerindeki olası etkileri konusunda da bilgilendirilmesinin önemini göstermektedir.

Bilgilendirilmiş onamın klinik uygulamada güçlendirilmesi yalnızca kadınlara daha fazla bilgi verilmesiyle sağlanabilecek bir değişim değildir. Zaman kısıtlılığı, sağlık profesyonellerinin tutumları, paternalistik karar verme anlayışı, dil ve kültürel farklılıklar ile farklı okuryazarlık düzeyleri onam sürecini etkileyebilmektedir (Kokkosi et al., 2025). Yetersiz personel, yüksek doğum hacmi, iş yükü ve kurum kültürü gibi sistem düzeyindeki koşullar da iletişimin aceleci ve kişiselleştirilmemiş biçimde yürütülmesine zemin hazırlayabilmektedir (WHO, 2025a; Collins et al., 2026). Bu nedenle bilgilendirilmiş onama ilişkin sorunların yalnızca bireysel sağlık profesyonelinin etik yaklaşımına indirgenmesi, uygulamadaki yapısal engellerin gözden kaçmasına neden olabilir.

Sağlık profesyonellerinin hizmet öncesi ve hizmet içi eğitimlerinde bilgilendirilmiş onam, kadın özerkliği, ortak karar verme ve etkili iletişim becerilerinin sistematik biçimde ele alınması önem taşımaktadır. Sağlık çalışanlarının iletişim becerilerinin düzenli eğitimlerle desteklenmesi ve bilgilendirilmiş onamı geliştirmeye yönelik kurumsal uygulamaların güçlendirilmesi önerilmektedir (WHO, 2025a). Benzer biçimde, kadının dilsel ve kültürel gereksinimlerinin dikkate alınması, gerektiğinde tercüman ve çevrilmiş materyallerden yararlanılması ve kültürel olarak uygun iletişim kurulması, karar süreçlerine katılım açısından önemlidir (Miranda et al., 2025; Tully et al., 2025).

Kurumsal düzeyde ise kadınların karar verme özerkliğini, özgür ve bilgilendirilmiş onamını, mahremiyetini ve gizliliğini güvence altına alan politikaların güçlendirilmesi gerekmektedir (WHO, 2025a). Bununla birlikte standart onam formları ve prosedürlerin varlığı, anlamlı bilgilendirilmiş onamın sağlandığını tek başına göstermemektedir. Onamın belge merkezli bir işlem yerine kadınla sağlık profesyoneli arasında sürdürülen bireyselleştirilmiş iletişim süreci olarak yürütülmesi gerekmektedir (Kokkosi et al., 2025). Ortak karar vermeyi destekleyen açık ve dürüst iletişim ile kadınların karar süreçlerine aktif biçimde davet edilmesi de bu bakım anlayışının klinik uygulamaya yansıtılmasında temel öneme sahiptir (Tully et al., 2025).

Rutin obstetrik uygulamalarda bilgilendirilmiş onam, tek seferlik ve belge merkezli bir işlemten çok, doğum süreci boyunca devam eden, bireyselleştirilmiş ve kadın merkezli bir iletişim ve karar verme süreci olarak ele alınmalıdır. Kadının kendisine önerilen uygulamaları anlayabilmesi, seçeneklerini değerlendirebilmesi, soru sorabilmesi, kabul veya ret yönündeki tercihlerini özgürce ifade edebilmesi ve bu tercihlerin bakım kararlarına yansıtılması kadın özerkliğinin korunmasının temel koşullarıdır. Klinik güvenlik ile kadın özerkliği birbirine karşıt değil, nitelikli ve saygılı obstetrik bakımın birbirini tamamlayan iki temel bileşenidir.

Doğum hizmetlerinde bilgilendirilmiş onam ve ortak karar verme uygulamalarının güçlendirilmesi için sağlık profesyonellerinin iletişim, kadın hakları, özerklik ve ortak karar verme konularındaki eğitimleri süreklilik göstermelidir. Kurumlarda yeterli insan gücü ve mahremiyeti destekleyen fiziksel koşullar sağlanmalı; kadınların dilsel, kültürel ve bireysel gereksinimlerine uygun bilgilendirme yöntemleri kullanılmalıdır. Rutin obstetrik

uygulamalar için yalnızca onam formunun varlığına dayanan bir yaklaşım yerine, kadının gerçekten bilgilendirilip bilgilendirilmediğini ve karar sürecine katılıp katılmadığını dikkate alan bakım standartları geliştirilmelidir. Ayrıca kadınların doğum bakımındaki seçenekler, olası girişimler ve kabul veya reddetme hakları konusunda antenatal dönemden itibaren bilgilendirilmesi, doğum sırasında daha bilinçli ve etkin katılımın desteklenmesi açısından önem taşımaktadır.

KAYNAKLAR

American College of Obstetricians and Gynecologists. (2025). Ethical considerations with telehealth in obstetrics and gynecology: Committee Statement No. 20. *Obstetrics & Gynecology*, 146(4), 572–582.

Boyce, M. R., Nove, A., Drandić, D., White, J., Dunkley-Bent, J., & af Ugglas, A. (2026). A critical crisis persists: Updated estimate of global midwife shortage requires urgent action. *Women and Birth*, 39, 102161. <https://doi.org/10.1016/j.wombi.2026.102161>

Cayama, M. R., Vamos, C. A., Harris, N. L., Logan, R. G., Howard, A., & Daley, E. M. (2025). Respectful maternity care in the United States: A scoping review of the research and birthing people's experiences. *Journal of Midwifery & Women's Health*, 70(2), 212–222. <https://doi.org/10.1111/jmwh.13729>

Collins, E. C., Burns, E. S., Keedle, H., & Dahlen, H. G. (2026). Maternity care providers perspectives and experiences of obstetric violence in low-, middle- and high-income countries: An integrative review. *Journal of Advanced Nursing*, 82, 2790–2809. <https://doi.org/10.1111/jan.70055>

Gabiati Niedo, V. R., Lahoz Molina, L. G., Cano-Ibáñez, N., Waltrich, N., Khan, K. S., & Amezcua-Prieto, C. (2025). Obstetric violence prevalence and risk factors: An umbrella review. *Journal of Obstetrics and Gynaecology*, 45(1), 2566204. <https://doi.org/10.1080/01443615.2025.2566204>

Giaxi, P., Vivilaki, V., Sarella, A., & Gourounti, K. (2025). Artificial intelligence in midwifery: A scoping review of current applications, future prospects, and midwives' perspectives. *Healthcare*, 13, 942. <https://doi.org/10.3390/healthcare13080942>

Kokkosi, E., Stavros, S., Moustakli, E., Vedam, S., Potiris, A., Mavrogianni, D., Antonakopoulos, N., Panagopoulos, P., Drakakis, P., Gourounti, K., Iliadou, M., & Sarella, A. (2025). Informed consent in perinatal care: Challenges and best practices in obstetric and midwifery-led models. *Nursing Reports*, 15, 273. <https://doi.org/10.3390/nursrep15080273>

Le Lez, J., af Ugglas, A., & Bogren, M. (2026). Transitioning to midwifery models of care: An evidence-based imperative for sexual and reproductive health. *Sexual & Reproductive Healthcare*, 47, 101184. <https://doi.org/10.1016/j.srhc.2026.101184>

Miranda, J., Bareghamyan, H., Therrien, M. N. S., Lalonde, A., Steinholt, M., Palestra, F., Pascali-Bonaro, D., Kliucinskas, M., Basavilvazo Rodríguez, M. A., Ajak, G., Amaral, E., Okong, P., Essèn, B., Jacobsson, B., & Miller, S. (2025). FIGO statement on respectful care: Addressing disrespectful maternity care. *International Journal of Gynecology & Obstetrics*, 171, 983–992. <https://doi.org/10.1002/ijgo.70513>

Pickles, C. (2025). Emerging human rights standards on obstetric violence and abuse during childbirth. *International Journal of Gynecology & Obstetrics*, 170, 508–514. <https://doi.org/10.1002/ijgo.70174>

Tully, K. P., Molina, R. L., Quist-Nelson, J., Wangerien, L., Harris, K., Weiseth, A. L., & Edmonds, J. K. (2025). Supporting patient autonomy through respectful labor and childbirth healthcare services. *Seminars in Perinatology*, 49, 152048. <https://doi.org/10.1016/j.semperi.2025.152048>

United Nations Population Fund. (2026). *Respectful maternity care: Women's experiences and outlooks in Eastern Europe and Central Asia*. <https://eeca.unfpa.org/en/publications/respectful-maternity-care-womens-experiences-and-outlooks-eastern-europe-and-central>

Woodworth, R., Scarf, V., Coddington, R., Levett, K., Rogers, K., & Fox, D. (2026). The Mid-Tech survey: Midwives' views about the influence of intrapartum fetal surveillance technologies upon supporting women's bodily autonomy. *Women and Birth*, 39, 102135. <https://doi.org/10.1016/j.wombi.2025.102135>

World Health Organization. (2025a). *Compendium on respectful maternal and newborn care*. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240110939>

World Health Organization. (2025b). *Implementation guidance on transitioning to midwifery models of care*. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240110199>

2030'A DOĞRU KÜRESEL EBE AÇIĞI: EBELİK BAKIM MODELLERİNE GEÇİŞİN SAĞLIK SİSTEMLERİ AÇISINDAN ÖNEMİ

Arş. Gör. Dr. Seda GÜRAY¹

¹Tarsus Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Ebelik Bölümü, Mersin, Türkiye,
sedaguray@tarsus.edu.tr, ORCID: 0000-0002-3001-5639

Özet

Anne ve yenidoğan sağlığının geliştirilmesinde ebeler temel sağlık insan gücü bileşenlerinden biri olmasına karşın, küresel ölçekte devam eden ebe açığı nitelikli bakım hizmetlerine erişimi ve evrensel sağlık kapsamı hedeflerini tehdit etmektedir. Bu derlemenin amacı, 2030'a doğru küresel ebe iş gücü açığını ve ebelik bakım modellerine geçişin sağlık sistemleri açısından önemini güncel kanıtlar doğrultusunda değerlendirmektir. Narratif derleme niteliğindeki çalışmada, 2021–2026 yılları arasında yayımlanan uluslararası raporlar, sistematik derlemeler, meta-analizler, ekonomik değerlendirmeler ve güncel araştırmalar incelenmiştir. Güncel tahminler, veri kaynakları ve hesaplama yöntemlerine bağlı olarak küresel ebe açığının yaklaşık 710.000–980.000 arasında olduğunu ve mevcut eğilimlerin sürmesi durumunda 2030'a kadar bu açığın yalnızca sınırlı ölçüde azalacağını göstermektedir. Ebe yetersizliğinin özellikle düşük kaynaklı bölgelerde yoğunlaşması, maternal ve yenidoğan sağlık hizmetlerine erişimde eşitsizlikleri derinleştirmektedir. Bununla birlikte kanıtlar, yalnızca ebe sayısının artırılmasının yeterli olmadığını; ebelerin eğitimlerine ve mesleki yetkinliklerine uygun kapsamda, destekleyici çalışma ortamlarında ve etkin bakım modelleri içerisinde istihdam edilmelerinin gerekli olduğunu ortaya koymaktadır. Özellikle bakım sürekliliğine dayalı ebelik modelleri, daha az obstetrik müdahale ve olumlu maternal bakım çıktılarıyla ilişkilendirilmektedir. Bu modellerin yaygınlaştırılması ise yeterli finansman, nitelikli eğitim ve istihdam, mesleki özerklik, liderlik, düzenleyici çerçeveler ve meslekler arası iş birliğini içeren sistem düzeyinde dönüşüm gerektirmektedir. Sonuç olarak, 2030 hedeflerine ulaşmada ebe açığının yalnızca sayısal bir iş gücü sorunu olarak değil, ebelik bakım modellerine geçişi ve ebelerin etkin kullanımını kapsayan bütüncül bir sağlık sistemi sorunu olarak ele alınması gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Ebe iş gücü, ebelik bakım modelleri, bakım sürekliliği, sağlık sistemleri, 2030 hedefleri

**THE GLOBAL MIDWIFE SHORTAGE TOWARDS 2030: THE IMPORTANCE OF
TRANSITIONING TO MIDWIFERY MODELS OF CARE FOR HEALTH SYSTEMS****Res. Asst. Dr. Seda GÜRAY¹****¹Tarsus University, Faculty of Health Sciences, Department of Midwifery, Mersin, Türkiye,
sedaguray@tarsus.edu.tr, ORCID: 0000-0002-3001-5639****Abstract**

Although midwives constitute a fundamental component of the health workforce for improving maternal and newborn health, the persistent global shortage of midwives threatens access to quality care and progress towards universal health coverage. This review aimed to evaluate the global midwife workforce shortage towards 2030 and the importance of transitioning to midwifery models of care from a health systems perspective based on current evidence. In this narrative review, international reports, systematic reviews, meta-analyses, economic evaluations, and recent research published between 2021 and 2026 were examined. Current estimates indicate a global shortage of approximately 710,000–980,000 midwives depending on the data sources and estimation methods used, with only a limited reduction projected by 2030 if current trends continue. The disproportionate concentration of shortages in resource-constrained regions further intensifies inequities in access to maternal and newborn health services. Evidence also indicates that increasing the number of midwives alone is insufficient; midwives must be educated to appropriate standards, enabled to practise to their professional scope, and employed within supportive environments and effective models of care. Midwifery models, particularly those based on continuity of care, are associated with fewer obstetric interventions and favourable maternal care outcomes. Scaling up these models requires system-level transformation involving sustainable financing, high-quality education and employment, professional autonomy, leadership, enabling regulatory frameworks, and effective interprofessional collaboration. In conclusion, achieving the 2030 maternal and newborn health targets requires the global midwife shortage to be addressed not merely as a numerical workforce deficit, but as a comprehensive health systems challenge encompassing both workforce strengthening and transition to effective midwifery models of care.

Keywords: Midwifery workforce, midwifery models of care, continuity of care, health systems, 2030 targets

GİRİŞ

Anne ve yenidoğan sağlığının geliştirilmesi, önlenabilir maternal ve neonatal ölümlerin azaltılması ve evrensel sağlık kapsamına ulaşılması, yeterli ve nitelikli sağlık insan gücünün varlığıyla yakından ilişkilidir. Bu süreçte ebeler; gebelik öncesi dönemden antenatal, intrapartum ve postnatal döneme kadar kadın ve yenidoğana sürekli, bütüncül ve kişi merkezli bakım sunabilen temel sağlık profesyonelleri arasında yer almaktadır. Ebelik hizmetleri yalnızca doğum sırasında sunulan bakımla sınırlı olmayıp sağlık eğitimi, koruyucu bakım, fizyolojik süreçlerin desteklenmesi, risklerin erken belirlenmesi ve gerektiğinde uygun konsültasyon ve sevk sağlanmasını da kapsamaktadır (World Health Organization [WHO], 2024). Bu kapsamda sunulan ebelik hizmetlerinin güçlendirilmesi, küresel anne ve yenidoğan sağlığı hedeflerine ulaşmada önemli bir strateji olarak değerlendirilmektedir (Nove, ten Hoope-Bender, et al., 2021). Ebe tarafından sunulabilen temel girişimlerin kapsamının evrensel düzeye çıkarılmasının, maternal ve neonatal ölümler ile ölü doğumların yaklaşık üçte ikisinin önlenmesine katkı sağlayabileceğine ilişkin modelleme bulguları da ebelik hizmetlerine yatırımın potansiyel etkisini ortaya koymaktadır (Nove, Friberg, et al., 2021).

Bununla birlikte, bu potansiyelin sağlık sistemlerine tam olarak yansıtılmasının önündeki temel sorunlardan biri küresel ölçekte devam eden ebe iş gücü açığıdır. Kadınların, yenidoğanların ve adölesanların gereksinim duyduğu cinsel, üreme, anne, yenidoğan ve adölesan sağlığı hizmetlerinin karşılanmasında önemli iş gücü yetersizlikleri bulunmakta ve bu yetersizlik ülkeler ile bölgeler arasında eşit biçimde dağılmamaktadır (United Nations Population Fund et al., 2021; Nove, ten Hoope-Bender, et al., 2021). Güncel tahminler, kullanılan veri kaynakları ve hesaplama yaklaşımına bağlı olarak küresel ebe açığının yaklaşık 710.000–980.000 arasında değiştiğini ve mevcut eğilimler devam ettiğinde 2030 yılına kadar açığın yalnızca sınırlı ölçüde azalacağını göstermektedir (Boyce et al., 2026). Ebe yetersizliğinin özellikle bakım gereksiniminin yüksek olduğu düşük kaynaklı bölgelerde yoğunlaşması, sorunu aynı zamanda sağlık hizmetlerine erişim ve eşitlik açısından önemli hâle getirmektedir (Boyce et al., 2026).

Küresel ebe açığının büyüklüğü kadar, mevcut ebe iş gücünün sağlık sistemi içerisinde hangi koşullarda çalıştığı da önemlidir. Sayısal olarak yeterli bir iş gücünün varlığı; ebelerin nitelikli eğitim almadığı, mesleki yetkinliklerine uygun uygulama kapsamına sahip olmadığı, gereksinime göre dağıtılmadığı veya destekleyici çalışma koşullarında istihdam edilmediği durumlarda beklenen sağlık kazanımlarının elde edilmesini tek başına garanti etmemektedir (WHO, 2021; Nove, ten Hoope-Bender, et al., 2021). Güncel küresel iş gücü değerlendirmeleri de ebe sayısının yanı sıra eğitim, mesleki uygulama kapsamı ve profesyonel özerklik gibi unsurların fiilî bakım kapasitesini belirlediğine dikkat çekmektedir (Boyce et al., 2026). Bu nedenle ebe açığının yalnızca daha fazla ebe yetiştirilmesi üzerinden değil, mevcut ve gelecekteki iş gücünün etkili biçimde kullanılmasını sağlayacak sağlık sistemi koşullarıyla birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir.

Bu yaklaşım, ebelik iş gücünün güçlendirilmesi ile ebelik bakım modellerinin geliştirilmesi arasındaki ilişkiyi ön plana çıkarmaktadır. Ebelik bakım modellerinde bakım, ebelerin mesleki uygulama kapsamaları içerisinde özerk karar verebildikleri ve gerektiğinde diğer sağlık profesyonelleriyle konsültasyon ve sevk mekanizmaları aracılığıyla iş birliği yaptıkları bir hizmet organizasyonu içerisinde sunulmaktadır (WHO, 2024). Özellikle bakım sürekliliğine dayalı modellerde aynı ebe veya küçük bir ebe ekibinin gebelik, doğum ve doğum sonu dönemde bakım sorumluluğunu sürdürmesi, klinik ve ilişkisel sürekliliği desteklemektedir (WHO, 2024; Sandall et al., 2024).

Mevcut kanıtlar, bakım sürekliliğine dayalı ebelik modellerinin bazı obstetrik sonuçlar ve kadınların bakım deneyimleri açısından avantaj sağlayabileceğini göstermektedir. Bu modellerde spontan vajinal doğum olasılığının daha yüksek, sezaryen ve operatif vajinal doğum olasılığının daha düşük olduğu; kadınların gebelik, doğum ve postpartum döneme ilişkin bakım deneyimlerini genel olarak daha olumlu değerlendirdikleri bildirilmektedir (Sandall et al., 2024). Bununla birlikte bazı maternal ve neonatal sonuçlara ilişkin kanıtların belirsizliği ve mevcut çalışmaların belirli sağlık sistemi bağlamlarında yoğunlaşması, ebelik bakım modellerinin

farklı ülke ve kaynak düzeylerinde uygulanabilirliğinin ayrıca değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır (Sandall et al., 2024). Düşük ve orta gelirli ülkelerde ebe liderliğindeki bakıma ilişkin bulguların da olumlu maternal ve neonatal sonuçlara işaret etmesi, bu modellerin farklı sağlık sistemi bağlamlarındaki potansiyelini desteklemektedir (Fikre et al., 2023).

Dolayısıyla 2030'a doğru küresel ebe açığının değerlendirilmesi, yalnızca mevcut ve gereksinim duyulan ebe sayıları arasındaki farkın belirlenmesiyle sınırlı tutulmamalıdır. Ebelik iş gücüne yapılacak yatırımların kadın ve yenidoğan sağlığına etkili biçimde yansiyabilmesi; eğitim, istihdam, mesleki özerklik, düzenleyici çerçeveler, finansman, liderlik ve meslekler arası iş birliği gibi sağlık sistemi bileşenlerinin ebelik bakım modellerini destekleyecek biçimde yapılandırılmasını gerektirmektedir (WHO, 2021; WHO, 2024). Bu bakış açısı, ebe açığının yalnızca sayısal bir sağlık insan gücü eksikliği olarak değil, iş gücünün niteliği ve dağılımı ile hizmet sunum modeli ve sağlık sistemi kapasitesinin birbiriyle ilişkili olduğu bütüncül bir sorun olarak ele alınmasını gerekli kılmaktadır.

Bu doğrultuda bu derlemenin amacı, 2030'a doğru küresel ebe iş gücü açığını ve ebelik bakım modellerine geçişin sağlık sistemleri açısından önemini güncel kanıtlar doğrultusunda değerlendirmektir.

1. 2030'A DOĞRU KÜRESEL EBE İŞ GÜCÜ AÇIĞI VE EŞİTSİZLİKLER

Küresel ebe iş gücü açığı, yalnızca mevcut ebe sayısına dayanan basit bir personel eksikliği göstergesi değildir. İş gücü gereksiniminin değerlendirilmesinde, kadınların, yenidoğanların ve adolesanların temel cinsel, üreme, anne, yenidoğan ve adolesan sağlığı hizmetlerine erişebilmesi için gerekli bakım kapasitesi ile mevcut ebe iş gücünün sunabileceği hizmet arasındaki fark dikkate alınmaktadır. Küresel değerlendirmeler, kadın ve yenidoğanların gereksinim duyduğu bakımın karşılanmasında önemli bir ebe yetersizliğinin devam ettiğini ve bu yetersizliğin ülkeler ile bölgeler arasında eşit biçimde dağılmadığını göstermektedir (United Nations Population Fund et al., 2021; Nove, ten Hoop-Bender, et al., 2021). Güncellenmiş tahminler ise bu sorunun 2030'a yaklaşırken önemini koruduğunu ortaya koymaktadır (Boyce et al., 2026).

Mevcut küresel ebe açığının büyüklüğü, kullanılan veri kaynaklarının kapsamına ve hesaplama yaklaşımına göre değişmektedir. Dünya Sağlık Örgütü Ulusal Sağlık İş Gücü Hesapları verilerine dayanan ve 135 ülkeyi kapsayan senaryoda küresel açık yaklaşık 710.000 ebe olarak tahmin edilirken, bölgesel ebelik iş gücü verileriyle kapsamın 181 ülkeye genişletildiği senaryoda açık yaklaşık 980.000'e ulaşmaktadır (Boyce et al., 2026). İkinci senaryo dünya genelindeki üreme çağındaki kadınların yaklaşık %82'sini kapsamaktadır. Bu farklılık, küresel ebe açığının tek ve değişmez bir sayı olarak değerlendirilmemesi gerektiğini; tahminlerin veri kapsamı, güncellik ve sağlık çalışanlarının ebelik hizmetlerine ayırdığı zaman gibi metodolojik varsayımlardan etkilendiğini göstermektedir.

Küresel toplamın ötesinde, iş gücü açığının bölgesel dağılımı belirgin eşitsizlikler ortaya koymaktadır. Daha geniş ülke kapsamına sahip senaryoda Afrika Bölgesi'ndeki açık yaklaşık 460.000, Doğu Akdeniz Bölgesi'ndeki açık ise yaklaşık 260.000 ebe düzeyindedir. Buna karşılık Avrupa Bölgesi için tahmin edilen açık yaklaşık 10.000'dir (Boyce et al., 2026). Böylece Afrika ve Doğu Akdeniz bölgeleri küresel ebe açığının yaklaşık dörtte üçünü oluşturmaktadır. Ebelik hizmetlerine duyulan gereksinimin yüksek olduğu bölgelerde iş gücü yetersizliğinin de yoğunlaşması, ebe açığını yalnızca bir insan gücü sorunu olmaktan çıkararak aynı zamanda sağlık hizmetlerine erişimde önemli bir eşitsizlik sorununa dönüştürmektedir.

Benzer bir eşitsizlik ülkelerin ekonomik düzeyleri açısından da görülmektedir. Küresel ebe açığının büyük bölümü düşük kaynaklı sağlık sistemlerinde yoğunlaşırken, yüksek gelirli ülkelerin toplam açık içindeki payı nüfus içindeki paylarına kıyasla oldukça düşüktür (Boyce et al., 2026). Bu dağılım, yalnızca küresel ebe sayısını artırmanın yeterli olmayacağını; yeni ve mevcut iş gücünün bakım gereksiniminin en yüksek olduğu ülkelerde ve bölgelerde erişilebilir hâle getirilmesinin de gerekli olduğunu göstermektedir. SoWMy 2021 bulguları da iş gücü planlamasında yalnızca sayıların değil, sağlık çalışanlarının mevcudiyeti, erişilebilirliği, kabul edilebilirliği ve

bakım kalitesinin birlikte değerlendirilmesi gerektiğine işaret etmektedir (United Nations Population Fund et al., 2021; Nove, ten Hoop-Bender, et al., 2021).

2030 projeksiyonları, mevcut eğilimlerin sürmesi durumunda küresel açığın tamamen kapanmasının beklenmediğini göstermektedir. Yaklaşık 710.000 olarak hesaplanan açığın 2030 yılında 690.000'e, 980.000 olarak hesaplanan açığın ise yaklaşık 830.000'e gerileyeceği öngörülmektedir (Boyce et al., 2026). Bu nedenle eğitim kapasitesindeki ve mezun sayılarındaki artış iş gücü açığını azaltabilse de mevcut eğilimler sorunun bütünüyle çözülmesi için yeterli görünmemektedir. Özellikle nüfus artışının ve bakım gereksiniminin yüksek olduğu bölgelerde ebe gereksiniminin de artmaya devam etmesi beklenmektedir. Afrika ve Doğu Akdeniz bölgelerinin 2030'da da küresel ebe açığının büyük bölümünü oluşturacağının öngörülmesi, gelecekteki iş gücü yatırımlarının coğrafi eşitsizlikleri dikkate alacak biçimde planlanması gerektiğini göstermektedir (Boyce et al., 2026).

Bu tahminler yorumlanırken mevcut verilerin ve hesaplama yöntemlerinin sınırlılıkları da göz önünde bulundurulmalıdır. Ülkelerin iş gücü verileri aynı yıllara ait değildir ve bazı ülkelerde kullanılan en güncel veriler birkaç yıl öncesine dayanmaktadır. Ayrıca hemşire-ebe gibi birden fazla mesleki role sahip sağlık çalışanlarının çalışma zamanlarının ne kadarını ebelik hizmetlerine ayırdığına ilişkin varsayımlar, tahmin edilen iş gücü kapasitesini değiştirebilmektedir (Boyce et al., 2026). Bu nedenle 710.000–980.000 aralığı birbirine alternatif “doğru” ve “yanlış” tahminler olarak değil, mevcut veri kapsamı ve varsayımlara bağlı iki farklı küresel iş gücü senaryosu olarak değerlendirilmelidir.

Sayısal iş gücü tahminlerinin bir diğer önemli sınırlılığı, kayıtlı veya istihdam edilmiş her ebenin sağlık sisteminin gereksinim duyduğu ebelik hizmetlerinin tamamını sunabildiği varsayımdır. Mevcut hesaplamalar, ebelerin temel ebelik girişimlerini gerçekleştirecek yeterliliğe sahip olduklarını, bu girişimlerin mesleki uygulama kapsamı içerisinde bulunduğunu ve ebelerin profesyonel özerklikle çalışabildiklerini varsaymaktadır (Boyce et al., 2026). Bununla birlikte bazı ülkelerde mezuniyet öncesi eğitimin uluslararası standartlarla tam uyumlu olmaması veya düzenleyici yapıların ebelerin uygulama kapsamını sınırlandırması, mevcut iş gücünün fiilî bakım kapasitesini azaltabilmektedir. Bu koşullarda gerçek ebe gereksiniminin sayısal tahminlerden daha yüksek olması mümkündür.

Bu durum, ebe iş gücünün güçlendirilmesinde nicelik ile niteliğin birlikte ele alınmasını gerekli kılmaktadır. Küresel politika çerçevesinde ebelik iş gücünün geliştirilmesi; eğitim, istihdam, liderlik ve hizmet sunumu olmak üzere birbiriyle ilişkili alanlarda yatırım gerektirmektedir (WHO, 2021). Dolayısıyla daha fazla ebe yetiştirilmesinin yanı sıra mezunların istihdam edilmesi, gereksinime göre dağıtılması, meslekte tutulması ve yetkinliklerini kullanabilecekleri çalışma koşullarının oluşturulması önem taşımaktadır.

Güncel küresel politika yaklaşımı da ebe iş gücüne yapılacak yatırımın eğitimden istihdama ve mesleki güçlendirmeye kadar uzanan bütüncül bir süreç olarak ele alınması gerektiğini vurgulamaktadır. *The Midwifery Accelerator*, kaliteli ebelik bakımının genişletilmesini politika ve yatırımın güçlendirilmesi, ebelerin eğitilmesi, istihdam edilmesi ve meslekte tutulması ile ebelik liderliği ve mesleki güçlenmenin desteklenmesi üzerinden ele almaktadır (United Nations Population Fund et al., 2025). Böylece ebe açığının azaltılması, yalnızca eğitim kapasitesinin genişletilmesini değil, yetiştirilen iş gücünün sağlık sistemi içerisinde etkili biçimde kullanılmasını sağlayacak politika ve istihdam mekanizmalarını da gerektirmektedir.

Bu çerçevede 2030'a doğru küresel ebe açığı, yalnızca “kaç ebe eksik?” sorusuyla açıklanabilecek bir sorun değildir. Ebe sayısının yanı sıra iş gücünün coğrafi dağılımı, eğitim ve mesleki yeterlilik düzeyi, uygulama kapsamı, profesyonel özerklik, istihdam olanakları ve çalışma koşulları, mevcut insan kaynağının etkili ebelik hizmetlerine ne ölçüde dönüşebildiğini belirlemektedir (WHO, 2021; Boyce et al., 2026). Bu nedenle ebe iş gücünün sayısal olarak güçlendirilmesi ile ebelerin yetkinliklerini etkin biçimde kullanabilecekleri hizmet sunum

modellerinin geliştirilmesi, birbirinden bağımsız değil, aynı sağlık sistemi dönüşümünün tamamlayıcı bileşenleri olarak ele alınmalıdır.

2. EBELİK BAKIM MODELLERİNİN MATERNAL VE YENİDOĞAN SAĞLIĞI AÇISINDAN ETKİLERİ

Ebelik bakım modelleri, bakımın yalnızca ebe tarafından sunulmasını değil, kadın ve yenidoğana yönelik hizmetlerin ebelik mesleğinin felsefesi ve uygulama kapsamı doğrultusunda yapılandırılmasını ifade etmektedir. Bu modellerde kişi merkezli, saygılı ve kanıta dayalı bakımın sunulması; normal fizyolojik süreçlerin desteklenmesi ve ebelerin mesleki uygulama kapsamaları içerisinde bakımın temel sağlayıcıları olarak görev yapmaları esastır (WHO, 2024). Gebelik öncesi dönemden antenatal, intrapartum ve postnatal döneme kadar bakımın sürekliliğinin sağlanması ve komplikasyon geliştiğinde etkili konsültasyon ve sevk mekanizmalarının işletilmesi de modelin temel bileşenleri arasında yer almaktadır (WHO, 2024).

Ebelik bakım modelleri farklı hizmet organizasyonları içerisinde uygulanabilmekle birlikte, mevcut etkililik kanıtlarının önemli bir bölümü bakım sürekliliğine dayalı modellere ilişkindir. Bu modellerde gebelik, doğum ve doğum sonu bakımın aynı ebe veya küçük bir ebe ekibi tarafından sürdürülmesi, bakımın klinik ve ilişkisel sürekliliğini güçlendirmektedir (Sandall et al., 2024). Güncel kanıt tabanı, beş ülkede gerçekleştirilen 17 çalışma ve toplam 18.533 kadına ilişkin verileri içermekte ve özellikle doğum şekli, obstetrik girişimler ve kadınların bakım deneyimleri açısından önemli bulgular ortaya koymaktadır (Sandall et al., 2024).

Bakım sürekliliğine dayalı ebelik modellerinin en tutarlı etkilerinden biri doğum şekli ve obstetrik girişimler üzerinde görülmektedir. Bu modellerde bakım alan kadınlarda spontan vajinal doğum olasılığının daha yüksek, sezaryen ve operatif vajinal doğum olasılığının ise daha düşük olduğu bildirilmiştir; spontan vajinal doğum ve sezaryene ilişkin kanıt kesinliği orta düzeydedir (Sandall et al., 2024). Epizyotominin de daha az uygulanabileceğine ilişkin bulgular bulunmakla birlikte, bu sonuç için kanıt kesinliği daha düşüktür (Sandall et al., 2024). Düşük ve orta gelirli ülkelerden elde edilen kanıtlar da benzer yönde olup ebe liderliğindeki bakımın daha yüksek vajinal doğum olasılığı ve daha düşük acil sezaryen ve epizyotomi oranlarıyla ilişkili olabileceğini göstermektedir (Fikre et al., 2023). Ayrıca postpartum kanama ve doğum asfiksisinin daha az görülebileceği, yenidoğan yoğun bakım ünitesinde kalış süresinin kısalabileceği bildirilmiştir (Fikre et al., 2023). Bu bulgular, ebelik bakım modellerinin farklı sağlık sistemi bağlamlarında fizyolojik doğumun desteklenmesine ve bazı maternal ve neonatal sonuçların iyileştirilmesine katkı sağlayabileceğine işaret etmektedir.

Bununla birlikte, ebelik bakım modellerinin bütün maternal ve neonatal sonuçlarda aynı düzeyde yarar sağladığı sonucuna varmak doğru değildir. Bakım sürekliliği modellerinin preterm doğum üzerinde çok az fark oluşturabileceği veya hiç fark oluşturamayabileceği; fetal kayıp ve neonatal ölüm üzerindeki etkilerinin ise mevcut kanıtlarla kesin olarak ortaya konamadığı bildirilmektedir (Sandall et al., 2024). Benzer biçimde postpartum kanama ile yenidoğanın özel bakım veya yoğun bakım ünitesine kabulü açısından da gruplar arasında çok az fark bulunabileceği veya fark bulunmayabileceği gösterilmiştir (Sandall et al., 2024). Bu nedenle ebelik bakım modellerinin etkileri değerlendirilirken olumlu obstetrik sonuçların yanı sıra kanıtın daha belirsiz olduğu neonatal ve perinatal sonuçların da dikkate alınması gerekmektedir.

Ebelik bakım modellerinin önemli çıktılarından biri de kadınların bakım deneyimidir. Bakım sürekliliği modellerinde izlenen kadınların gebelik, doğum ve postpartum döneme ilişkin deneyimlerini diğer bakım modellerinde izlenen kadınlara kıyasla genel olarak daha olumlu değerlendirdikleri bildirilmektedir (Sandall et al., 2024). Aynı ebe veya küçük bir ebe ekibiyle sürdürülen bakım ilişkisinin kadının gereksinimlerinin, tercihlerinin ve beklentilerinin zaman içerisinde tanınmasına olanak sağlaması, bu modellerin kişi merkezli niteliğini güçlendirmektedir. Bu yönüyle bakım sürekliliği yalnızca klinik hizmetlerin kesintisiz sunulmasını değil, kadın ile ebe arasında güvene dayalı ve süreklilik gösteren bir bakım ilişkisinin kurulmasını da kapsamaktadır (WHO, 2024).

Ebelik bakım modellerinin sağlık sistemleri açısından değerlendirilmesinde ekonomik sonuçlar da önem taşımaktadır. Mevcut ekonomik değerlendirmeler, ebe liderliğindeki bakım modellerinin standart bakıma kıyasla maliyet-etkili veya maliyet tasarrufu sağlayıcı olabileceğine işaret etmektedir; ancak erken dönem kanıtların sınırlı sayıda çalışmaya dayandığı ve çalışmaların metodolojik kalitesinin değişken olduğu belirtilmektedir (Martin et al., 2023). Daha geniş ve güncel ekonomik kanıt tabanı da genel olarak ebelik hizmetlerinin maliyet tasarrufu, maliyet-etkililik veya ekonomik yarar sağlayabileceği yönündedir (Calvert et al., 2025). Bununla birlikte ekonomik değerlendirmelerin büyük bölümünün yüksek gelirli ülkelerde yürütülmüş olması, sonuçların özellikle ebe açığının en yüksek olduğu düşük kaynaklı sağlık sistemlerine genellenmesini sınırlandırmaktadır (Calvert et al., 2025). Bu nedenle ebelik bakım modellerinin ekonomik avantajlarına ilişkin kanıtlar umut verici olmakla birlikte, farklı sağlık sistemi bağlamlarında daha nitelikli ekonomik değerlendirmelere gereksinim devam etmektedir.

Mevcut klinik kanıtların genellenebilirliği açısından da benzer bir sınırlılık söz konusudur. Bakım sürekliliğine ilişkin randomize çalışmaların önemli bölümü Avustralya, Kanada, Çin, İrlanda ve Birleşik Krallık gibi belirli sağlık sistemi bağlamlarında yürütülmüş ve çalışmaların çoğunda gebeliğin başlangıcında komplikasyon açısından yüksek risk taşıyan kadınlar kapsam dışı bırakılmıştır (Sandall et al., 2024). Düşük ve orta gelirli ülkelere odaklanan kanıtlar bu coğrafi boşluğun azaltılmasına katkı sağlamakla birlikte, meta-analize dâhil edilebilen çalışma sayısının sınırlı olması nedeniyle kanıt tabanı henüz yeterince geniş değildir (Fikre et al., 2023). Dolayısıyla ebelik bakım modellerinin etkileri değerlendirilirken yalnızca klinik sonuçlara değil, iş gücü kapasitesi, hizmet organizasyonu, nüfus özellikleri ve sağlık sisteminin kaynak düzeyi gibi bağlamsal farklılıklara da dikkat edilmelidir.

Genel olarak mevcut kanıtlar, bakım sürekliliğine dayalı ebelik modellerinin bazı obstetrik girişimlerin azaltılması, spontan vajinal doğumun desteklenmesi ve kadınların bakım deneyimlerinin geliştirilmesi açısından yarar sağlayabileceğini göstermektedir (Sandall et al., 2024). Düşük ve orta gelirli ülkelere elde edilen bulgular da ebe liderliğindeki bakımın maternal ve neonatal sonuçların iyileştirilmesine katkı sağlayabileceğine işaret etmektedir (Fikre et al., 2023). Ekonomik değerlendirmeler ise bu modellerin sağlık kaynaklarının daha etkin kullanımına katkı sağlayabileceğini düşündürmekle birlikte, özellikle düşük kaynaklı sistemlerde ekonomik kanıtların güçlendirilmesi gerekmektedir (Martin et al., 2023; Calvert et al., 2025). Bu yararların geniş ölçekte ve sürdürülebilir biçimde gerçekleştirilebilmesi ise ebelik bakım modellerinin uygulanmasını destekleyen uygun sağlık sistemi koşullarının oluşturulmasına bağlıdır.

3. EBELİK BAKIM MODELLERİNE GEÇİŞ İÇİN SAĞLIK SİSTEMİ GEREKLİLİKLERİ

Ebelik bakım modellerine geçiş, mevcut hizmet organizasyonuna yalnızca yeni bir bakım biçiminin eklenmesi değil, sağlık sisteminin farklı bileşenlerinin birbiriyle uyumlu biçimde yeniden yapılandırılmasını gerektiren kapsamlı bir dönüşüm sürecidir. Özellikle düşük ve orta gelirli ülkelere ebelik liderliğindeki bakımın uygulanmasını inceleyen kanıtlar, modelin başarısının içinde bulunduğu sağlık sistemi ve yerel bağlamdan bağımsız değerlendirilemeyeceğini göstermektedir (Sangy et al., 2023). Nitekim Dünya Sağlık Örgütü de geçiş sürecini her ülke için aynı biçimde uygulanacak katı bir model olarak değil, mevcut sağlık sistemi, politika ve kültürel bağlama göre uyarlanması gereken esnek bir süreç olarak tanımlamaktadır (WHO, 2025).

Bu dönüşümün temel koşullarından biri siyasi sahiplenme ve sürdürülebilir finansmandır. Ebelik bakım modellerinin ulusal ve yerel sağlık politikalarında önceliklendirilmesi; hizmetlerin yeniden yapılandırılması, yeterli iş gücünün oluşturulması ve modelin sürdürülebilir biçimde ölçeklendirilmesi için gerekli kaynakların sağlanması açısından önem taşımaktadır. Ebelik liderliğindeki bakımın uygulanmasına ilişkin kanıtlar, yetersiz finansman ile politika ve kurumsal destek eksikliklerinin model geçişini güçleştirebildiğini göstermektedir (Sangy et al., 2023; Gonçalves et al., 2025). Güncel küresel politika yaklaşımı da kaliteli ebelik bakımının genişletilmesini; ebelik hizmetlerine ve iş gücüne yatırım yapılması, nitelikli ebelerin eğitilmesi, istihdam edilmesi ve meslekte tutulması ile ebelik liderliğinin güçlendirilmesini içeren bütüncül bir çerçevede ele

almaktadır (United Nations Population Fund et al., 2025). Ebelik bakımının ölçeklendirilmesine yönelik yatırım kararlarının ise gerekli iş gücü kapasitesi, uygulama maliyetleri, beklenen sağlık kazanımları, ekonomik yararlar ve yatırım getirisi birlikte değerlendirilerek ülke bağlamına özgü biçimde planlanması önerilmektedir (United Nations Population Fund, 2026).

Yönetişim ve düzenleyici çerçeveler, ebelerin bakım modelleri içerisindeki rollerini ne ölçüde gerçekleştirebildiklerini belirleyen bir diğer temel bileşendir. Ebelik liderliğindeki bakım modellerinin uygulanmasına ilişkin sistematik kanıtlar, kısıtlayıcı kurumsal politikalar, güncelliğini yitirmiş düzenleyici çerçeveler ve ebelerin rolüne ilişkin sınırlı anlayışın modelin uygulanmasını güçleştirebildiğini göstermektedir (Gonçalves et al., 2025). Bu koşullar ebelerin özerkliğini ve mesleki uygulama kapsamalarını sınırlandırabilmektedir. Dolayısıyla sağlık politikalarının ebelerin eğitim ve yetkinlikleriyle uyumlu uygulama kapsamlarında çalışmalarına olanak sağlaması, sayısal iş gücü kapasitesinin gerçek hizmet kapasitesine dönüşebilmesi açısından önemlidir. Güncel küresel iş gücü tahminlerinde de tüm ebelerin temel ebelik girişimlerini gerçekleştirecek yeterliliğe ve yetkiye sahip olduğu varsayılmakta; eğitim ve uygulama kapsamındaki sınırlılıkların gerçek ebe gereksiniminin olduğundan düşük tahmin edilmesine yol açabileceği belirtilmektedir (Boyce et al., 2026).

Mesleki özerklik, diğer sağlık profesyonellerinden bağımsız veya kopuk biçimde çalışma anlamına gelmemektedir. Ebelik bakım modellerinde ebelerin kendi uygulama kapsamaları içerisinde özerk karar verebilmeleri, aynı zamanda obstetrisyenler, pediatristler, hemşireler ve diğer sağlık profesyonelleriyle etkili iş birliği içerisinde çalışmaları gerekmektedir (WHO, 2025). Komplikasyon geliştiğinde açık konsültasyon, sevk ve bakımın yükseltilmesine ilişkin mekanizmaların bulunması, bakım sürekliliğinin güvenli biçimde korunmasının temel koşullarındandır. Hiyerarşik olmayan, güvene ve karşılıklı saygıya dayalı meslekler arası ilişkiler modelin başarılı biçimde uygulanmasını desteklerken, mesleki gruplar arasındaki katı hiyerarşiler ebelerin profesyonel güvenini ve özerk uygulamalarını sınırlandırabilmektedir (Gonçalves et al., 2025; Le Lez et al., 2026). Dünya Sağlık Örgütü de ortak karar vermeyi destekleyen ve hiyerarşik yapıları azaltan iş birliği ortamlarının ebelerin kendi uygulama kapsamaları içerisindeki özerkliklerini kullanabilmeleri açısından gerekli olduğunu vurgulamaktadır (WHO, 2025).

Sağlık sistemi dönüşümünün merkezinde eğitim ve mesleki yeterlilik de yer almaktadır. Ebe sayısının artırılması, mezunların sağlık sisteminin gereksinimlerini karşılayacak bilgi, beceri ve tutumlarla yetiştirilmediği durumlarda tek başına yeterli değildir. Dünya Sağlık Örgütü'nün küresel stratejik yönelimleri, ebelik mezunlarının sağlık sistemi gereksinimlerini karşılayabilecek yeterlilikte yetiştirilmesini temel bir öncelik olarak ele almaktadır (WHO, 2021). Sürekli mesleki gelişime yatırım yapılması da ebelerin yeterlilik, profesyonel kimlik, güven ve özerkliklerinin güçlendirilmesi açısından önem taşımaktadır (WHO, 2025). Bazı ülkelerde mezuniyet öncesi eğitimin uluslararası standartları karşılamaması, ebelerin sunabilecekleri hizmet kapsamını sınırlayabilmektedir (Boyce et al., 2026). Bu durum, iş gücü planlamasında nicelik kadar eğitimin niteliğinin de dikkate alınması gerektiğini göstermektedir.

Eğitim kadar önemli bir diğer unsur, yetiştirilen ebelerin istihdam edilmesi, gereksinime göre dağıtılması ve meslekte tutulmasıdır. Güncel küresel projeksiyonlar, özellikle ebe açığının yoğunlaştığı bölgelerde mevcut üretim eğilimlerinin 2030 yılına kadar iş gücü açığını tamamen kapatmaya yetmeyeceğini göstermektedir (Boyce et al., 2026). Bu nedenle yalnızca yeni mezun sayısını artırmaya dayalı politikalar yerine, iş gücü planlamasının hizmet gereksinimleri, coğrafi dağılım ve mevcut personelin etkin kullanımıyla birlikte ele alınması gerekmektedir. Daha önce yapılan küresel değerlendirmeler de ebe sayısının artırılmasının gerekli ancak tek başına yeterli olmadığını, ebe mevcudiyeti ile ebelerin çalışmasını mümkün kılan destekleyici ortamın birlikte güçlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır (Nove et al., 2024).

Bu çerçevede çalışma ortamının niteliği, sağlık sistemindeki toplam ebe sayısı kadar önem kazanmaktadır. Ebelerin yetkinliklerini tam olarak kullanabilmeleri; güvenli çalışma koşulları, yeterli personel ve altyapı,

kurumsal destek, açık mesleki roller ve özerk uygulamayı destekleyen politikalarla ilişkilidir (Nove et al., 2024). Ebelik bakım modellerinin uygulanmasına ilişkin güncel sistematik kanıtlar da yetersiz yatırımın yalnızca personel sayısını değil, liderlik, eğitim ve çalışma koşullarını da etkilediğini göstermektedir (Gonçalves et al., 2025). Bu nedenle ebe açığının yalnızca “daha fazla ebe yetiştirme” yaklaşımıyla ele alınması, mevcut ebelerin etkin çalışmasını engelleyen kurumsal ve yapısal sorunlar devam ettiği sürece sınırlı bir çözüm sağlayacaktır.

Ebelik liderliği, söz konusu yapısal dönüşümün politika ve kurum düzeyinde sürdürülebilmesi açısından önem taşımaktadır. Ebe liderlerin sağlık politikalarının oluşturulmasına, hizmet ve iş gücü planlamasına, eğitim politikalarına ve modelin izleme-değerlendirme süreçlerine katılması, ebelik perspektifinin karar mekanizmalarına taşınmasını sağlayabilir. Dünya Sağlık Örgütü, sağlık yönetimi içerisinde üst düzey ebelik liderliği pozisyonlarının ve ebelerin yönetim süreçlerindeki temsilinin güçlendirilmesini, ebelik bakım modellerine geçişin ileri aşamalarının göstergeleri arasında değerlendirmektedir (WHO, 2025). Ayrıca yetersiz liderlik yatırımı uygulamanın önündeki yapısal engellerden biri olarak bildirilmekte; güçlü ebelik liderliği ise politika, düzenleme ve hizmet sunumundaki değişimin destekleyicilerinden biri olarak öne çıkmaktadır (Gonçalves et al., 2025; Le Lez et al., 2026).

Ebelik bakım modellerine geçişin yalnızca sağlık profesyonelleri ve yöneticiler tarafından şekillendirilmesi de yeterli değildir. Kadınların, ailelerin ve toplumların modelin tasarımına, yönetimine ve değerlendirilmesine katılımı, hizmetlerin yerel gereksinim ve tercihlere yanıt verebilmesini desteklemektedir (WHO, 2025). Özellikle düşük ve orta gelirli ülkelerdeki uygulama deneyimlerini inceleyen kanıtların da kadın ve toplum katılımını geçiş sürecinin önemli bileşenleri arasında değerlendirdiği görülmektedir (Sangy et al., 2023). Dünya Sağlık Örgütü, kadınların ve toplumların güçlendirilmesinin modelin kabulünü artırabileceğini; özellikle kırılgan ve dezavantajlı grupların karar süreçlerine dâhil edilmesinin eşitlik açısından önem taşıdığını vurgulamaktadır. Bu katılımın tek seferlik danışma süreçleriyle sınırlı kalmaması; yönetim, geri bildirim, sosyal hesap verebilirlik ve sürekli kalite geliştirme mekanizmalarına yerleştirilmesi önerilmektedir (WHO, 2025).

Ebelik bakım modellerinin yaygınlaştırılmasında uygulamanın aşamalı biçimde planlanması da önemlidir. Sağlık sisteminin mevcut durumunun değerlendirilmesi, yerel ve küresel kanıtların incelenmesi, modele özgü bakım yolları ile sevk ve iş birliği mekanizmalarının tanımlanması ve finansmanın planlanmasının ardından modelin belirli bölgelerde veya kuruluşlarda pilot olarak uygulanması önerilmektedir (WHO, 2025). Pilot uygulamalardan elde edilen deneyimlerin değerlendirilmesi ve modelin bu bulgular doğrultusunda geliştirilmesi, daha geniş ölçekli uygulamalara geçiş için temel oluşturmaktadır. Bu yaklaşım, bir ülkede etkili olan modelin başka bir sağlık sistemine değişiklik yapılmadan aktarılması yerine, uygulamanın bağlama göre uyarlanması gerektiğini destekleyen güncel sistematik kanıtlarla da uyumludur (Sangy et al., 2023; Gonçalves et al., 2025).

Dolayısıyla ebelik bakım modellerine geçiş yalnızca klinik düzeyde yapılacak bir hizmet organizasyonu değişikliği olarak değerlendirilmemelidir. Ebe sayısının artırılması gerekli olmakla birlikte, bu iş gücünün sağlık sonuçlarına etkili biçimde yansıyabilmesi için destekleyici çalışma ortamlarının ve uygun mesleki uygulama koşullarının da oluşturulması gerekmektedir (Nove et al., 2024). Mesleki özerklik ve düzenleyici çerçeveler, nitelikli eğitim, gereksinime dayalı iş gücü planlaması, meslekler arası iş birliği, liderlik, sürdürülebilir finansman ve kadın-toplum katılımı ise bu dönüşümün birbiriyle bağlantılı bileşenleridir (Gonçalves et al., 2025; WHO, 2025). Bu nedenle 2030’a doğru küresel ebe açığının azaltılması ile ebelik bakım modellerine geçiş, birbirinden bağımsız iki politika hedefi olarak değil, aynı sağlık sistemi dönüşümünün birbirini tamamlayan bileşenleri olarak ele alınmalıdır.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu derlemede ele alınan güncel kanıtlar, 2030’a doğru küresel ebe iş gücü açığının yalnızca sayısal bir sağlık insan gücü sorunu olarak değerlendirilmesinin yetersiz olduğunu göstermektedir. Küresel ebe açığının hâlen yüz binlerle ifade edilmesi ve mevcut eğilimlerin sürmesi durumunda 2030 yılına kadar ancak sınırlı bir azalma

beklenmesi, iş gücü kapasitesinin güçlendirilmesine yönelik yatırımların devam etmesi gerektiğini ortaya koymaktadır (Boyce et al., 2026). Bununla birlikte iş gücü açığının özellikle bakım gereksiniminin yüksek olduğu bölgelerde yoğunlaşması, sorunun yalnızca toplam ebe sayısı ile değil, iş gücünün coğrafi dağılımı ve hizmetlere erişimdeki eşitsizliklerle birlikte ele alınmasını gerekli kılmaktadır (United Nations Population Fund et al., 2021; Boyce et al., 2026). Bu durum, küresel hedeflere ulaşmada “daha fazla ebe” gereksinimi ile “mevcut ebelerin etkili biçimde kullanılabilmesi” gereksiniminin birbirinden ayrılmaması gerektiğine işaret etmektedir.

Ebe iş gücünün sağlık sonuçlarına etkisi, yalnızca personelin sağlık sisteminde bulunmasına değil, hangi bakım modeli içerisinde ve ne ölçüde mesleki yetkinliklerini kullanarak çalışabildiğine de bağlıdır. Ebelerin nitelikli eğitim alması, gereksinime göre istihdam edilmesi, mesleki uygulama kapsamı içerisinde çalışabilmesi ve destekleyici çalışma ortamlarına sahip olması, iş gücü yatırımlarının gerçek bakım kapasitesine dönüşmesinde temel öneme sahiptir (WHO, 2021; Nove, ten Hoope-Bender, et al., 2021). Bu nedenle ebelik bakım modellerine geçiş, ebe açığının çözümünden ayrı bir politika gündemi olarak değil, mevcut ve gelecekteki ebe iş gücünün sağlık sistemi içerisinde daha etkili kullanılmasını sağlayan tamamlayıcı bir strateji olarak değerlendirilmelidir (WHO, 2024).

Klinik kanıtlar bu yaklaşımı desteklemekle birlikte, ebelik bakım modellerinin etkilerinin sonuç türlerine göre farklılık gösterdiği dikkate alınmalıdır. Bakım sürekliliğine dayalı modellerin spontan vajinal doğumun desteklenmesi, sezaryen ve operatif vajinal doğum gibi bazı obstetrik girişimlerin azaltılması ve kadınların bakım deneyimlerinin geliştirilmesi açısından yarar sağladığına ilişkin kanıtlar görece güçlüdür (Sandall et al., 2024). Düşük ve orta gelirli ülkelerden elde edilen bulguların da vajinal doğum, acil sezaryen, epizyotomi ve bazı maternal ve neonatal sonuçlar açısından benzer yönde olması, ebelik liderliğindeki bakımın yalnızca yüksek gelirli sağlık sistemleriyle sınırlı bir yaklaşım olmadığını düşündürmektedir (Fikre et al., 2023). Bununla birlikte preterm doğum, fetal kayıp ve neonatal ölüm gibi bazı sonuçlarda kanıtların belirsiz veya düşük kesinlikte olması, modelin bütün maternal ve neonatal sonuçlarda üstün olduğu biçiminde genelleyici bir değerlendirme yapılmasını engellemektedir (Sandall et al., 2024). Dolayısıyla ebelik bakım modellerinin yaygınlaştırılması güçlü bulunan yararlar temelinde desteklenirken, kanıtın daha sınırlı olduğu sonuçlar açısından araştırmaların sürdürülmesi gerekmektedir.

Ebelik bakım modellerinin sağlık sistemi açısından taşıdığı değerin yalnızca klinik sonuçlarla değerlendirilmesi de yeterli değildir. Mevcut ekonomik değerlendirmeler, ebe liderliğindeki bakımın maliyet-etkili veya maliyet tasarrufu sağlayıcı olabileceğine işaret etmekle birlikte, ekonomik kanıt tabanının klinik etkililik kanıtları kadar güçlü olmadığı görülmektedir (Martin et al., 2023). Daha güncel değerlendirmelerde ekonomik açıdan olumlu sonuç bildiren çalışmaların sayısı artmış olsa da çalışmaların büyük bölümünün yüksek gelirli ülkelerde yürütülmesi ve değerlendirme yöntemleri arasındaki farklılıklar, sonuçların tüm sağlık sistemlerine doğrudan genellenmesini sınırlandırmaktadır (Calvert et al., 2025). Bu nedenle ebelik bakım modellerinin ekonomik açıdan her koşulda maliyet tasarrufu sağladığını ileri sürmek yerine, klinik yararlarının yanında ekonomik açıdan da umut verici bir potansiyel taşıdığı, ancak özellikle ebe açığının yüksek olduğu düşük kaynaklı ülkelerde bağlama özgü ekonomik değerlendirmelere gereksinim bulunduğu kabul edilmelidir.

Modelin etkililiğine ilişkin kanıt bulunması, uygulamanın kendiliğinden başarılı olacağı anlamına gelmemektedir. Düşük ve orta gelirli ülkelerde ebelik liderliğindeki bakımın uygulanmasına ilişkin kanıtlar; politika ve finansman eksiklikleri, eğitim ve insan gücü sorunları, yetersiz altyapı ve meslekler arası iş birliğindeki güçlüklerin model geçişini sınırlandırabildiğini göstermektedir (Sangy et al., 2023). Benzer biçimde farklı sağlık sistemi bağlamlarında yapılan güncel değerlendirmeler, mesleki rollerin belirsizliği, güç ilişkileri, liderlik, ekipler arası güven ve örgütsel değişime hazır olma düzeyinin bakım sürekliliği modellerinin uygulanmasını etkilediğini ortaya koymaktadır (Simmelink et al., 2025). Yasal ve düzenleyici yapıların, kurumsal politikaların, finansal olanakların, altyapının ve paydaşlar arasındaki ilişkilerin uygulama sürecini kolaylaştırabilmesi veya

engelleyebilmesi de modelin yalnızca klinik düzeyde değil, bütün sağlık sistemi içerisinde ele alınması gerektiğini göstermektedir (Gonçalves et al., 2025).

Bu bulguların birlikte değerlendirilmesi, başarılı bir geçiş için ebe sayısı, bakım modeli ve destekleyici sağlık sistemi ortamı arasında karşılıklı bir bağımlılık bulunduğunu düşündürmektedir. Yeterli sayıda ebe olmadan bakım sürekliliğini sağlayacak modellerin ölçeklendirilmesi güçleşirken, ebelerin mesleki uygulama kapsamalarının sınırlandığı veya kurumsal olarak desteklenmediği bir sistemde yalnızca personel sayısının artırılması da beklenen sağlık kazanımlarını sağlamayabilir. Dünya Sağlık Örgütü'nün ebelik bakım modellerine geçiş yaklaşımı bu nedenle mesleki özerklik, bakım sürekliliği, etkili konsültasyon ve sevk mekanizmaları ile meslekler arası iş birliğinin birlikte yapılandırılmasını öngörmektedir (WHO, 2024). Küresel politika yaklaşımının yatırım ve politika geliştirme, nitelikli eğitim, istihdam ve elde tutma ile ebelik liderliğinin güçlendirilmesini birlikte ele alması da aynı bütüncül yaklaşımı desteklemektedir (United Nations Population Fund et al., 2025).

Bu bütüncül yaklaşım özellikle küresel eşitsizlikler açısından önem taşımaktadır. Ebe açığının en fazla olduğu bölgelerin aynı zamanda sağlık hizmetlerine erişim ve maternal-yenidoğan sağlığı göstergeleri açısından daha kırılgan olması, gelecekteki yatırımların yalnızca küresel iş gücü toplamalarını iyileştirmeyi hedeflememesi gerektiğini göstermektedir (Boyce et al., 2026). Bununla birlikte düşük ve orta gelirli ülkelerden gelen klinik kanıtların ve uygulama çalışmalarının yüksek gelirli ülkelere kıyasla daha sınırlı olması, ebelik bakım modellerinin en fazla gereksinim duyulan ortamlarda nasıl uygulanacağına ilişkin önemli bir bilgi boşluğuna işaret etmektedir (Fikre et al., 2023; Sangy et al., 2023). Bu nedenle bir sağlık sisteminde başarılı olan bakım modelinin başka bir ülkeye değişiklik yapılmadan aktarılması yerine, yerel iş gücü kapasitesi, finansman yapısı, mesleki düzenlemeler, hizmet organizasyonu ve toplum gereksinimleri doğrultusunda uyarlanması daha uygun olacaktır.

2030 hedeflerine yaklaşırken öncelik, ebe iş gücünün yalnızca sayısal olarak büyütülmesi değil, nitelikli, erişilebilir, sürdürülebilir ve etkin bir ebelik iş gücünün oluşturulması olmalıdır. İş gücü planlaması ülkelerin ve bölgelerin gerçek bakım gereksinimlerine dayandırılmalı; eğitim kapasitesindeki artış mezunların istihdamı ve meslekte tutulmasına yönelik politikalarla eş zamanlı yürütülmelidir. Ebelerin eğitim ve yetkinlikleriyle uyumlu uygulama kapsamlarında çalışabilmeleri için düzenleyici engeller gözden geçirilmeli, mesleki özerklik güçlendirilmeli ve güvenli konsültasyon ve sevk mekanizmaları içerisinde meslekler arası iş birliği desteklenmelidir.

Ebelik bakım modellerinin yaygınlaştırılmasında tek aşamalı ve standart bir uygulama yerine, sağlık sisteminin mevcut kapasitesinin değerlendirilmesine dayanan aşamalı ve bağlama özgü bir geçiş benimsenmelidir. Uygulamalar başlangıçta uygun hizmet alanlarında yapılandırılmalı; maternal ve neonatal sonuçların yanı sıra kadın deneyimi, sağlık çalışanı sonuçları, maliyetler, hizmete erişim ve eşitlik göstergeleri izlenmelidir. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda model geliştirilerek ölçeklendirilmelidir. Finansman kararlarında yalnızca başlangıç maliyetleri değil, uzun dönemli sağlık sonuçları, önlenilecek müdahaleler, iş gücü sürdürülebilirliği ve sağlık kaynaklarının kullanımı birlikte değerlendirilmelidir.

Aynı zamanda ebelik liderliğinin politika ve sağlık sistemi kararlarında güçlendirilmesi, kadınların ve toplumların hizmet tasarımına katılımının sağlanması ve ebe iş gücüne ilişkin güncel, ayrıştırılmış ve karşılaştırılabilir verilerin geliştirilmesi önem taşımaktadır. Bu bileşenler, hem iş gücü açığının gerçek boyutunun daha doğru belirlenmesini hem de ebelik bakım modellerinin sağlık sistemleri üzerindeki etkilerinin daha güvenilir biçimde izlenmesini sağlayacaktır.

2030'a doğru küresel ebe açığının azaltılması ile ebelik bakım modellerine geçiş, birbirinden bağımsız hedefler değildir. Yeterli sayıda ebenin yetiştirilmesi ve istihdam edilmesi, ancak bu ebelerin yetkinliklerini kullanabilecekleri, özerkliklerinin desteklediği, bakım sürekliliğinin sağlandığı ve sağlık sisteminin gerekli

finansal, düzenleyici ve kurumsal koşulları sunduğu bir yapı içerisinde gerçek sağlık kazanımlarına dönüşebilir. Bu nedenle geleceğe yönelik temel politika yönelimi, yalnızca “daha fazla ebe” değil, “doğru yerde, uygun koşullarda ve etkili ebeler bakım modelleri içerisinde çalışan daha güçlü bir ebe iş gücü” oluşturmak olmalıdır.

KAYNAKLAR

Boyce, M. R., Nove, A., Drandić, D., White, J., Dunkley-Bent, J., & af Ugglas, A. (2026). A critical crisis persists: Updated estimate of global midwife shortage requires urgent action. *Women and Birth*, 39, 102161. <https://doi.org/10.1016/j.wombi.2026.102161>

Calvert, B., Homer, C. S. E., Bar-Zeev, S., Ferguson, A., & Scarf, V. (2025). A scoping review mapping economic evaluations of midwifery service provision and the midwifery workforce. *Applied Health Economics and Health Policy*, 23, 823–840. <https://doi.org/10.1007/s40258-025-00962-z>

Fikre, R., Gubbels, J., Teklesilasie, W., & Gerards, S. (2023). Effectiveness of midwifery-led care on pregnancy outcomes in low- and middle-income countries: A systematic review and meta-analysis. *BMC Pregnancy and Childbirth*, 23, 386. <https://doi.org/10.1186/s12884-023-05664-9>

Gonçalves, A. S., Pestana-Santos, M., McCourt, C., & Prata, A. P. (2025). Barriers and facilitators to the implementation of a midwifery-led care model: A qualitative systematic review. *Midwifery*, 148, 104514. <https://doi.org/10.1016/j.midw.2025.104514>

Le Lez, J., af Ugglas, A., & Bogren, M. (2026). Transitioning to midwifery models of care: An evidence-based imperative for sexual and reproductive health. *Sexual & Reproductive Healthcare*, 47, 101184. <https://doi.org/10.1016/j.srhc.2026.101184>

Martin, E., Ayoub, B., & Miller, Y. D. (2023). A systematic review of the cost-effectiveness of maternity models of care. *BMC Pregnancy and Childbirth*, 23, 859. <https://doi.org/10.1186/s12884-023-06180-6>

Nove, A., Boyce, M., Neal, S., Homer, C. S. E., Lavender, T., Matthews, Z., & Downe, S. (2024). Increasing the number of midwives is necessary but not sufficient: Using global data to support the case for investment in both midwife availability and the enabling work environment in low- and middle-income countries. *Human Resources for Health*, 22, 54. <https://doi.org/10.1186/s12960-024-00925-w>

Nove, A., Friberg, I. K., de Bernis, L., McConville, F., Moran, A. C., Najjemba, M., ten Hoope-Bender, P., Tracy, S., & Homer, C. S. E. (2021). Potential impact of midwives in preventing and reducing maternal and neonatal mortality and stillbirths: A Lives Saved Tool modelling study. *The Lancet Global Health*, 9(1), e24–e32. [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(20\)30397-1](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(20)30397-1)

Nove, A., ten Hoope-Bender, P., Boyce, M., Bar-Zeev, S., de Bernis, L., Lal, G., Matthews, Z., Mekuria, M., & Homer, C. S. E. (2021). The State of the World's Midwifery 2021 report: Findings to drive global policy and practice. *Human Resources for Health*, 19, 146. <https://doi.org/10.1186/s12960-021-00694-w>

Sandall, J., Fernandez Turienzo, C., Devane, D., Soltani, H., Gillespie, P., Gates, S., Jones, L. V., Shennan, A. H., & Rayment-Jones, H. (2024). Midwife continuity of care models versus other models of care for childbearing women. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2024(4), CD004667. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD004667.pub6>

Sangy, M. T., Duaso, M., Feeley, C., & Walker, S. (2023). Barriers and facilitators to the implementation of midwife-led care for childbearing women in low- and middle-income countries: A mixed-methods systematic review. *Midwifery*, 122, 103696. <https://doi.org/10.1016/j.midw.2023.103696>

Simmelink, R., Neppelenbroek, E., Pouwels, A., van der Lee, N., Pajkrt, E., Ziesemer, K. A., Harmsen van der Vliet-Torij, H. W., Verhoeven, C. J. M., de Jonge, A., & Nieuwenhuijze, M. (2025). Understanding how midwife-

led continuity of care can be implemented and under what circumstances: A realist review. *BMJ Open*, 15(2), e091968. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2024-091968>

United Nations Population Fund. (2026). *Investment case framework for scaling up care provided by midwives*. <https://www.unfpa.org/publications/investment-case-framework-scaling-care-provided-midwives>

United Nations Population Fund, World Health Organization, & International Confederation of Midwives. (2021). *The State of the World's Midwifery 2021: Building a health workforce to meet the needs of women, newborns and adolescents everywhere*. United Nations Population Fund. <https://www.unfpa.org/publications/sowmy-2021>

United Nations Population Fund, World Health Organization, United Nations Children's Fund, International Confederation of Midwives, & Jhpiego. (2025). *The Midwifery Accelerator: Expanding quality care for women and newborns*. United Nations Population Fund. <https://www.unfpa.org/publications/midwifery-accelerator-expanding-health-care-women-and-newborn>

World Health Organization. (2021). *Global strategic directions for nursing and midwifery 2021–2025*. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240033863>

World Health Organization. (2024). *Transitioning to midwifery models of care: Global position paper*. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240098268>

World Health Organization. (2025). *Implementation guidance on transitioning to midwifery models of care*. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240110199>

ÇOCUKLUK ÇAĞI KANSERLERİ VE SAĞLIK EŞİTSİZLİĞİNE BİR ÖRNEK: CANIM KARDEŞİM**Uzman Dr., Feyza Nur ÖZBAHAR****T.C. Sağlık Bakanlığı Kadirli İlçe Sağlık Müdürlüğü, Osmaniye, Türkiye. Aile Hekimliği,
feyzanurozbahar@gmail.com, ORCID iD:0000-0002-7256-2825****Özet**

Bu çalışmanın amacı, Canım Kardeşim (1973) filmini çocukluk çağı kanserleri kapsamında inceleyerek, sağlık eşitsizliklerinin hastalık tanısı, tedaviye erişim ve bakım süreçleri üzerindeki etkisini belirlemektir. Bu çalışma, niteliksel ve betimleyici bir narratif analiz olarak tasarlandı. Canım Kardeşim filmi Tarık Akan, Halit Akçatepe ve Kahraman Kral'ın başrollerinde yer aldığı Türk sinemasında kült filmlerden biridir. Bu filmde hasta çocuk Kahraman karakteri ile canlandırılır. Hasta çocuğun klinik sunumu, aile içi bakım düzeni, sağlık hizmeti arayışı ve hekim-hastane temsilleri açısından analiz edildi. Analiz verileri çocukluk çağı kanserleri literatürüyle karşılaştırıldı. Filmde Kahraman'ın sağlık sistemiyle teması geç ve süresizdir. Öğretmenin abiyi uyarısı sonrası Kahraman kaşıntı ve vücutta lekelenme şikayetiyle önce dermatoloji polikliniğine sonrasında iç hastalıkları polikliniğine başvurmuş ve Lösemi (kan kanseri) tanısı almıştır. Burada Kahraman'ın 2-3 aylık ömrü kaldığı belirtilmiştir. Çocukluk çağı kanserlerinde erken tanının sağkalım üzerinde belirleyici olduğu bilinmektedir. Düşük sosyoekonomik gruplarda tanı gecikmesi daha sık görülmekte, bu durum hastalık prognozunu olumsuz etkilemektedir. Filmde yoksulluk ve aile yapısının parçalı olması, sağlık hizmetine erişimin önündeki en önemli engel olarak sunulmaktadır. Hastane ve tedavi süreçleri maddi yüklerle çevrilidir ve aile bu yükü karşılayabilecek sosyal güvenceden yoksundur. Bu bulgu, düşük ve orta gelirli ülkelerde çocukluk çağı kanserlerinin tanı ve tedavisinde görülen eşitsizliklerle örtüşmektedir. Filmde hasta çocuğun bakım sorumluluğu, ağabeyine yüklenmiştir. Bu durum, aile içi rol değişimleri, bakım veren yükü ve psikososyal stresle sonuçlanmaktadır. Çocuğun film boyunca dile getirdiği “televizyon” isteği, biyomedikal tedavinin ötesinde yaşam kalitesine yönelik bir palyatif bakım ihtiyacını temsil etmektedir. Palyatif bakımın çocukluk çağı kanserlerinde tanı anından itibaren bütüncül bakımın bir parçası olması gerekmektedir. Canım Kardeşim, çocukluk çağı kanserlerini bireysel bir trajedi olarak değil, sağlık eşitsizlikleri ve sosyal belirleyicilerle şekillenen yapısal bir sorun olarak ele alan güçlü bir kültürel anlatıdır. Sosyoekonomik dezavantaj, tanı gecikmesi ve tedaviye erişim sorunlarının başlıca nedenidir. Aile hekimliği pratiğinde hasta çocuk, ailesi ve sosyal çevresiyle birlikte değerlendirilmelidir.

Anahtar Kelimeler: Lösemi, Çocukluk çağı kanserleri, Canım kardeşim

CHILDHOOD CANCERS AND AN EXAMPLE OF HEALTH INEQUALITY: MY DEAR BROTHER**MD, Feyza Nur ÖZBAHAR****Republic of Turkey Ministry of Health, Kadirli District Health Directorate, Osmaniye, Türkiye. Family
Medicine, feyzanurozbahar@gmail.com, ORCID iD: 0000-0002-7256-2825****Abstract**

The aim of this study is to examine the film *My Dear Brother* (1973) within the context of childhood cancers and to determine the impact of health inequalities on disease diagnosis, access to treatment, and care processes. This study was designed as a qualitative and descriptive narrative analysis. *My Dear Brother*, starring Tarık Akan, Halit Akçatepe, and Kahraman Kral, is a cult film in Turkish cinema. In this film, the sick child is portrayed by the character Kahraman. The clinical presentation of the sick child was analyzed in terms of the family care arrangement, the search for health services, and the representations of physicians and hospitals. The analysis data was compared with the literature on childhood cancers. In the film, Kahraman's contact with the health system is late and discontinuous. After the teacher's warning to his older brother, Kahraman, complaining of itching and skin discoloration, first applied to the dermatology clinic and then to the internal medicine clinic, where he was diagnosed with Leukemia (blood cancer). It was stated that Kahraman had 2-3 months to live. It is known that early diagnosis is crucial for survival in childhood cancers. Diagnosis delays are more common in low socioeconomic groups, negatively impacting disease prognosis. The film portrays poverty and fragmented family structures as the most significant obstacles to accessing healthcare. Hospital and treatment processes are burdensome, and families lack the social security to cover this burden. This finding aligns with the inequalities seen in the diagnosis and treatment of childhood cancers in low- and middle-income countries. In the film, the responsibility for caring for the sick child falls on the older sibling. This results in role reversals within the family, caregiver burden, and psychosocial stress. The child's repeated request for a "television" represents a need for palliative care aimed at improving quality of life, beyond biomedical treatment. Palliative care should be an integral part of holistic care from the moment of diagnosis in childhood cancers. "*My Dear Brother*" is a powerful cultural narrative that addresses childhood cancers not as an individual tragedy, but as a structural problem shaped by health inequalities and social determinants. Socioeconomic disadvantage is a major cause of diagnosis delays and problems accessing treatment. In family medicine practice, the sick child should be evaluated together with their family and social environment.

Keywords: Leukemia, Childhood cancers, My dear brother

İSTANBUL'UN AYDINLANMASINDA GAZHANELER

Doç.Dr. Çetin AYKURT

Yozgat Bozok Üniversitesi,Fen-Edebiyat Fakültesi,Tarih Bölümü

dr.cetinaykurt@gmail.com ORCID: 0000-0001-5467-8659

Özet

Gazhane 1853 tarihinde Dolmabahçe Sarayı'nı aydınlatmak gayesiyle sarayın arkasındaki alanda kurulmuştur. Gazhane 1960'lı yılların başında İnönü Stadyumu'nun genişletilmesi esnasında yıkılmıştır. Hazine-i Hassa'ya bağlı Dolmabahçe Gazhanesi'ndeki üretim fazlasının 1855 tarihinde şehremanetinin katkısıyla İstanbul'un aydınlatılmasında kullanılması sağlanmıştır. Dolmabahçe Gazhanesi'nden aydınlatılan İstiklal Caddesi İstanbul'da düzenli olarak aydınlatılan ilk cadde olma özelliğini taşımaktadır. XIX. yüzyılın ikinci yarısında İstanbul'un Beyoğlu kesimlerinde modern kentsel konusunda artan talep kısa sürede şehre hizmet edecek yeni bir gazhanenin kurulmasını zorunlu kılmıştı. Hazine-i Hassa tarafından işletilen Dolmabahçe Gazhanesi 1874 tarihinde şehremanetine bırakılmıştır. 1880 tarihinde Fransızlar tarafından Yedikule Gazhanesi kurulmuştur. Şehremanetini tarafından ihale usulüyle Fransızlara yaptırılan Yedikule Gazhanesi deniz kenarında kurulmuştur. 1880 tarihinden itibaren şehremanetince işletilen gazhanenin işletme imtiyazı 19 Eylül 1887 tarihinde kırk yıl süreyle Hasan Tahsin adında bir tüccara devredilmiştir. Hasan Tahsin, 1888 tarihinde imtiyazı kendisinin de ortakları arasında bulunduğu *İstanbul Şehri Tenvir Şirketi*'ne devretti. Tüketime artması neticesinde 1914 tarihinde imtiyaz elli yıl için Fransızlara verildi. Bu esnada Anadolu yakasında ortaya çıkan gaz talebini karşılamak üzere Kadıköy Kurbağalıdere'de gazhane açılmıştır. Kadıköy, Üsküdar ve Anadolu yakası gazhane imtiyazı da 1 Ağustos 1891 tarihinde elli yıl için Parisli bir sanayici olan mühendis Charles George'a verilmiştir. Kadıköy, Üsküdar ve Anadolu Yakası Gazhane Şirketi 1926 tarihinde Yedikule Gazhanesi'ni satın almıştır. Yıllar içinde gaz üretimi artmıştır. Çevre sağlığı açısından sakınca yaratan gazhaneler üretimlerine 13 Haziran 1993 tarihinde son vermişlerdir. Gazhaneler Fransız teknolojisiyle kurulmuş olmalarına karşın zaman içinde İngiliz ve Alman teknolojilerini de bünyelerinde toplamışlardır.

Anahtar kelimeler: Dolmabahçe Gazhanesi, Yedikule Gazhanesi, İstanbul.

GASWORKS IN THE LIGHTING OF İSTANBUL**Assoc. Prof.Dr. Çetin AYKURT****Yozgat Bozok University, Faculty of Arts and Science, History Department****dr.cetinaykurt@gmail.com ORCID: 0000-0001-5467-8659****Abstract**

In 1855, with the support of the municipal authorities, the surplus gas produced at the Dolmabahçe Gasworks – which was under the jurisdiction of the Hazine-i Hassa – was utilised to provide lighting for the city. İstiklal Street, which was lit by the Dolmabahçe Gasworks, holds the distinction of being the first street in İstanbul to be regularly illuminated. In the second half of the 19th century, growing demand for modern urban amenities in the Beyoğlu district of İstanbul soon made it necessary to establish a new gasworks to serve the city. The Dolmabahçe Gasworks, operated by the Hazine-i Hassa, was transferred to the city council in 1874. In 1880, the Yedikule Gasworks was established by the French. The Yedikule Gasworks, commissioned by the City Council through a tender process and built by the French, was situated on the seafront. The operating concession for the gasworks, which had been run by the city council since 1880, was transferred on 19 September 1887 to a merchant named Hasan Tahsin for a period of forty years. In 1888, Hasan Tahsin transferred the concession to the İstanbul City Lighting Company, of which he was also a partner. As a result of rising consumption, the concession was granted to the French for a period of fifty years in 1914. Meanwhile, a gasworks was opened in Kurbağalıdere, Kadıköy, to meet the demand for gas emerging on the Anatolian side of the Bosphorus. The gasworks concession for Kadıköy, Üsküdar and the Anatolian side was also granted on 1 August 1891 for a period of fifty years to Charles George, an engineer and industrialist from Paris. The Kadıköy, Üsküdar and Anatolian Side Gasworks Company purchased the Yedikule Gasworks in 1926. Over the years, gas production increased. Due to environmental health concerns, the gasworks ceased production on 13 June 1993. Although the gasworks were originally built using French technology, over time they have also incorporated British and German technologies.

Keywords: Dolmabahçe Gasworks, Yedikule Gasworks, İstanbul.

MEHMED SÜREYYA BEY'İN OSMANLI TARİHÇİLİĞİNE KATKILARI**Doç.Dr. Çetin AYKURT****Yozgat Bozok Üniversitesi,Fen-Edebiyat Fakültesi,Tarih Bölümü****dr.cetinaykurt@gmail.com ORCID: 0000-0001-5467-8659****Özet**

Mehmed Süreyya Bey 1845 tarihinde İstanbul'da doğmuştur. Darü'l Maarif Rüşdiyesi'ni bitirmiştir. Özel ders olarak Arapça, Farsça ve Fransızca öğrenmiştir. 1863 tarihinde Bâbiâli Tercüme Odası'nda çalışmıştır. Bir süre Ceride-i Havadis gazetesinde görev yapmıştır. 1886 tarihinde Meclis-i Maarif üyeliğine atanmıştır. Bu görevi 1907 tarihine kadar devam ettirmiştir. Mehmed Süreyya Bey İslam kültüründe önemli bir yeri olan “teracim-i ahval” (biyografi) alanında çalışmalar yapmıştır. Sicill-i Osmanî olarak anılan tam adı Sicill-i Osmanî Yahut Tezkire-i Meşahir-i Osmaniye olan bu eser dört cilttir. Bu eserinde Mehmed Süreyya Bey Osmanlı döneminde yetişmiş her alandan 20.000'e yakın kişinin biyografisini ele almıştır. Osmanlı hanedanının bütün fertlerinin biyografyaları vardır. Sonra tanınmış olan erkek ve kadınların alfabetik sıraya göre biyografyalarını yazmıştır. Mehmed Süreyya Bey, eserini yazma ve basma kaynakların dışında, İstanbul'daki mezarlıkları dolaşarak mezar taşlarındaki biyografik bilgilerden istifade ederek hazırlamıştır. Mehmed Süreyya Bey bu eseri basıldıktan sonra da çalışmalarını sürdürmüştür. Ancak 1916 tarihindeki Cihangir yangınında yazdığı eserler yok olmuştur. Ayrıca 1831-1875 dönemindeki Osmanlı Devleti'ndeki resmi atamaları ve azilleri kapsayan “Nuhbetü'l Vekayi” adlı eserinde de 1852 tarihine kadar gelen birinci cildi basılmıştır. Bunların dışında 1808-1861 arası Osmanlı tarihine ilişkin dokuz ciltlik ile “Mir'at-ı Tarih-i İslam” adlı dört ya da on ciltlik çalışması ve altı-yedi ciltlik sözlüğü kaynaklarda yazılıdır. Bunların akabedi bilinmemektedir. Abdurrahman Şeref Bey'in “Tarih Musâhabeleri” ve Şemseddîn Sâmî Bey'in “Kâmus ül-a'lâm'ın yükseltmek için Mehmed Süreyya Bey'in Sicill-i Osmanî'si aleyhinde ağır hükümler sürmüşlerdir. Mehmed Süreyya Bey 12 Ocak 1909 tarihinde vefat etmiştir.

Anahtar Kelimeler: Mehmed Süreyya Bey, Osmanlı Devleti, Bibliyografya.

MEHMED SÜREYYA BEY'S CONTRIBUTIONS TO OTTOMAN HISTORIOGRAPHY**Assoc. Prof.Dr. Çetin AYKURT****Yozgat Bozok University, Faculty of Arts and Science, History Department****dr.cetinaykurt@gmail.com ORCID: 0000-0001-5467-8659****Abstract**

Mehmed Süreyya Bey was born in Istanbul in 1845. He graduated from the Darü'l Maarif Rüşdiye School. He learnt Arabic, Persian and French through private tuition. In 1863, he worked at the Bâbîâli Translation Office. He worked for a time at the Ceride-i Havadis newspaper. In 1886, he was appointed a member of the Meclis-i Maarif. He continued in this post until 1907. Mehmed Süreyya Bey undertook research in the field of 'teracim-i ahval' (biography), which holds an important place in Islamic culture. This work, known as the Sicill-i Osmanî—whose full title is Sicill-i Osmanî Yahut Tezkire-i Meşahir-i Osmaniye—consists of four volumes. In this work, Mehmed Süreyya Bey has compiled the biographies of nearly 20,000 individuals from all walks of life who lived during the Ottoman period. Biographies of all members of the Ottoman dynasty are included. He then compiled the biographies of prominent men and women in alphabetical order. In addition to the sources used for writing and publishing his work, Mehmed Süreyya Bey prepared the book by visiting cemeteries in Istanbul and drawing on the biographical information found on gravestones. . Mehmed Süreyya Bey continued his work even after this work was published. However, the works he had written were destroyed in the Cihangir fire of 1916. Furthermore, the first volume of his work “Nuhbetü'l Vekayi”, covering official appointments and dismissals in the Ottoman Empire between 1831 and 1875, was published up to the year 1852. In addition to these, the sources mention a nine-volume work on Ottoman history covering the period 1808–1861, a four- or ten-volume work entitle “Mir'at-ı Tarih-i İslam”, and a six- or seven-volume dictionary. Their subsequent fate is unknown. In order to promote Abdurrahman Şeref Bey's “Tarih Musâhabeleri” and Şemseddîn Sâmî Bey's “Kâmus ül-a'lâm”, they levelled severe criticisms against Mehmed Süreyya Bey's “Sicill-i Osmanî”. Mehmed Süreyya Bey passed away on 12 January 1909.

Keywords: Mehmed Süreyya Bey, The Ottoman State, Biography.

PROGRAM OKURYAZARLIĞI ARAŞTIRMALARININ BİBLİYOMETRİK PROFİLİ: MEVCUT DURUM VE GELECEK YÖNELİMLERİ**Doç. Dr. Gökhan KAYIR¹/ Doç. Dr. Ünal DENİZ²**¹ Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Bölümü, 0000-0002-9830-0006.² Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Bölümü, 0000-0001-7447-6050.**Özet**

Eğitim programlarının hedeflerine ulaşması, uygulayıcı konumundaki öğretmenlerin öğretim programını eleştirel bir gözle okuma ve sınıf içi dinamiklere uyarılama becerisine, yani program okuryazarlığına bağlıdır. Son yıllarda öğretmenin teknisyen rolünden program yapıcı rolüne evrilmesiyle bu kavrama olan ilgi artmış olsa da, literatürün kavramsal haritasını makro düzeyde inceleyen çalışmalar sınırlıdır. Bu araştırmanın amacı, program okuryazarlığı alanındaki bilimsel literatürün gelişimini, entelektüel yapısını ve tematik eğilimlerini bibliyometrik analiz yöntemiyle incelemektir. Web of Science ve Scopus veritabanlarından elde edilen (1914-2026 yılları arası) 709 bilimsel doküman, R tabanlı bibliometrix (Biblioshiny) yazılımı kullanılarak analiz edilmiştir. Çalışmada tanımlayıcı istatistikler, yazar/ülke üretkenlik haritaları ve ortak kelime ağ analizleri kullanılmıştır. Bulgular, literatürün %3,69 yıllık büyüme oranıyla özellikle 2017 yılından itibaren ciddi bir ivme kazandığını göstermektedir. İngiltere ve ABD üretimde küresel merkez konumundayken, Türkiye nicel olarak 5. sırada. Sırada yer almasına rağmen, uluslararası işbirliği (MCP) oranının (%8) oldukça düşük olduğu saptanmıştır. Kavramsal ağ analizleri, araştırmaların statik metin incelemelerinden ziyade curriculum making, teachers ve narrative inquiry etrafında şekillendiğini; odağın doğrudan öğretmenin sınıf içi otonomisine kaydığını ortaya koymuştur. Çalışma, gelecekteki araştırmalar için kültürlerarası karşılaştırmalı projelerin önemini ve hizmet öncesi öğretmen yetiştirme programlarının güncellenmesinin gerekliliğini vurgulamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Program okuryazarlığı, eğitim programları, bibliyometrik analiz, bilimsel haritalama, program yapımı.

THE BIBLIOMETRIC PROFILE OF CURRICULUM LITERACY RESEARCH: CURRENT STATUS AND FUTURE DIRECTIONS

Assoc. Prof. Dr. Gökhan KAYIR¹/ Assoc. Prof. Dr. Ünal DENİZ²

¹ Manisa Celal Bayar University, Department of Educational Sciences, 0000-0002-9830-0006.

² Manisa Celal Bayar University, Department of Educational Sciences, 0000-0001-7447-6050.

Abstract

The achievement of curriculum goals depends on teachers' ability, as practitioners, to read the curriculum and adapt it to classroom dynamics critically; that is, on curriculum literacy. Although interest in this concept has grown in recent years as teachers have evolved from a technician role toward a curriculum maker role, studies mapping the conceptual structure of the literature at a macro level remain limited. The purpose of this research is to examine the development, intellectual structure, and thematic trends of the scientific literature on curriculum literacy through bibliometric analysis. A total of 709 scientific documents obtained from the Web of Science and Scopus databases (covering the period 1914–2026) were analyzed using the R-based bibliometrix (Biblioshiny) software. The study employed descriptive statistics, author- and country-productivity mapping, and co-word network analysis. The findings show that the literature has gained considerable momentum, particularly since 2017, with an annual growth rate of 3.69%. While the United Kingdom and the United States are global centers of production, Turkey ranks 5th in output but has a notably low rate of international collaboration (MCP) at 8%. Conceptual network analyses reveal that research is shaped around curriculum making, teachers, and narrative inquiry rather than static textual examination, with the focus shifting directly toward teachers' classroom autonomy/teacher agency. The study underscores the importance of cross-cultural comparative projects for future research and the need to update pre-service teacher education programs.

Keywords: *Curriculum Literacy, Curriculum Making, Teacher Agency, Bibliometric Analysis, Science Mapping.*

INTRODUCTION

At the heart of educational sciences, the curriculum is more than a written, rule-based text; it is a dynamic process that comes to life through teacher-student interaction in the classroom. The success of curricula depends on teachers, as practitioners, being able to accurately interpret the philosophy, underlying objectives, and pedagogical orientations of these texts. This need has paved the way for the emergence of the concept of curriculum literacy in the literature.

Today, as teachers move beyond the role of technical implementers to become curriculum makers, the importance of curriculum literacy has increased globally. The ecological agency model developed by Priestley et al. (2012) explains teachers' position in this transformation through the interaction between their individual beliefs and values and the institutional and cultural context in which they operate. According to this model, teacher agency is not a fixed trait but a dynamic relationship among past experiences, moment-to-moment decision-making processes, and future expectations. Although interest in this field has grown in the literature, particularly over the past decade, research that maps the conceptual framework and current trends of these studies from a macro perspective remains limited. This study aims to fill this gap by examining the current state of the curriculum literacy literature through bibliometric analysis.

1. CONCEPTUAL FRAMEWORK: PROGRAM LITERACY

Curriculum literacy, in its most basic sense, is the ability of educators to critically read, understand, and analyze existing curricula and effectively integrate them into classroom practices (Marek et al., 2024). According to the recent conceptualization by Marek et al. (2024), curriculum literacy also encompasses teachers' capacity to evaluate their own identities, student and community resources, and instructional materials in an integrated manner.

This concept is intertwined with the following sub-dynamics rather than being a static form of knowledge transmission: Curriculum Making: Teachers' adaptation of the central curriculum to the local context and student needs (Priestley et al., 2012). Teacher Agency: Teachers' capacity to act autonomously by taking the initiative in curriculum decisions. Alvunger's (2018) research on teachers implementing a standards-based curriculum shows that this agency can manifest in three distinct domains: individual, collective, and classroom-based interactions. Narrative Inquiry: The interpretation of teachers' personal experiences with the curriculum and their classroom experiences (Clandinin & Connelly, 1999; Connelly & Clandinin, 1990). According to this approach, teachers construct the curriculum not as an abstract document but as a lived experience intertwined with the dimensions of temporality, sociality, and space (Craig, 2011). In conclusion, program literacy is a multidimensional area of competence that positions the teacher not as a passive consumer of the curriculum but as an active producer and designer of it.

2. PURPOSE OF THE STUDY

The primary purpose of this study is to examine the development and conceptual evolution of the concept of "program literacy" in the scientific literature through bibliometric network analysis. The study aims to inform future research by highlighting the paradigm shifts the field has undergone from the past to the present.

RQ1: What are the trends in scientific output and growth of the program literacy literature over the years?

RQ2: Which authors and countries exhibit the highest productivity in the field and stand out in international collaboration networks?

RQ3: Which core publications have led the development of the literature and exerted the greatest influence?

RQ4: What are the main themes that constitute the conceptual framework of program literacy research, and toward which conceptual focuses is research in this field evolving?

3. METHODS

3.1. Research Design

In this study, “bibliometric analysis” and “science mapping” were used to elucidate the development, intellectual structure, and thematic trends of the concept of “program literacy” in the scientific literature. Bibliometric analysis enables the visualization of structural relationships (author, country, journal, and keyword networks) within a specific research field by examining large datasets with statistical and mathematical methods.

3.2. Data Collection Process and Scope

The study’s dataset was obtained from the two primary databases with the highest international impact and coverage in the educational sciences literature (Web of Science – Core Collection and Scopus). Data collection took place in August 2026.

To ensure a comprehensive review of the literature, the search strategy used the title, abstract, and author keywords fields (TS= for WoS, TITLE-ABS-KEY for Scopus). In addition to the core concepts of “curriculum literacy” and “program literacy,” the search string included terms organically linked to these concepts in the literature, such as “curriculum making,” “curriculum design literacy,” and “teacher curriculum agency.” The analysis included research articles, reviews, and conference proceedings, with no language restrictions.

3.3. Data Processing and Merging

Publisher data obtained from two different databases were processed using the bibliometrix package (Aria & Cuccurullo, 2017), which runs in the R programming language environment, to prevent data loss and conflicts. The WoS and Scopus datasets were merged into a single framework using the `mergeDbSources` function, and duplicate records were removed from the system to prevent the same articles from being counted more than once. Following the data cleaning process, a total of 709 unique scientific documents were included in the final analysis.

3.4. Data Analysis

Bibliometric network maps and frequency analyses of the 709 documents were conducted using Biblioshiny, the web-based interface of the bibliometrix package.

- The growth trend of the literature and the productivity rates (SCP and MCP) of authors and countries were examined using descriptive statistics;
- The core journals of the field were identified through source analyses based on Bradford’s Law;
- The conceptual structure and trends of the research field were modeled using Co-word and Thematic Evolution analyses conducted on article titles and abstracts, which most clearly reflect conceptual changes in the literature.

4. RESULTS

4.1. Development of the Literature and Publication Trends (RQ1)

Upon examining the distribution of program literacy research by year, it was determined that 709 scientific documents were published during the specified period (1914–2026). The annual growth rate of the literature was calculated as 3.69%. An analysis of annual publication numbers reveals that research gained momentum particularly starting in 2017 and reached its peak in 2025 (70 publications). This upward trend parallels modern educational paradigms that emphasize a shift in the teacher’s role from implementer to designer within educational systems.

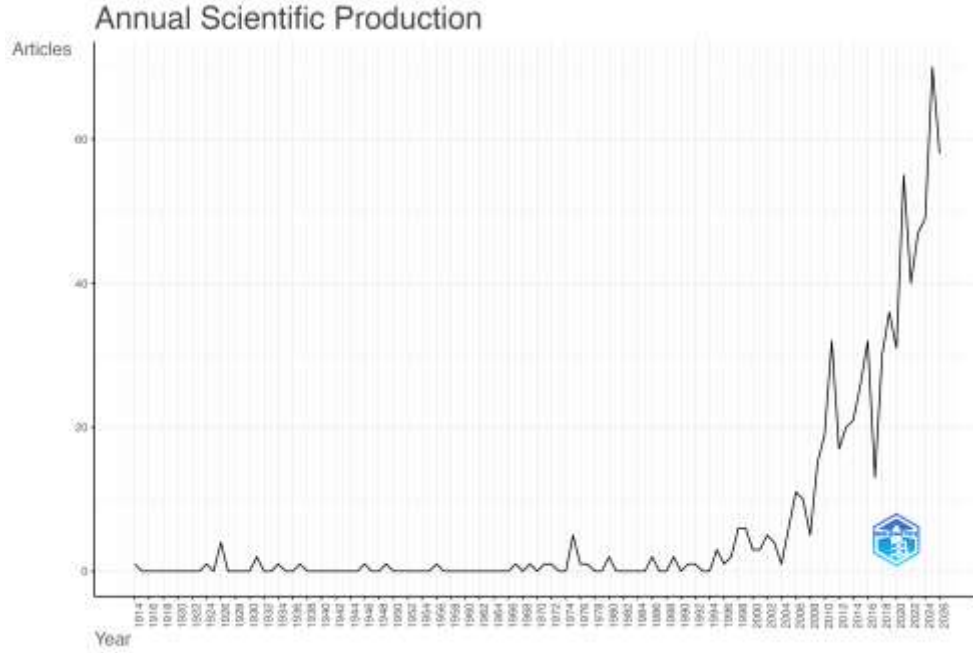


Figure 1. Trends in program literacy research over the years (1914–2026).

4.2. Productivity and Collaboration Networks: Authors and Countries (RQ2)

When examining the key actors who have produced the most publications in the field and shaped the literature, D. Lambert (14 publications) stands out as the most productive author. He is followed, in order, by D. Clandinin (13), C. Craig (13), and M. Priestley (13). These authors' work on curriculum development and teacher agency has defined the theoretical boundaries of the field.

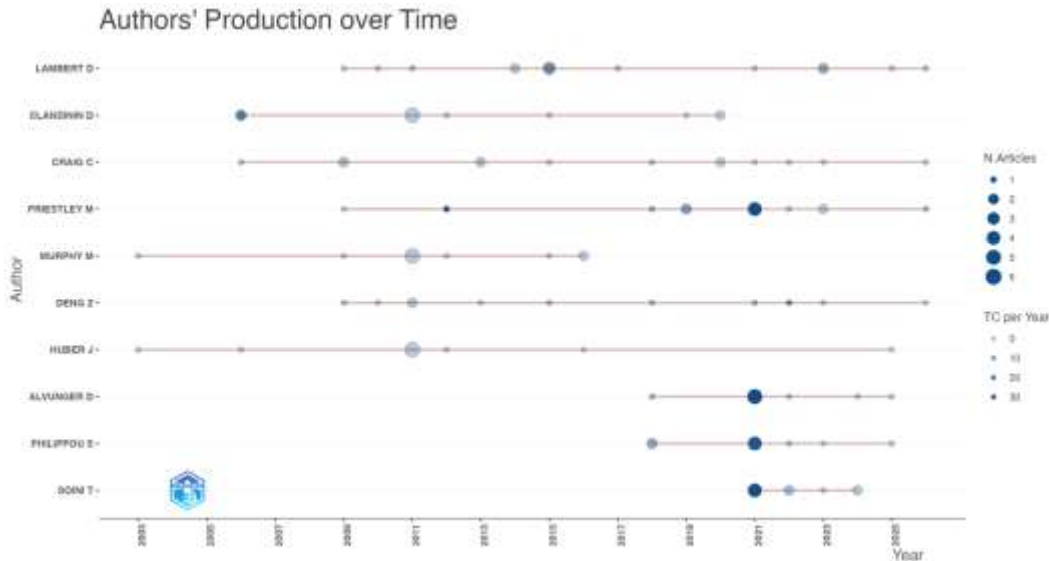


Figure 2. Publication performance and impact metrics of the most productive authors by year.

Regarding scientific output, the United Kingdom (91 publications) and the United States (82 publications) lead the global research landscape. A notable insight arises when considering international collaboration rates (MCP—Multiple Country Publications). Although Türkiye ranks fifth in productivity with 25 publications, a significant 92% of these (23) are single-country (SCP) publications—produced solely by domestic authors. This suggests

that program literacy research from Türkiye remains primarily local and has not yet connected with broader international research networks.

UK	256
USA	222
CANADA	173
AUSTRALIA	147
NEW ZEALAND	99
TURKEY	91
CHINA	45
FINLAND	40
IRELAND	38
SWEDEN	37

Table 1. Number of publications and international collaboration (SCP/MCP) rates of the most productive countries.

4.3. Key Journals in the Field (RQ3)

When examining the primary sources in which the literature on program literacy is published, it is evident that publications are clustered around certain “core” journals (Bradford’s Law). The *Journal of Curriculum Studies*, with 61 publications, 1,018 total citations, and an h-index of 18, is the field’s most influential source. Second in terms of impact and output is the *Curriculum Journal* (48 publications, 508 citations). These two journals serve as the primary venues for conceptual debates in the field.

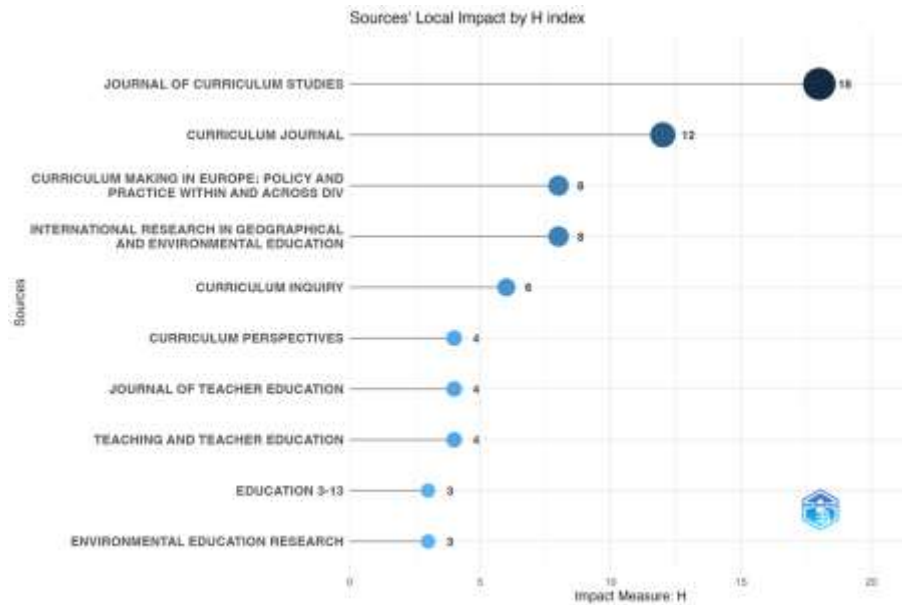


Table 2. Key journals in the field of program literacy and their impact factors.

4.4. Conceptual Structure and Thematic Trends (RQ4)

Analyses of author keywords, article titles, and abstracts to identify the conceptual terms in the literature (co-word analysis) have clarified the field’s thematic focus. The analysis identified the concepts with the highest

frequencies as: “*curriculum*” (116), “*curriculum making*” (110), “*knowledge*” (63), “*teachers*” (36), and “*narrative inquiry*” (35).

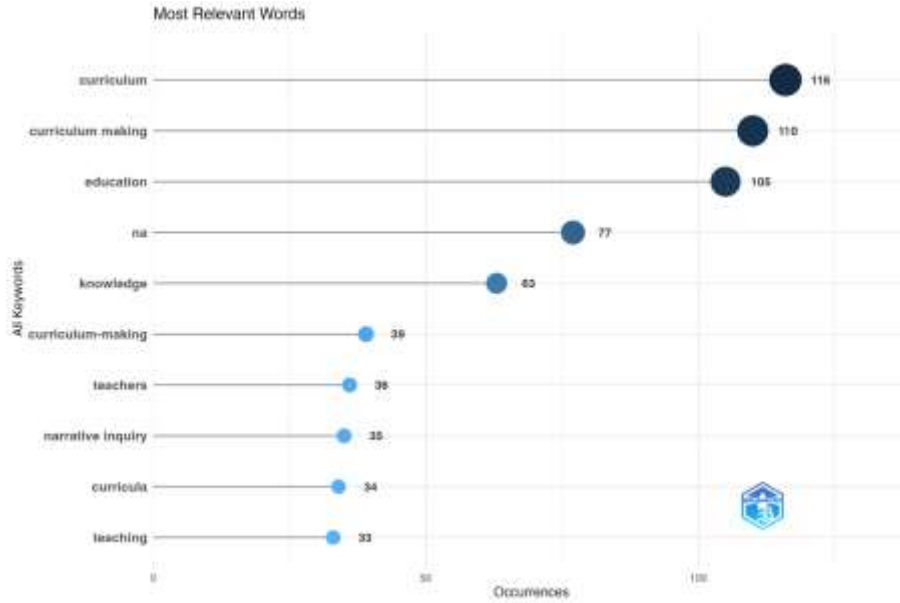


Figure 3. Co-word network map and thematic clusters from research on program literacy.

5. CONCLUSIONS, LIMITATIONS, AND RECOMMENDATIONS

5.1. Conclusions

This study examined the development and conceptual map of program literacy in the scientific literature using a bibliometric approach. The findings indicate that the field has entered a rapid upward trend, particularly since 2017. This momentum aligns with global education policies that reposition teachers in education from passive implementers to active curriculum makers. Indeed, a recent study by Poulton (2025) on Australian teacher candidates also shows that accountability-focused performance agendas tend to position the curriculum as a product, making it difficult for teacher candidates to position themselves as “curriculum makers” rather than curriculum deliverers. This finding suggests that the paradigm shift revealed bibliometrically in the present study has a counterpart in the field, but that this shift faces systemic obstacles.

Analyses of country and author productivity indicate that the literature is predominantly dominated by Anglo-Saxon countries such as the United Kingdom and the United States. Although Türkiye’s quantitative productivity in this field is high (ranking in the top 5), the low rate of international collaboration (MCP) at 8% suggests that research in this context focuses on local educational issues rather than integration with the international literature. Globally, the share of internationally collaborative publications rose from 4.7% in 1980 to 25.7% in 2021 (Aksnes & Sivertsen, 2023); by comparison, Türkiye’s 8% MCP rate remains notably low. A recent study comparing the research systems of China, Ghana, and Türkiye also revealed that researchers in Türkiye face common structural barriers, such as funding, language, and access to academic networks, when establishing international collaborations (Oldac et al., 2025).

Conceptual network analyses demonstrate that the literature has moved away from the context of merely *reading the written curriculum* and has instead taken shape around the concepts of *curriculum making*, *teacher*, and *narrative inquiry*. This clearly demonstrates that curriculum literacy is now discussed in terms of teachers’ classroom experiences, practices, and autonomy, that is, in the context of the curriculum’s *implementation*.

5.2. Limitations

The findings of this study are limited to publications indexed in the Web of Science (WoS) and Scopus databases through August 2026. Furthermore, due to limitations in matching metadata for cited references during the database integration process, co-citation and bibliographic coupling networks were excluded from this analysis; instead, the conceptual structure was mapped using author keywords and abstract/title analyses.

5.3. Recommendations

In future studies, it is essential—particularly for Turkish researchers with high potential for quantitative output—to prioritize cross-cultural projects to comparatively examine how curriculum literacy models are reflected across different education systems. Furthermore, it is recommended that the conceptual networks identified through bibliometric analysis (e.g., the relationship between teacher agency and curriculum development) be thoroughly tested in the field using structural equation modeling (SEM) or mixed-methods research.

The findings indicate that curriculum literacy is not a static body of knowledge. Therefore, in pre-service teacher education programs, emphasis should be placed on activities that develop teacher candidates' skills in critical reading, narrative thinking, and curriculum development. Indeed, a recent study conducted in Türkiye revealed significant gaps in prospective English teachers' curriculum knowledge and skills and found that curriculum-focused content is typically crammed into only the final year of teacher education (Yüceer-Öztürk & Tan-Şişman, 2025). Experimental findings showing that curriculum development courses structured using the backward design approach significantly increased pre-service teachers' curriculum literacy scores (Kerimoğlu & Altun, 2024) also provide concrete evidence of the feasibility of this recommendation.

Additionally, a logistic growth (life cycle) model based on observed data predicts that the field's annual number of publications could reach a peak around 2040.9 ($R^2 = 0.925$) and that the cumulative number of publications could approach a saturation point of approximately 4,200 articles. Such long-term projections, by their very nature, should be interpreted with caution.

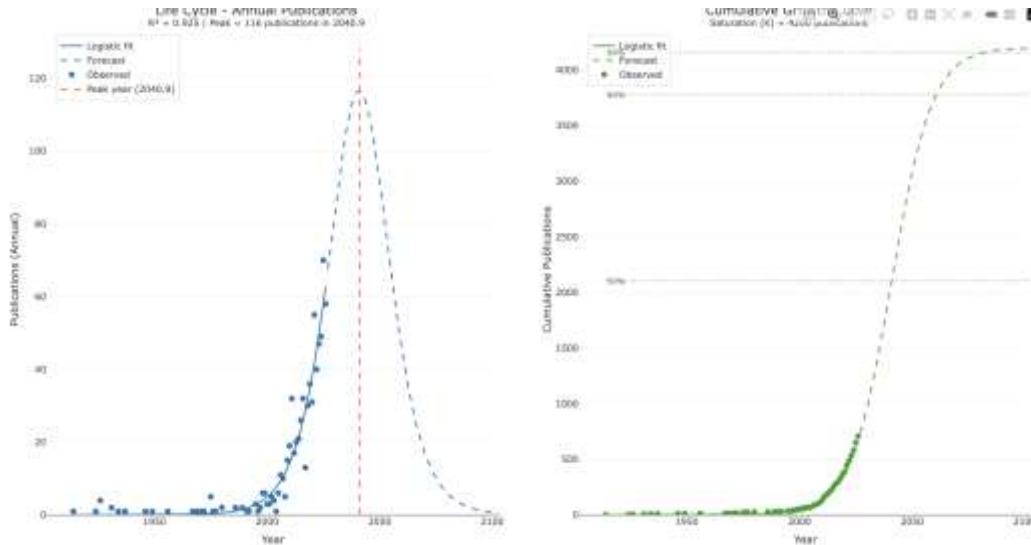


Figure 4. Life Cycle Projection for Program Literacy Research.

REFERENCES

- Aksnes, D. & Sivertsen, G. (2023). Global trends in international research collaboration, 1980–2021. *Journal of Data and Information Science*, 8(2), 26–42. <https://doi.org/10.2478/jdis-2023-0015>
- Alvunger, D. (2018). Teachers' curriculum agency in teaching a standards-based curriculum. *The Curriculum Journal*, 29(4), 479–498. <https://doi.org/10.1080/09585176.2018.1486721>
- Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). Bibliometrix: An R tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, 11(4), 959–975. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>
- Clandinin, D. J., & Connelly, F. M. (1999). Narrative inquiry: Experience and story in qualitative research. Jossey-Bass.
- Connelly, F. M., & Clandinin, D. J. (1990). Stories of Experience and Narrative Inquiry. *Educational Researcher*, 19(5), 2–14. <https://doi.org/10.3102/0013189X019005002>
- Craig, C. J. (2011). Narrative inquiry in teaching and teacher education. In J. Kitchen, D. C. Parker, & D. Pushor (Eds.), *Narrative inquiries into curriculum making in teacher education* (pp. 19–42). Bingley, England: Emerald. [https://doi.org/10.1108/S1479-3687\(2011\)00000130005](https://doi.org/10.1108/S1479-3687(2011)00000130005)
- Kerimoğlu, E. & Altun, S. (2024). Backward design in pre-service teacher education to enhance curriculum knowledge. *Journal of Teaching and Learning*, 18(2), 128–149. <https://doi.org/10.22329/jtl.v18i2.8625>
- Marek, M., Lizárraga-Dueñas, L., Woulfin, S., Wetzel, M. M., & Muñoz, E. (2025). A Framework for Curriculum Literacy in Initial Teacher Preparation: Policy, Practices, and Possibilities. *Journal of Teacher Education*, 76(4), 337–350. <https://doi.org/10.1177/00224871241263803>
- Oldac, Y.I., Yang, L., Nkansah, J.O. & Li, S.(2025). Dynamics of international research collaboration in higher education in the global majority systems: Evidence from three contexts. *Minerva*. <https://doi.org/10.1007/s11024-025-09589-9>
- Poulton, P. (2025). Preservice teachers as curriculum deliverers or curriculum-makers? Exploring curriculum-making conceptions and opportunities in professional experiences. *The Australian Educational Researcher*, 52, 2201–2227. <https://doi.org/10.1007/s13384-025-00808-6>
- Priestley, M., Biesta, G., & Robinson, S. (2012). Teacher agency in curriculum making: Agents of change and spaces for maneuver. *Curriculum Inquiry*, 42(2), 191–214. <https://doi.org/10.1111/j.1467-873X.2012.00588.x>
- Yüceer-Öztürk, Y. & Tan-Şişman, G. (2025). Pre-service English teachers' readiness for the English language curriculum: How competent are they? *Asian-Pacific Journal of Second and Foreign Language Education*. 61. <https://doi.org/10.1186/s40862-025-00368-3>

**EĞİTİM BİLİMLERİ PERSPEKTİFİNDEN ÇOKDİLLİLİK: 21. YÜZYIL LİTERATÜRÜNÜN
KAPSAMLI BİR BİBLİYOMETRİK HARİTALAMASI****Doç. Dr. Gökhan KAYIR¹/ Doç. Dr. Ünal DENİZ²**¹ Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Bölümü, 0000-0002-9830-0006.² Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Bölümü, 0000-0001-7447-6050.**Özet**

Küreselleşme ve artan göç hareketleri, çokdilliliği günümüz eğitim sisteminin yapısal bir normu haline getirmiştir. Bu çalışmanın amacı, 2000-2026 yılları arasında doğrudan Eğitim Bilimleri perspektifinden üretilen çokdillilik literatürünün kavramsal ve sosyal evrimini bibliometrik haritalama yöntemiyle incelemektir. Araştırma kapsamında Web of Science (WoS) Core Collection veritabanından elde edilen 5.605 makale incelenmiştir. Ölçüm geçerliğini sağlamak amacıyla analiz, yalnızca "Education - Educational Research" kategorisiyle sınırlandırılarak saf dilbilimsel tartışmalar kapsam dışı bırakılmıştır. Verilerin yapısal analizi R tabanlı Bibliometrix paketi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Performans analizi sonuçları, alandaki bilimsel üretimin yıllık %18,61 gibi bir büyüme oranına sahip olduğunu göstermektedir. ABD, İspanya ve Çin bilimsel üretime yön veren ülkeler olarak öne çıkarken, akademik çıktılar büyük oranda dil politikaları ve çift dilli eğitim odaklı dergilerde toplanmıştır. Anahtar kelime ortak bulunuş ağ analizi, literatürün üç ana kavramsal küme etrafında şekillendiğini ortaya koymuştur: (1) Makro Politikalar ve Kimlik, (2) Uygulamalı Pedagoji ve CLIL, (3) Dillerarası Geçiş (Translanguaging). Bulgular, literatürün dilleri katı sınırlarla yalıtın geleneksel yaklaşımlardan, öğrencilerin esnek ve bütünleşik dilsel repertuvarlar kullandığı "Translanguaging" paradigmasına doğru radikal bir yapısal dönüşüm geçirdiğini göstermektedir. Eğitimde çokdillilik araştırmaları, salt dil öğretimi boyutunu aşarak pedagojik kapsayıcılık, kimlik inşası ve eğitimde fırsat eşitliği zeminine oturtulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Çokdillilik, Çift Dilli Eğitim, Translanguaging, Bibliometrik Analiz, Bilimsel Haritalama.

**MULTILINGUALISM FROM THE PERSPECTIVE OF EDUCATIONAL SCIENCES: A
COMPREHENSIVE BIBLIOMETRIC MAPPING OF 21ST-CENTURY LITERATURE****Assoc. Prof. Dr. Gökhan KAYIR¹/ Assoc. Prof. Dr. Ünal DENİZ²**¹ Manisa Celal Bayar University, Department of Educational Sciences, 0000-0002-9830-0006.² Manisa Celal Bayar University, Department of Educational Sciences, 0000-0001-7447-6050.**Abstract**

Globalization and increased migration have made multilingualism a fundamental aspect of today's education system. This study aims to analyze the conceptual and social development of the multilingualism literature in the field of "Educational Sciences" from 2000 to 2026, using bibliometric (science mapping) methods. It examines 5,605 articles from the Web of Science (WoS) Core Collection database. To ensure validity, only articles in the "Education- Educational Research" category were included, excluding purely linguistic discussions. Data analysis was conducted with the R-based Bibliometrix package. Results show that the field's scientific output grows at an average of 18.61% annually. The United States, Spain, and China lead in publication volume, with most research appearing in journals related to language policy and bilingual education. The keyword co-occurrence network analysis identified three main conceptual clusters: (1) Macro Policies and Identity, (2) Applied Pedagogy and CLIL, and (3) Translanguaging. The findings indicate a significant shift from traditional models that view languages as separate entities to a "Translanguaging" approach, in which students use flexible, integrated linguistic practices. Research now extends beyond language instruction to include pedagogical inclusivity, identity formation, and equitable opportunities.

Keywords: *Multilingualism, Bilingual Education, Translanguaging, Bibliometric Analysis, Science Mapping.*

INTRODUCTION

Globalization, rising migration, and trends toward internationalization have profoundly transformed the 21st-century educational ecosystem; multilingualism has evolved from an exceptional circumstance in educational settings to a structural norm. Historically studied primarily as a linguistic and cognitive phenomenon, the concept of multilingualism has, over the past two decades, become one of the most dynamic and expanding fields of study in educational sciences, particularly in the context of pedagogical approaches, educational policies, curriculum design, and learning outcomes. In particular, practices such as translanguaging in the classroom, inclusive education, and bilingual education are rapidly expanding the conceptual boundaries of the literature. One of the most prominent indicators of this shift in the literature is the transition from the traditional understanding of bilingualism, in which languages are treated as isolated systems, to the translanguaging paradigm, which enables students to use their entire linguistic repertoire flexibly and in an integrated manner (Cenoz & Gorter, 2022). As García and Kleifgen (2020) also emphasize, this paradigm shift is not merely a teaching technique; it proposes a holistic educational philosophy that centers multilingual literacy and student identity. A recent systematic review synthesizing 111 empirical studies conducted in the United States from preschool through 12th grade also revealed that translanguaging practices positively support student engagement, meaning-making processes, and the development of multilingual identity (Hamman-Ortiz et al., 2025).

This exponential growth in the literature necessitates a macro-level examination of the field's intellectual framework, overarching themes, and future research directions. Although there are review studies on multilingualism in the current literature, a significant portion of these studies also include purely linguistic discussions, thereby blurring the perspective of educational sciences. The purpose of this study is to present a bibliometric mapping of the literature on multilingualism produced between 2000 and 2026, focusing exclusively on the perspective of “*Educational Sciences*.” Accordingly, the study aims to provide researchers in the field with a data-driven strategic roadmap by revealing the literature's latent thematic structure, its conceptual evolution over the years, and social collaboration networks across countries and institutions. To this end, the study seeks to answer the following research questions:

- RQ1: What are the annual publication and citation trends in the multilingualism literature within the context of educational sciences in the 21st century (2000–2026)?
- RQ2: Which journals, institutions, countries, and authors are the most productive and most frequently cited in this field?
- RQ3: How are scientific collaboration networks among countries, institutions, and authors in multilingualism research taking shape?
- RQ4: What are the thematic clusters in the literature based on keyword co-occurrence analysis?
- RQ5: According to the thematic evolution map, what are the *driving themes* and *emerging/disappearing themes* in multilingualism research in education? Where is future research headed?

2. METHODS

2.1. Data Collection Process and Criteria

The dataset included in the analysis was obtained from the Web of Science (WoS) Core Collection (SSCI and ESCI indexes), which offers the highest index quality standards in the social sciences. To ensure that conceptual boundaries were accurately defined, the search string was constructed using a two-dimensional Boolean logic. These are; Dimension 1 (Multilingualism Concepts): “*multilingualism*” OR “*multilingual education*” OR “*plurilingualism*” OR “*bilingual education*” OR “*translanguaging*” and Dimension 2 (Education Concepts): “*education*” OR “*school**” OR “*student**” OR “*teach**” OR “*learn**” OR “*pedagogy*” OR “*curriculum*”

Strict inclusion/exclusion criteria were applied to enhance the structural validity of the raw findings and to filter out noisy data that deviate from the measurement domain: Time Frame: 2000–2026, focusing on the 21st century. Category Restriction: Limited to “Education” and “Educational Research” to avoid purely linguistic debates, excluding categories like “Linguistics.” Document Type: Only peer-reviewed articles and reviews. As a result of these filtering steps, a total of 5,605 articles—which would form the core matrix of the analysis—were identified, and the complete bibliographic records for these articles were exported in plain text format.

2.2. Data Analysis

Data integration, cleaning, and visualization were performed using the Bibliometrix package (Aria & Cuccurullo, 2017), which runs in R and its web interface, Biblioshiny. The analyses were conducted along two main axes. The first is the Performance Analysis, which aims to assess annual scientific output rates in the field and identify the most productive journals, institutions, and countries. The second is Science Mapping, including Co-occurrence network analysis and thematic evolution mapping based on author keywords, which were applied to reveal the conceptual structure of the literature. The Fruchterman-Reingold placement algorithm was used to construct the thematic networks.

3. RESULTS

3.1. Annual Scientific Output and Growth Trends

To examine the evolution of the literature on multilingualism in the 21st century from the perspective of educational sciences, 5,605 articles from the WoS database were analyzed. The results clearly demonstrate that the field has grown exponentially over the years. While only 8 articles were indexed in this field in 2000, the number of publications surpassed 100 in 2011; it peaked at 510 articles in 2024 and 730 in 2025. The field’s annual growth rate has been calculated at 18.61%. This rate shows that research on multilingualism in education has expanded at a pace far exceeding the general average for the social sciences. Furthermore, the average number of citations per article—13.85—indicates that the academic impact of the knowledge produced in this field is quite high.

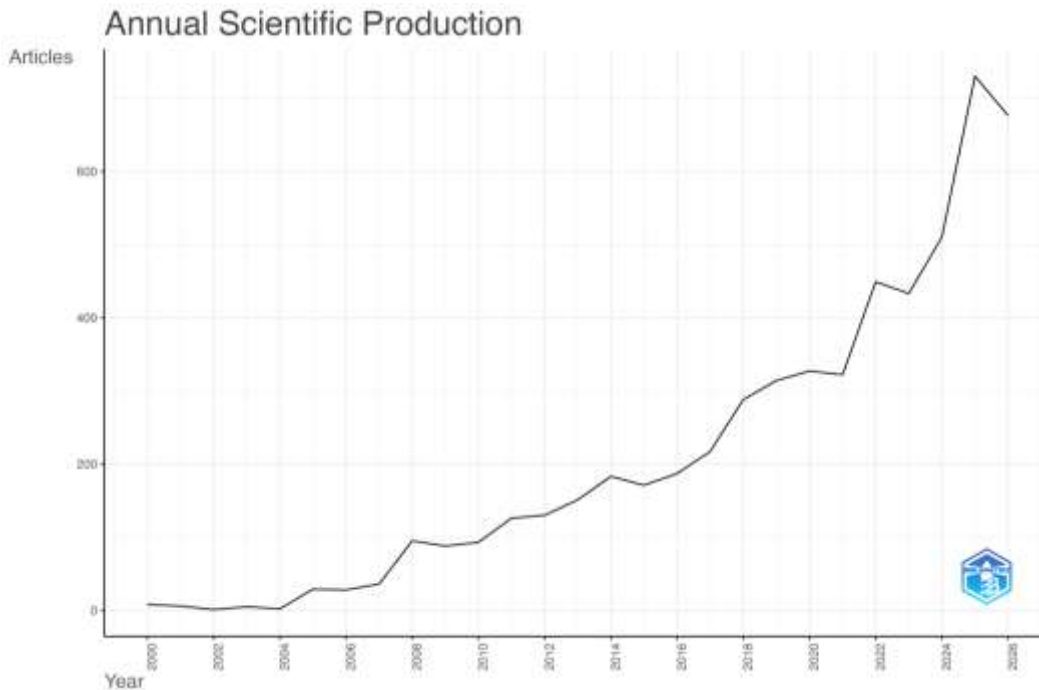


Figure 1. Distribution of Publications in the Literature on Multilingualism in Education by Year (2000–2026)

3.2. Social Structure: High-Output Journals, Institutions, and Countries

An examination of publications in multilingualism research in education reveals that certain journals dominate the literature (Table 1).

Table 1. The 10 Most Productive Journals in the Field of Multilingualism in Education

Rank	Journal Title	Articles
1	International Journal of Bilingual Education and Bilingualism	465
2	International Journal of Multilingualism	403
3	Language and Education	194
4	Current Issues in Language Planning	142
5	Journal of Language Identity and Education	136
6	Linguistics and Education	112
7	International Multilingual Research Journal	110
8	Language, Culture and Curriculum	109
9	System	96
10	Education Sciences	84

The distribution in Table 1 shows that the field has expanded beyond the mere teaching of structural language to encompass *identity, education policies, and language planning*. When examining the academic institutions and countries that shape the literature, a striking geographical diversity becomes apparent (Tables 2 and 3).

Table 2. Top 10 Institutions Shaping Scientific Output

Rank	University/ Institution	Articles	Country
1	University of Texas System	175	ABD
2	City University of New York (CUNY) System	140	ABD
3	University of Basque Country	134	İspanya
4	University of London	108	İngiltere
5	California State University System	102	ABD

Table 3. Top 5 countries according to the corresponding Authors

Rank	Country	Articles	Percentage (%)
1	ABD	1.610	%28.72
2	İspanya	493	%8.79
3	Çin	431	%7.68
4	Birleşik Krallık	334	%5.95
5	Kanada	260	%4.63

In an analysis by the corresponding author's country, the United States (28.72%) leads the literature. This reflects the impact of the large immigrant population in the U.S. and the various dual-language education policies implemented there on academic output. Spain's (8.79%) rise to second place can be attributed to the European

Union's vision of multilingualism and, in particular, the success of structured multilingual education models in the Basque region. China's third-place ranking (7.68%) is the result of the widespread adoption of English-medium instruction (EMI) programs in the Asia-Pacific region.

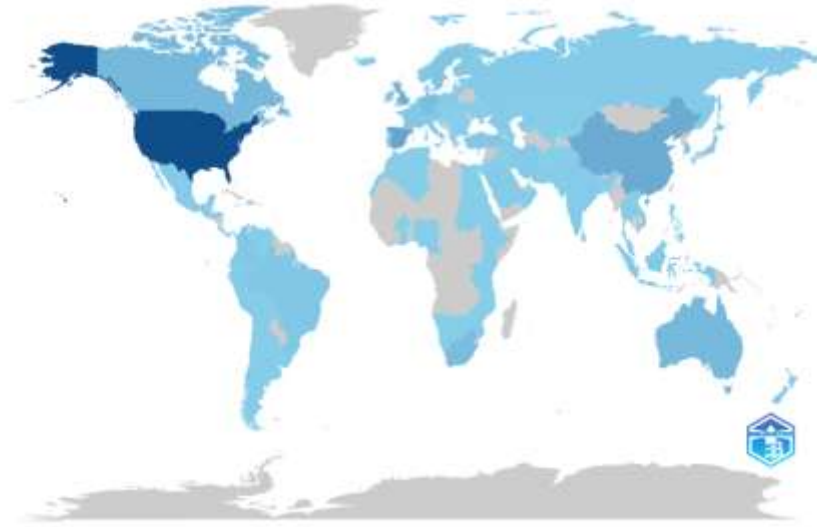


Figure 2. Distribution of Scientific Output by Country

3.3. Conceptual Framework and Thematic Focuses

To identify the conceptual framework and thematic clusters of the literature, a co-occurrence network analysis was conducted using author keywords. In the network map generated using the Fruchterman-Reingold algorithm, it was determined that the literature is structured around three main clusters of factors that are closely interlinked:

- *Cluster 1 (Macro Policies and Identity)*: Concepts such as multilingualism, education, bilingualism, identity, language policy, attitudes, and beliefs stand out in this cluster. This strand of the literature examines how multilingualism is reflected in educational policies and in the attitudes and beliefs of actors within the school ecosystem.
- *Cluster 2 (Applied Pedagogy and Classroom Dynamics)*: This structure, which clusters the concepts of bilingual education, English, students, teachers, instruction, and CLIL, represents the micro-level dimension of research that focuses directly on classroom dynamics, pedagogical teaching methods, and the Content and Language Integrated Learning (CLIL) model.
- *Cluster 3 (Translanguaging)*: This third cluster, comprising the concepts of language, translanguaging, literacy, school, pedagogy, and strategies, has become the most dominant theme in the literature in recent years. This development demonstrates that traditional approaches strictly isolating languages from one another have been abandoned, and that the “translanguaging” approach, in which students use their entire linguistic repertoire simultaneously and flexibly, has taken center stage in educational research.

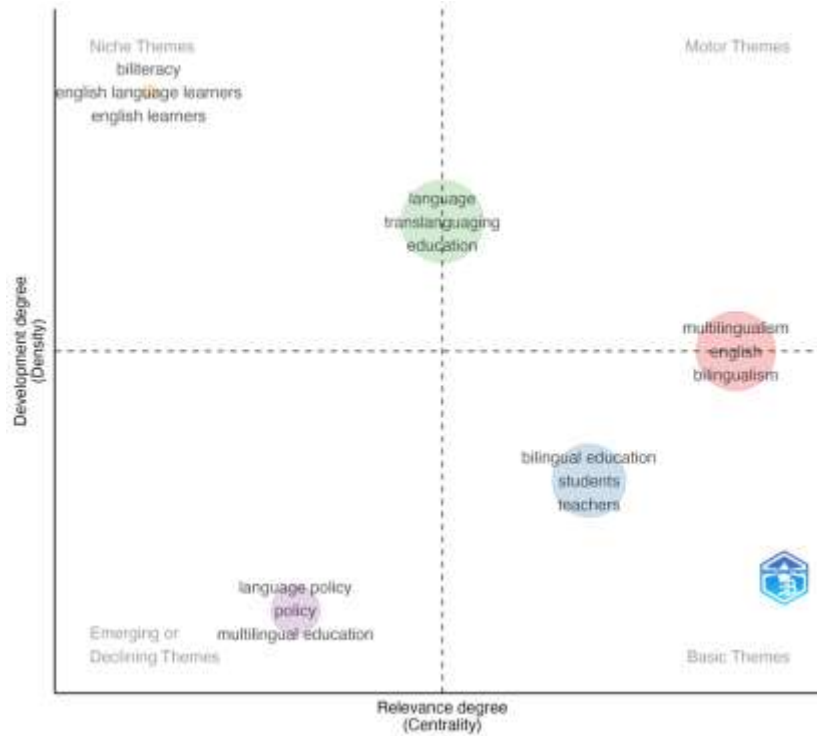


Figure 4. Map of the Thematic Evolution of Research on Multilingualism in the Context of Educational Sciences

4. DISCUSSION AND CONCLUSION

This study, which examines the structural evolution of the literature on multilingualism from the perspective of educational sciences between 2000 and 2026, reveals radical transformations in the field's conceptual and social networks. The exponential growth in annual scholarly output indicates that multilingualism is no longer a regional or marginal educational issue but a fundamental source of variation at the center of global education policies. Findings on the social structure of the literature confirm that scholarly output clusters around specific geographic and institutional profiles. The quantitative dominance centered on the U.S. demonstrates how dual-language education policies aimed at integrating immigrant populations have shaped research in the field of educational sciences. Indeed, large-scale causal-effect studies based on enrollment lottery data in the U.S. show that access to two-way immersion programs yields significant gains in reading achievement and shortens the time required to achieve English proficiency (Steele et al., 2017).

Spain's leadership in Europe is evident in extensive research on the structural validity of Content and Language Integrated Learning (CLIL) practices, which align with the EU's vision of multilingualism. As noted in Dalton-Puffer's (2011) comprehensive literature review, the CLIL model has been extensively studied in Europe for both language outcomes and content learning. Large-scale evaluation projects in the Andalusia region have demonstrated that students participating in CLIL programs achieve significant gains in foreign language proficiency (Lorenzo et al., 2010). Pérez-Cañado's (2012) review, however, points out that despite the momentum shown by CLIL research in Europe, outcome-oriented studies remain limited. China's momentum in recent years is directly linked to the expansion of English-Medium Instruction (EMI) programs in the region, which are part of internationalization strategies in higher education. Case studies conducted within China's higher education system have revealed significant discrepancies between policy objectives and classroom practices, despite the institutional adoption of EMI policies (Hu & Lei, 2014). Similarly, Galloway and Rose (2020) critically examine whether EMI programs in China and Japan represent "*internationalization*" or merely "*anglicization*."

When examining the latent structure of conceptual networks, it becomes evident that the literature is moving away from traditional paradigms of bilingualism that isolate languages with rigid boundaries. Translanguaging, which emerges as a strong cluster in network analysis, has become the field's central driving theme, with the highest centrality. This indicates that languages are no longer viewed as independent codes but as a simultaneous and integrated sociolinguistic repertoire used in students' cognitive processes. Classroom dynamics are now structured not around the separation of languages but around their integration as a strategy to support learning. This finding aligns with the conceptual shift in the literature; as Cenoz and Gorter (2022) emphasize, pedagogical translanguaging serves as a powerful tool for strengthening students' metalinguistic awareness and language consciousness when implemented in a planned manner by teachers. Furthermore, the relationship between multilingualism and identity construction is being examined with growing interest in the literature. A study conducted by Benzehaf (2023) in Morocco demonstrates that multilingual university students construct an intercultural and global identity by flexibly using their different languages according to context; this process involves not only a linguistic dimension but also a psychosocial dimension of development.

As a result, research on multilingualism in education has transcended the boundaries of language instruction and evolved into a multidimensional framework encompassing identity construction, equal educational opportunity, and pedagogical inclusivity. Future research that tests these macro-trends revealed by bibliometric maps at the micro level using advanced statistical methods—such as structural equation modeling or latent profile analysis—will strengthen the field's theoretical foundation. Furthermore, there is a need to develop new psychometric tools that can validly and reliably measure the impact of translanguaging-based instructional designs on cognitive and affective learning outcomes. Furthermore, a logistic growth model based on observed data from 2000 to 2025 predicts that the field's annual publication count could peak around 2041.6 ($R^2 = 0.972$) and that the cumulative number of publications could approach saturation at approximately 56,050 articles. Such long-term projections should, by their very nature, be interpreted with caution.

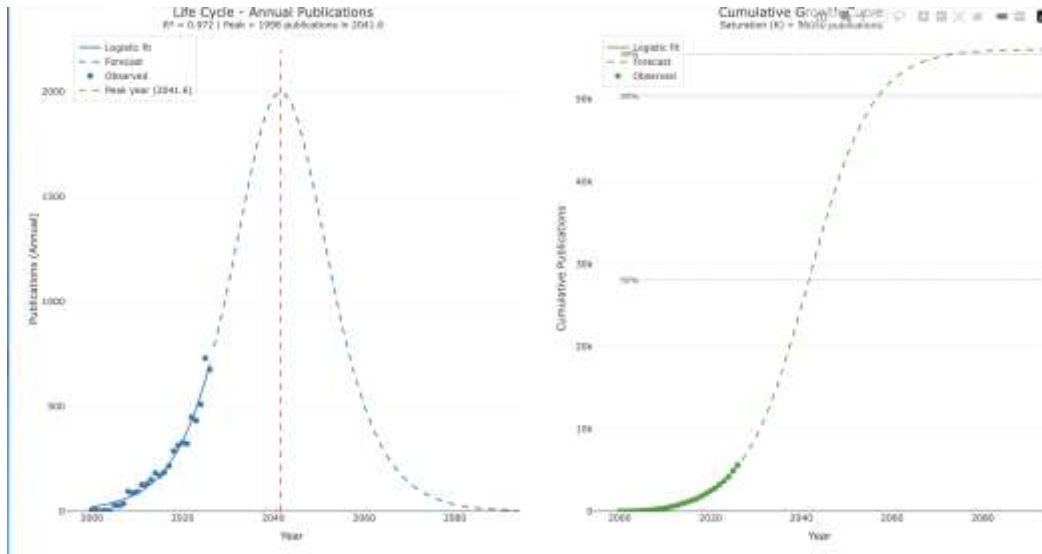


Figure 5. Life Cycle Projection for the Multilingualism Literature

REFERENCES

- Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). Bibliometrix: An R tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, 11(4), 959–975. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>
- Benzehaf, B. (2023). Multilingualism and its role in identity construction: a study of English students' perceptions. *International Journal of Multilingualism*, 20(3), 1145–1163. <https://doi.org/10.1080/14790718.2021.2003369>
- Cenoz, J., & Gorter, D. (2022). Pedagogical Translanguaging and Its Application to Language Classes. *RELC Journal*, 53(2), 342–354. <https://doi.org/10.1177/00336882221082751>
- Dalton-Puffer, C. (2011). Content-and-language integrated learning: From practice to principles? *Annual Review of Applied Linguistics*, 31, 182–204. <https://doi.org/10.1017/S0267190511000092>
- Galloway, N., Numajiri, T. & Rees, N. (2020). The 'internationalisation', or 'Englishisation', of higher education in East Asia. *Higher Education*, 80, 395–414 (2020). <https://doi.org/10.1007/s10734-019-00486-1>
- García, O., & Kleifgen, J.A. (2020). Translanguaging and Literacies. *Reading Research Quarterly*, 55(4), 553–571. <https://doi.org/10.1002/rrq.286>
- Hamman-Ortiz, L., Dougherty, C., Tian, Z., Palmer, D., & Poza, L. (2025). Translanguaging at school: A systematic review of US PK-12 translanguaging research. *System*, 129, 103594.
- Hu, G., & Lei, J. (2013). English-medium instruction in Chinese higher education: A case study. *Higher Education*, 67, 551–567. <https://doi.org/10.1007/s10734-013-9661-5>
- Lorenzo, F., Casal, S.M., & Moore, P. (2010). The Effects of Content and Language Integrated Learning in European Education: Key Findings from the Andalusian Bilingual Sections Evaluation Project. *Applied Linguistics*, 31, 418–442. <https://doi.org/10.1093/applin/amp041>
- Pérez-Cañado, M. L. (2012). CLIL research in Europe: past, present, and future. *International Journal of Bilingual Education and Bilingualism*, 15(3), 315–341. <https://doi.org/10.1080/13670050.2011.630064>
- Steele, J. L., Slater, R. O., Zamarro, G., Miller, T., Li, J., Burkhauser, S., & Bacon, M. (2017). Effects of Dual-Language Immersion Programs on Student Achievement: Evidence From Lottery Data: Evidence From Lottery Data. *American Educational Research Journal*, 54(1_suppl), 282S-306S. <https://doi.org/10.3102/0002831216634463>

1768-1774- OSMANLI-RUS SAVAŞI'NDA RUS ORDUSUNDA VEBİ SALGINI VE SAVAŞA ETKİSİ**Dr., Efe ÇULHA****Bağımsız Araştırmacı, efeculha@gmail.com, ORCID 0000-0002-39487931****Özet**

Tarih boyunca çiçek, tifüs ve dizanteri gibi salgın hastalıklar pek çok insanın hayatını kaybetmesine sebep olmuştur. Fakat bunlar arasında en çok can alanı şüphesiz veba hastalığıdır. Kara ölüm olarak da adlandırılan bu salgın hastalığın yalnızca gündelik hayatta değil, savaşların seyrinde de önemli etkisi vardır. 1768-1774 Osmanlı-Rus Savaşı, bunun en mühim örneklerinden biridir. Nitekim savaşın başlarında, 1769'da Galati'nin Ruslar tarafından işgal edilmesi sonrasında Johann Christoph von Stoffeln'in komutasındaki birliklerde görülmeye başlanan veba, Rus askerî operasyon planlarının değiştirilmesine neden olmuş ve vebanın yayılmasına karşı önlemler alınmaya çalışılmıştır. Bu çerçevede ilk olarak karantina tedbirlerine başvurulmuştur. Ayrıca ordu başkomutanı Pötr Aleksandroviç Rumyantsev, alınan esirlerin vebaya yakalanmış olmaları riskine karşı muayene edilmeden geçişlerine izin verilmemesi talimatını vermiştir. Salgının görüldüğü yerlerden gelen mektupların dahi tütsülenip sirkeye batırıldıktan sonra gönderilmesini emretmiştir. Buna karşın Yaş, Bükreş, Hotin ile Fokşan taraflarındaki Kodeşti köyünde veba vakaları görülmüş, yerel halktan ve askerlerden çok sayıda kişi ölmüştür. Vebaya yakalanan askerlerin tecrit edildiği hastanelerden hastalığın yayılması engellenememiştir. Cepheden dönen askerler yoluyla salgın Rusya içlerinde de yayılmış ve Moskova'ya kadar ulaşmıştır. Salgının St. Petersburg'a yayılma ihtimaline karşı iki muhafız alayı hariç diğer birliklerin başkentin yakınlarındaki kamplara gönderilmesi kararı alınmıştır. Prusya'nın barışın tesisine yönelik baskılarına ek olarak salgının başkenti tehdit edecek boyuta ulaşmasının da etkisiyle Rusya, 1772 yılı başlarında Osmanlı Devleti'ne barış müzakerelerinin yapılması teklifinde bulunmuştur. Salgının etkilerinin azalmasıyla yaklaşık bir yıl süren müzakereler askıya alınmış ve Rusya tekrar savaşa tutuşmuştur. Bu çalışmada söz konusu savaş sırasında vebanın Rus ordusunda ortaya çıkışı, yayılışı, salgının yayılmasına karşı alınan önlemler, hastalığın Rusya ve mevcut savaş üzerindeki etkisi tetkik edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Osmanlı-Rus Savaşı, Rusya, Osmanlı Devleti, Veba, Salgın Hastalık

**THE PLAGUE EPİDEMİC in THE RUSSİAN ARMY in THE 1768-1774 OTTOMAN_RUSSİAN WAR
AND ITS EFFECT on THE WAR****Dr., Efe ÇULHA****Independent Researcher, efeculha@gmail.com, ORCID 0000-0002-39487931****Abstract**

Throughout history, epidemic diseases such as smallpox, typhus, and dysentery have caused the deaths of many people. However, among these, the most fatal was undoubtedly the plague. Also known as the Black Death, this epidemic not only affected daily life but also played a significant role in the course of wars. The Russo-Turkish War of 1768–1774 is one of the most important examples in this regard. Indeed, following the occupation of Galați by the Russians in 1769 at the outset of the war, the plague began to spread among the troops commanded by Johann Christoph von Stoffeln. As a result, Russian military operation plans had to be revised, and efforts were made to implement preventive measures against the spread of the disease. In this context, quarantine measures were the first to be applied. Additionally, the commander-in-chief, Pyotr Alexandrovich Rumyantsev, issued an order prohibiting the transfer of captives without prior medical examination due to the risk of infection. He also ordered that letters sent from infected regions be fumigated and soaked in vinegar before delivery. Despite these precautions, plague cases were reported in Iași, Bucharest, Khotyn, and the village of Codăești near Focșani, resulting in the deaths of many civilians and soldiers. The disease could not be contained even in hospitals where infected soldiers were isolated. The epidemic spread further into Russia through soldiers returning from the front and eventually reached Moscow. Fearing that the plague might spread to St. Petersburg, a decision was made to transfer all military units—except for two guard regiments—to camps near the capital. In addition to pressure from Prussia to establish peace, the threat posed by the epidemic reaching the Russian capital prompted Russia to propose peace negotiations to the Ottoman Empire in early 1772. However, as the impact of the epidemic diminished, the negotiations, which had lasted for nearly a year, were suspended, and Russia resumed warfare. This study examines the emergence and spread of the plague within the Russian army during this war, the measures taken to curb its transmission, and the impact of the epidemic on Russia and the ongoing war.

Keywords: Ottoman-Russian War, Russia, Ottoman Empire, Plague, Epidemic Disease

**POLIKISTIK OVER SENDROMUNDA GÜNCEL BIYOBELİRTEÇLER VE MOLEKÜLER
MEKANİZMALAR TANI VE TEDAVİYE YÖNELİK YENİ YAKLAŞIMLAR**

**Dr. Öğr. Üyesi. Hüseyin KARAKAYA¹/ Doç Dr. Gökhan Doğukan AKARSU²/ Prof. Dr. Rukiye HÖBEK
AKARSU³**

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

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

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

Özet

Polikistik over sendromu (PKOS), üreme çağındaki kadınlarda en sık görülen endokrin bozukluklardan biri olup hiperandrojenizm, ovulatuvar disfonksiyon ve polikistik over morfolojisi ile karakterizedir. Hastalık yalnızca üreme sistemini değil, aynı zamanda metabolik, kardiyovasküler ve psikolojik sağlığı da etkileyen kompleks ve heterojen bir sendrom olarak kabul edilmektedir. PKOS'un patogenezi tam olarak aydınlatılamamış olmakla birlikte genetik yatkınlık, insülin direnci, hiperandrojenizm, kronik düşük dereceli inflamasyon, oksidatif stres, mitokondriyal disfonksiyon, bağırsak mikrobiyotası değişiklikleri ve epigenetik mekanizmaların hastalığın gelişiminde birlikte rol oynadığı düşünülmektedir. Son yıllarda moleküler biyoloji ve omik teknolojilerindeki gelişmeler, hastalığın tanısı ve tedavi takibinde kullanılabilecek yeni biyobelirteçlerin tanımlanmasına önemli katkılar sağlamıştır. Anti-Müllerian hormon (AMH), insülin direnci belirteçleri, adipokinler, inflamatuvar sitokinler, oksidatif stres belirteçleri, mikroRNA'lar, eksozomlar ile proteomik ve metabolomik profiller, PKOS'un erken tanısı, fenotiplendirilmesi ve tedavi yanıtının değerlendirilmesi açısından umut verici biyobelirteçler arasında yer almaktadır. Bununla birlikte mevcut biyobelirteçlerin çoğunun klinik uygulamadaki kullanımı standardizasyon eksikliği, hasta popülasyonlarının heterojenliği ve farklı analiz yöntemleri nedeniyle henüz sınırlıdır. Bu derlemede PKOS'un moleküler patofizyolojisi güncel literatür ışığında değerlendirilmiş; hastalıkta araştırılan biyobelirteçler, tanıdaki klinik değerleri ve tedaviye yönelik yeni yaklaşımlar kapsamlı olarak ele alınmıştır. Ayrıca çoklu omik teknolojiler ve yapay zekâ destekli biyobelirteç analizlerinin gelecekte kişiselleştirilmiş tanı ve tedavi stratejilerinin geliştirilmesine sağlayabileceği katkılar tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Polikistik over sendromu; biyobelirteç; hiperandrojenizm; insülin direnci; mikroRNA; metabolomik; proteomik.

**CURRENT BIOMARKERS AND MOLECULAR MECHANISMS IN POLYCYSTIC OVARY
SYNDROME: NOVEL APPROACHES TO DIAGNOSIS AND TREATMENT****Assist. Prof. Hüseyin KARAKAYA¹/ Assoc. Prof. Gökhan Doğukan AKARSU²/ Prof. Rukiye HÖBEK
AKARSU³**¹ Yozgat Bozok University, Faculty of Medicine, Department of Obstetrics and Gynecology,
drhusyn@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-5534-3161>² Yozgat Bozok University, Vocational School of Health Services, Department of Pharmacy Services,
gokhan_dogukan_akarsu@hotmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-6586-5748>³ Yozgat Bozok University, Faculty of Health Sciences, Department of Nursing, rukiye-
hobek@hotmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-3476-0740>**Abstract**

Polycystic ovary syndrome (PCOS) is the most common endocrine disorder affecting women of reproductive age and is characterized by hyperandrogenism, ovulatory dysfunction, and polycystic ovarian morphology. Beyond reproductive dysfunction, PCOS is recognized as a complex and heterogeneous disorder associated with metabolic, cardiovascular, and psychological complications. Although its exact pathogenesis remains incompletely understood, accumulating evidence indicates that genetic susceptibility, insulin resistance, hyperandrogenism, chronic low-grade inflammation, oxidative stress, mitochondrial dysfunction, gut microbiota alterations, and epigenetic modifications collectively contribute to disease development. Recent advances in molecular biology and omics technologies have led to the identification of numerous promising biomarkers that may improve the diagnosis, phenotypic classification, and therapeutic monitoring of PCOS. Anti-Müllerian hormone (AMH), markers of insulin resistance, adipokines, inflammatory cytokines, oxidative stress biomarkers, circulating microRNAs, extracellular vesicles, as well as proteomic and metabolomic profiles have emerged as potential tools for precision medicine approaches. However, most candidate biomarkers have not yet entered routine clinical practice because of methodological heterogeneity, lack of standardized analytical protocols, and insufficient external validation. This review summarizes the current understanding of the molecular mechanisms underlying PCOS and critically evaluates recently investigated biomarkers with potential diagnostic and prognostic value. Furthermore, emerging multi-omics technologies and artificial intelligence-assisted biomarker analyses are discussed as promising strategies for the development of personalized diagnostic and therapeutic approaches in patients with PCOS.

Keywords: Polycystic ovary syndrome; biomarkers; insulin resistance; hyperandrogenism; microRNA; metabolomics; proteomics.

1. Giriş

Polikistik over sendromu (PKOS), üreme çağındaki kadınlarda en sık görülen endokrin ve metabolik bozukluklardan biri olup hiperandrojenizm, ovulatuvar disfonksiyon ve polikistik over morfolojisi ile karakterize heterojen bir sendromdur [1]. Rotterdam konsensus kriterlerine göre hiperandrojenizm, oligo/anovulasyon ve polikistik over morfolojisi bulgularından en az ikisinin bulunması durumunda diğer nedenler dışlandıktan sonra PKOS tanısı konulmaktadır [2]. Dünya genelinde kullanılan tanı kriterlerine bağlı olarak prevalansın %5–20 arasında değiştiği bildirilmekte olup, PKOS kadın infertilitesinin en önemli nedenlerinden biri olarak kabul edilmektedir [3].

PKOS yalnızca üreme sistemini etkileyen bir hastalık olmayıp; insülin direnci, obezite, dislipidemi, tip 2 diabetes mellitus, metabolik sendrom ve kardiyovasküler hastalık riskinde artış ile ilişkili multisistemik bir bozukluktur [4]. Ayrıca depresyon, anksiyete, uyku bozuklukları ve yaşam kalitesinde azalma gibi psikolojik sorunlar da PKOS'lu kadınlarda sağlıklı bireylere göre daha sık görülmektedir [5]. Hastalığın uzun dönem komplikasyonları göz önüne alındığında erken tanı ve uygun tedavi stratejilerinin geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır.

PKOS'un etiopatogenezi tam olarak açıklanamamış olmakla birlikte genetik yatkınlık, hiperandrojenizm, insülin direnci, kronik düşük dereceli inflamasyon, oksidatif stres, mitokondriyal disfonksiyon, epigenetik mekanizmalar ve çevresel faktörlerin hastalığın gelişiminde birlikte rol oynadığı düşünülmektedir [6,7]. Özellikle hiperinsülinemi ve hiperandrojenizm arasında oluşan karşılıklı etkileşim over steroidogenezi artırırken folikül gelişimini bozmakta ve ovulasyonun gerçekleşmesini engellemektedir [8]. Bunun yanında inflamatuvar sitokinlerdeki artış, adipokin dengesizliği ve bağırsak mikrobiyotasındaki değişikliklerin de hastalığın metabolik ve üreme sistemi bulgularının ortaya çıkmasına katkıda bulunduğu bildirilmektedir [9].

Son yıllarda moleküler biyoloji, yüksek kapasiteli dizileme yöntemleri ve omik teknolojilerindeki gelişmeler, PKOS'un moleküler mekanizmalarının daha iyi anlaşılmasını sağlamış ve yeni biyobelirteçlerin tanımlanmasına olanak vermiştir [10]. Anti-Müllerian hormon (AMH), insülin direnci belirteçleri, adipokinler, inflamatuvar sitokinler, oksidatif stres belirteçleri, mikroRNA'lar, hücre dışı veziküller, proteomik ve metabolomik profiller hastalığın erken tanısı, fenotiplendirilmesi ve tedavi yanıtının değerlendirilmesi açısından umut verici biyobelirteçler olarak araştırılmaktadır [11,12]. Bununla birlikte biyobelirteçlerin büyük çoğunluğu henüz rutin klinik uygulamaya girmemiş olup, standardizasyon eksikliği ve farklı çalışma sonuçları nedeniyle daha geniş hasta popülasyonlarında doğrulanmalarına ihtiyaç bulunmaktadır [13].

Günümüzde PKOS'un heterojen yapısı nedeniyle tek bir biyobelirteçten ziyade klinik bulgular, biyokimyasal parametreler, görüntüleme yöntemleri ve çoklu omik teknolojilerden elde edilen verilerin birlikte değerlendirilmesi daha doğru bir yaklaşım olarak kabul edilmektedir [14]. Yapay zekâ destekli veri analizi ve çoklu biyobelirteç panellerinin geliştirilmesi sayesinde gelecekte PKOS'un erken tanısı, fenotiplendirilmesi ve kişiselleştirilmiş tedavi stratejilerinin oluşturulmasının mümkün olabileceği öngörülmektedir [15].

2. Polikistik Over Sendromunun Epidemiyolojisi ve Patofizyolojisi

Polikistik over sendromu (PKOS), üreme çağındaki kadınlarda en sık görülen endokrin bozukluklardan biri olup tanı kriterlerine ve incelenen popülasyona bağlı olarak prevalansı %5–20 arasında değişmektedir [16,17]. Rotterdam kriterlerinin kullanılmasıyla birlikte daha geniş hasta grupları tanı almakta, buna bağlı olarak bildirilen prevalans oranları NIH kriterlerine göre daha yüksek bulunabilmektedir. Hastalık farklı etnik gruplarda benzer klinik özellikler göstermekle birlikte obezite sıklığı, metabolik komplikasyonlar ve hiperandrojenizm derecesi toplumlar arasında değişkenlik gösterebilmektedir [18].

PKOS yalnızca overleri etkileyen bir hastalık olmayıp hipotalamus-hipofiz-over eksenini, pankreas, adipoz doku, karaciğer ve iskelet kası gibi çok sayıda organın etkileşimi sonucunda ortaya çıkan multisistemik bir sendromdur [19]. Hastalığın gelişiminde genetik yatkınlığın önemli rol oynadığı bilinmektedir. Aile çalışmalarında PKOS'lu

kadınların birinci derece akrabalarında hastalık görülme riskinin belirgin şekilde arttığı gösterilmiş, genom çapında ilişkilendirme çalışmaları (GWAS) ise DENND1A, THADA, LHCGR, FSHR, INSR, ERBB4 ve YAP1 gibi birçok gen bölgesinin hastalık gelişimiyle ilişkili olabileceğini ortaya koymuştur [20].

PKOS patofizyolojisinin merkezinde insülin direnci ve hiperinsülinemi yer almaktadır. PKOS'lu kadınların önemli bir bölümünde vücut kitle indeksinden bağımsız olarak periferik insülin direnci gelişmektedir. Artan insülin düzeyi, over teka hücrelerinde androjen sentezini uyarırken karaciğerde seks hormon bağlayıcı globulin (SHBG) üretimini azaltarak dolaşımdaki serbest androjen miktarını artırmaktadır [21]. Sonuç olarak gelişen hiperandrojenizm, folikül gelişiminin durmasına, kronik anovülasyona ve polikistik over morfolojisinin oluşmasına katkıda bulunmaktadır [22].

Gonadotropin sekresyonundaki değişiklikler de hastalığın temel mekanizmalarından biridir. Gonadotropin salgılatıcı hormon (GnRH) pulslarının hızlanması, luteinizan hormon (LH) salınımını artırırken folikül uyarıcı hormon (FSH) düzeyleri normal veya düşük kalabilmektedir. LH/FSH dengesindeki bu değişiklik teka hücrelerinden androjen sentezini artırırken granüloza hücrelerinde aromataz aktivitesini azaltmakta ve dominant folikül gelişimini olumsuz etkilemektedir [23].

Son yıllarda yapılan çalışmalar, kronik düşük dereceli inflamasyonun PKOS gelişiminde önemli rol oynadığını göstermektedir. Serum ve folikül sıvısında C-reaktif protein (CRP), interlökin-6 (IL-6), interlökin-18 (IL-18), tümör nekroz faktörü alfa (TNF- α) ve monosit kemoatraktan protein-1 (MCP-1) düzeylerinin arttığı bildirilmektedir [24]. Bu inflamatuvar ortam insülin direncini derinleştirmekte, over fonksiyonlarını bozmakta ve metabolik komplikasyonların gelişimini kolaylaştırmaktadır.

PKOS'ta inflamasyona eşlik eden bir diğer önemli mekanizma oksidatif strestir. Reaktif oksijen türlerinin (ROS) artması; lipid peroksidasyonu, protein oksidasyonu ve DNA hasarına neden olurken antioksidan savunma sistemlerinde azalma meydana gelmektedir. Malondialdehit (MDA), 8-hidroksi-2'-deoksiguanozin (8-OHdG) ve ileri oksidasyon protein ürünleri gibi biyobelirteçlerde artış; süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT) ve glutatyon peroksidaz (GPx) aktivitelerinde ise azalma bildirilmektedir [25]. Oksidatif stres hem insülin sinyal yollarını bozmakta hem de inflamatuvar yanıtı güçlendirmektedir.

Adipoz dokunun yalnızca enerji depolayan bir organ olmadığı, aynı zamanda çok sayıda biyolojik olarak aktif molekül salgılayan endokrin bir organ olduğu bilinmektedir. PKOS'lu kadınlarda özellikle adiponektin düzeylerinde azalma, leptin, rezistin, visfatin ve chemerin düzeylerinde ise artış bildirilmiştir [26]. Bu adipokin dengesizliği insülin direncini, inflamasyonu ve hiperandrojenizmi artırarak hastalık progresyonuna katkıda bulunmaktadır.

Son yıllarda epigenetik mekanizmalar ve bağırsak mikrobiyotası da PKOS patogenezinde önemli araştırma alanları hâline gelmiştir. DNA metilasyonu, histon modifikasyonları ve mikroRNA ekspresyonundaki değişikliklerin over fonksiyonlarını etkileyebileceği gösterilmiştir. Ayrıca bağırsak mikrobiyotasındaki disbiyozun bağırsak geçirgenliğini artırarak sistemik inflamasyonu tetiklediği ve bunun da insülin direnci ile hiperandrojenizmi şiddetlendirebileceği düşünülmektedir [27,28].

PKOS'un klinik görünümündeki heterojenlik, hastalığın tek bir moleküler mekanizma ile açıklanamayacağını göstermektedir. Genetik yatkınlık, hormonal değişiklikler, inflamasyon, oksidatif stres, metabolik bozukluklar ve çevresel faktörler birbirleriyle etkileşim içinde hastalığın gelişimine katkıda bulunmaktadır. Bu nedenle günümüzde tek bir biyobelirteç yerine çoklu biyobelirteç panelleri ile genomik, transkriptomik, proteomik ve metabolomik verilerin birlikte değerlendirilmesi daha doğru ve kişiselleştirilmiş tanı yaklaşımlarının geliştirilmesine olanak sağlayabilecek önemli stratejiler arasında gösterilmektedir [29,30].

3. Polikistik Over Sendromunda Moleküler Mekanizmalar

PKOS; insülin direnci, hiperandrojenizm, gonadotropin sekresyonundaki değişiklikler, kronik düşük dereceli inflamasyon, oksidatif stres ve adipoz doku disfonksiyonunun birbirini güçlendirdiği kompleks bir hastalıktır. Bu mekanizmalar foliküler gelişimi, ovulasyonu ve metabolik homeostazı bozarak sendromun farklı klinik fenotiplerinin ortaya çıkmasına neden olmaktadır [31,32].

3.1. İnsülin Direnci ve Hiperinsülinemi

İnsülin direnci, PKOS'un en önemli metabolik özelliklerinden biridir ve obezitesi bulunmayan hastalarda da görülebilmektedir. İskelet kası ve adipoz dokuda insülin sinyalinin bozulması sonucunda glukoz alımı azalmakta, pankreas beta hücreleri ise bunu telafi etmek amacıyla daha fazla insülin salgılamaktadır. Gelişen hiperinsülinemi, over teka hücrelerinde androjen sentezini doğrudan uyarmakta ve LH'nin steroidogenik etkisini güçlendirmektedir [31,33].

İnsülin aynı zamanda karaciğerde seks hormonu bağlayıcı globulin sentezini baskılayarak dolaşımdaki serbest testosteron düzeyinin artmasına neden olmaktadır. Hiperandrojenizm ve insülin direnci arasındaki bu karşılıklı ilişki, metabolik ve üreme sistemi bozukluklarını sürdüren bir döngü oluşturmaktadır. Artmış androjen düzeyleri visseral yağlanmayı ve periferik insülin direncini artırırken, hiperinsülinemi de over kaynaklı androjen üretimini desteklemektedir [31,34].

Hücresel düzeyde serin fosforilasyonundaki artış, fosfatidilinozitol-3-kinaz/Akt sinyal yolunun bozulması ve glukoz taşıyıcı proteinlerin hücre membranına taşınmasının azalması insülin direncine katkıda bulunmaktadır. Buna karşın mitojenle aktive olan protein kinaz yolunun görece korunması, hiperinsülineminin steroidogenez ve hücresel proliferasyon üzerindeki etkilerinin devam etmesine neden olabilmektedir [33].

3.2. Hiperandrojenizm

Hiperandrojenizm, PKOS'un temel tanısal ve patofizyolojik özelliklerinden biridir. Over teka hücrelerinde CYP17A1, CYP11A1 ve 3 β -hidroksisteroid dehidrogenaz gibi steroidogenez enzimlerinin aktivitesindeki artış androstenedion ve testosteron üretimini yükseltmektedir. Artmış LH uyarısı ve hiperinsülinemi bu süreci daha da güçlendirmektedir [32,34].

Yüksek androjen düzeyleri granüloza hücrelerinin fonksiyonlarını, foliküler gelişimi ve oosit olgunlaşmasını olumsuz etkilemektedir. Erken antral foliküllerin büyümesi uyarılırken dominant folikül seçimi bozulmakta ve foliküler arrest gelişmektedir. Bunun sonucunda oligo-anovulasyon ve ultrasonografide gözlenen çok sayıda küçük antral folikül ortaya çıkmaktadır [32].

Hiperandrojenizmin yalnızca overlerle sınırlı olmadığı; adipoz doku, karaciğer ve merkezi sinir sistemindeki metabolik süreçleri de etkilediği bildirilmektedir. Androjen fazlalığı abdominal yağlanmayı artırabilir, adiposit fonksiyonunu bozabilir ve insülin duyarlılığını azaltabilir. Bu nedenle hiperandrojenizm hem hastalığın sonucu hem de metabolik bozuklukları ağırlaştıran bir faktör olarak değerlendirilmektedir [34].

3.3. Gonadotropin Sekresyonundaki Bozukluklar

PKOS'ta hipotalamik gonadotropin salgılatıcı hormon pulslarının sıklığı artmakta ve bu durum hipofizden LH salınımının FSH'ye göre daha belirgin olmasına yol açmaktadır. Yükselmiş LH düzeyleri teka hücrelerinde androjen üretimini artırırken, görece yetersiz FSH aktivitesi granüloza hücrelerinde aromatisasyon ve dominant folikül gelişimini sınırlamaktadır [32].

Progesteronun hipotalamus üzerindeki negatif geri bildirim etkisine karşı gelişen duyarsızlık, GnRH puls sıklığının yüksek kalmasına katkıda bulunmaktadır. Hiperandrojenizm de bu nöroendokrin bozukluğu güçlendirebilmektedir. Bununla birlikte LH/FSH oranı tüm hastalarda yüksek değildir ve PKOS tanısında tek başına güvenilir bir ölçüt olarak kullanılmamalıdır [32].

3.4. Kronik Düşük Dereceli İnflamasyon

PKOS'lu kadınlarda CRP, TNF- α , IL-6, IL-18 ve MCP-1 gibi inflamatuvar belirteçlerin düzeylerinde artış bildirilmektedir. Bu inflamatuvar durum obeziteden bağımsız olarak görülebilsede fazla adipoz doku inflamasyonun şiddetini artırmaktadır [35,36].

Proinflamatuvar sitokinler insülin reseptörü substratlarının serin fosforilasyonunu artırarak insülin sinyalini bozabilmekte ve insülin direncini ağırlaştırabilmektedir. Ayrıca NF- κ B ve c-Jun N-terminal kinaz gibi inflamatuvar sinyal yollarının aktivasyonu, metabolik bozuklukların devamlılığına katkıda bulunmaktadır [35].

Over mikroçevresindeki inflamasyon da foliküler gelişim ve oosit kalitesini etkileyebilir. Folikül sıvısında artan inflamatuvar mediyatörler granüloza hücre fonksiyonlarını bozabilmekte, oksidatif stresi artırabilmekte ve ovulatuvar disfonksiyona katkıda bulunabilmektedir [36]. Bununla birlikte inflamatuvar belirteçlerin önemli bir bölümü obezite, insülin direnci ve diğer metabolik faktörlerden etkilendiği için PKOS'a özgü değildir.

3.5. Oksidatif Stres ve Mitokondriyal Disfonksiyon

PKOS'ta reaktif oksijen türlerinin üretimi ile antioksidan savunma arasındaki dengenin bozulduğu bildirilmektedir. Malondialdehit, homosistein ve ileri oksidasyon protein ürünleri gibi oksidatif stres göstergelerinde artış; toplam antioksidan kapasite ve glutatyon düzeylerinde ise azalma görülebilmektedir [37,38].

Aşırı ROS üretimi insülin sinyal yollarını bozmakta, inflamatuvar yanıtı güçlendirmekte ve over hücrelerinde DNA, protein ve lipid hasarına neden olmaktadır. Oksidatif stresin şiddeti ile insülin direnci ve hiperandrojenizm arasında çift yönlü bir ilişki olduğu düşünülmektedir [37].

Granüloza hücrelerindeki mitokondriyal disfonksiyon, azalmış oksidatif fosforilasyon, ATP üretiminde düşüş ve artmış ROS oluşumu ile karakterizedir. Bu değişiklikler oosit olgunlaşmasını, foliküler gelişimi ve embriyo kalitesini olumsuz etkileyebilir [38,39]. Mitokondriyal DNA varyasyonları, bozulmuş mitofaji ve NAD⁺ metabolizmasındaki değişiklikler de PKOS patogeneğinde araştırılan mekanizmalar arasındadır [39].

3.6. Adipoz Doku Disfonksiyonu ve Adipokinler

PKOS'ta özellikle visseral adipoz dokuda hipertrofi, inflamatuvar hücre infiltrasyonu ve insülin duyarlılığında azalma görülebilmektedir. Adipoz doku disfonksiyonu yalnızca obez hastalarla sınırlı olmayıp normal vücut ağırlığına sahip PKOS'lu kadınlarda da metabolik bozukluklara katkıda bulunabilir [40].

Adiponektin, insülin duyarlılığını ve yağ asidi oksidasyonunu artıran antiinflamatuvar bir adipokindir. PKOS'ta adiponektin düzeylerinin çoğunlukla azaldığı bildirilirken leptin, visfatin, rezistin ve chemerin gibi adipokinlerin düzeylerine ilişkin sonuçlar daha heterojendir. Bu farklılıklar vücut kitle indeksi, yağ dağılımı ve hastalık fenotipiyle ilişkili olabilir [40].

Adipoz dokudan salınan serbest yağ asitleri ve proinflamatuvar sitokinler karaciğer ve iskelet kasındaki insülin direncini artırabilir. Bu nedenle adipoz doku miktarından çok, dokunun fonksiyonel bozukluğunun PKOS'un metabolik özelliklerinde belirleyici olabileceği düşünülmektedir [40].

3.7. Epigenetik Mekanizmalar

PKOS gelişiminde DNA metilasyonu, histon modifikasyonları ve kodlamayan RNA'ların rolü giderek daha fazla araştırılmaktadır. Steroidogenez, insülin sinyali, inflamasyon ve folikül gelişimiyle ilişkili genlerdeki epigenetik değişiklikler hastalığın klinik özelliklerine katkıda bulunabilir [41].

Maternal hiperandrojenizm, metabolik bozukluklar ve çevresel maruziyetlerin fetal dönemde epigenetik programlamayı etkileyerek sonraki nesillerde PKOS benzeri özelliklere yatkınlık oluşturabileceği ileri sürülmektedir. Ancak insan çalışmalarında bu ilişkinin nedenselliği henüz kesin olarak gösterilememiştir [41].

Dolaşımdaki mikroRNA'lar da PKOS'un tanı ve fenotiplendirilmesinde araştırılan aday biyobelirteçlerdir. Bununla birlikte farklı çalışmalar arasında öne çıkan mikroRNA profillerinin tutarlı olmaması, örnekleme ve analiz yöntemlerinin standardize edilmesi gerektiğini göstermektedir.

3.8. Bağırsak Mikrobiyotası

PKOS'lu kadınlarda bağırsak mikrobiyota çeşitliliği ve bakteri kompozisyonunda farklılıklar bildirilmiştir. Disbiyozun bağırsak geçirgenliğini artırarak mikrobiyal ürünlerin dolaşıma geçmesine, sistemik inflamasyona ve insülin direncinin ağırlaşmasına katkıda bulunabileceği düşünülmektedir [41,42].

Bağırsak mikroorganizmalarının ürettiği kısa zincirli yağ asitleri, safra asitleri ve diğer metabolitler glukoz metabolizması, immün yanıt ve hormonal denge üzerinde etkili olabilir. Deneysel çalışmalarda mikrobiyota veya metabolitlerin değiştirilmesiyle metabolik ve over fonksiyonlarında iyileşme bildirilmiş olsa da insanlarda nedensellik ve klinik tedavi değeri henüz kesinleşmemiştir [42].

3.9. Foliküler Arrest ve AMH

PKOS'lu kadınlarda küçük antral ve preantral folikül sayısının artması nedeniyle serum anti-Müllerian hormon düzeyleri sıklıkla yüksektir. Granüloza hücrelerinden salgılanan AMH, primordial foliküllerin büyümeye başlamasını ve FSH'ye duyarlı foliküler gelişimi baskılayabilmektedir. Artmış AMH aktivitesinin foliküler arrest ve anovulasyona katkıda bulunabileceği düşünülmektedir [32].

Bununla birlikte AMH düzeyleri kullanılan ölçüm yöntemine, yaşa, vücut kitle indeksine ve etnik özelliklere göre değişebilmektedir. Bu nedenle AMH önemli bir aday biyobelirteç olmakla birlikte tek başına PKOS tanısı koyduracak evrensel bir eşik değere henüz sahip değildir.

4. Polikistik Over Sendromunda Güncel Biyobelirteçler

PKOS'un heterojen yapısı ve klinik fenotipler arasındaki farklılıklar nedeniyle tek bir biyobelirteç ile tanı koyulması mümkün görünmemektedir. Son yıllarda gerçekleştirilen çalışmalar; hormonal belirteçler, metabolik göstergeler, inflamatuvar sitokinler, oksidatif stres belirteçleri, mikroRNA'lar, hücre dışı veziküller ile proteomik ve metabolomik profillerin birlikte değerlendirilmesinin tanısal doğruluğu artırabileceğini göstermektedir [43,44].

4.1. Anti-Müllerian Hormon (AMH)

Anti-Müllerian hormon (AMH), overde bulunan preantral ve küçük antral foliküllerin granüloza hücrelerinden salgılanan glikoprotein yapısında bir hormondur. PKOS'lu kadınlarda küçük antral folikül sayısının artmasına bağlı olarak serum AMH düzeyleri genellikle sağlıklı kadınlara göre daha yüksektir [45].

Artmış AMH düzeyleri yalnızca artmış folikül sayısını yansıtmakla kalmayıp, folikül gelişiminin baskılanmasına ve dominant folikül seçiminin bozulmasına da katkıda bulunabilmektedir. Ayrıca GnRH nöronları üzerindeki etkileri nedeniyle gonadotropin sekresyonunu etkileyebileceği düşünülmektedir [46].

Bununla birlikte AMH düzeyleri yaş, kullanılan analiz yöntemi, vücut kitle indeksi ve etnik farklılıklardan etkilenmektedir. Bu nedenle günümüzde tek başına PKOS tanısı için evrensel bir eşik değeri bulunmamakta, ancak Rotterdam kriterlerini destekleyici biyokimyasal bir belirteç olarak değerlendirilmektedir [45].

4.2. Hiperandrojenizm Belirteçleri

PKOS tanısında biyokimyasal hiperandrojenizmin değerlendirilmesi büyük önem taşımaktadır. Total testosteron, serbest testosteron, androstenedion, dehidroepiandrosteron sülfat (DHEAS) ve serbest androjen indeksi en sık kullanılan belirteçlerdir [47].

Serbest testosteronun biyolojik aktivitesi total testostere göre daha yüksek olduğundan, seks hormonu bağlayıcı globulin düzeyindeki azalma da biyokimyasal hiperandrojenizmin değerlendirilmesinde dikkate alınmalıdır. Günümüzde sıvı kromatografi-kütle spektrometrisi (LC-MS/MS) yöntemi androjen ölçümlerinde en güvenilir yöntem olarak kabul edilmektedir [47].

Ancak androjen düzeyleri menstrual siklus, yaş, obezite ve kullanılan laboratuvar yöntemlerinden etkilenebildiği için tek başına tanısal yeterliliğe sahip değildir.

4.3. İnsülin Direnci Belirteçleri

PKOS'un metabolik bileşeninin değerlendirilmesinde açlık glukozu, açlık insülini, HOMA-IR, QUICKI ve oral glukoz tolerans testi yaygın olarak kullanılmaktadır [48].

Son yıllarda trigliserid-glukoz indeksi (TyG index), metabolik skorlar ve çeşitli insülin duyarlılık indeksleri de araştırılmaktadır. Özellikle HOMA-IR'ın klinik uygulamada yaygın kullanılmasına rağmen farklı toplumlarda ortak bir kesim değeri bulunmamaktadır [48].

İnsülin direncinin erken dönemde belirlenmesi yalnızca metabolik komplikasyonların değil, infertilite ve kardiyovasküler riskin değerlendirilmesi açısından da önem taşımaktadır.

4.4. Adipokinler

Adipoz dokudan salgılanan biyolojik aktif proteinler olan adipokinler PKOS patofizyolojisinde önemli rol oynamaktadır.

Adiponektin düzeylerinin azalması insülin duyarlılığını azaltırken, leptin, rezistin, visfatin, chemerin ve omentin gibi adipokinlerde meydana gelen değişikliklerin inflamasyon ve metabolik bozukluklarla ilişkili olduğu bildirilmektedir [49].

Bununla birlikte adipokin düzeyleri obezite, yağ dağılımı ve metabolik durumdan önemli ölçüde etkilendiği için PKOS'a özgü biyobelirteçler olarak değerlendirilememektedir.

4.5. İnflamatuvar Sitokinler

PKOS'ta kronik düşük dereceli inflamasyonun göstergesi olarak C-reaktif protein (CRP), TNF- α , IL-6, IL-1 β , IL-18 ve MCP-1 gibi çok sayıda inflamatuvar belirteç araştırılmıştır [50].

Bu belirteçlerin önemli bir kısmı hastalığın metabolik fenotipi ile ilişkili bulunmasına rağmen obezite, diyabet ve diğer inflamatuvar hastalıklarda da değişiklik göstermeleri nedeniyle özgüllükleri düşüktür.

Bu nedenle günümüzde inflamatuvar sitokinler tek başlarına tanısal belirteç olarak değil, biyobelirteç panellerinin bir parçası olarak değerlendirilmektedir.

4.6. Oksidatif Stres Belirteçleri

PKOS'lu kadınlarda lipid peroksidasyon ürünleri, malondialdehit, ileri oksidasyon protein ürünleri ve 8-OHdG düzeylerinde artış bildirilmiştir. Buna karşılık süperoksit dismutaz, katalaz, glutatyon peroksidaz ve toplam antioksidan kapasitede azalma görülebilmektedir [51].

Bu biyobelirteçlerin hastalık şiddeti ve metabolik bozukluklarla ilişkili olabileceği gösterilmiş olsa da klinik uygulamada rutin kullanımları için yeterli kanıt henüz bulunmamaktadır.

4.7. MikroRNA'lar

Son yıllarda dolaşımdaki mikroRNA'lar PKOS'un en umut verici biyobelirteçlerinden biri hâline gelmiştir. Özellikle miR-21, miR-93, miR-122, miR-146a, miR-222, miR-320 ve miR-423 gibi mikroRNA'ların PKOS'lu kadınlarda farklı düzeylerde eksprese edildiği bildirilmektedir [52].

Bu mikroRNA'lar insülin sinyali, steroidogenez, inflamasyon ve granüloza hücre fonksiyonlarının düzenlenmesinde görev almaktadır. Bununla birlikte analiz yöntemlerinin standardize edilmemesi ve farklı hasta gruplarında değişken sonuçlar elde edilmesi nedeniyle henüz rutin tanıda kullanılmamaktadır.

4.8. Hücre Dışı Veziküller ve Eksozomlar

Eksozomlar; proteinler, lipidler, mRNA ve mikroRNA taşıyan nano boyutlu hücre dışı veziküllerdir.

PKOS'ta granüloza hücreleri ve adipoz dokudan salınan eksozomların hücreler arası iletişimde görev aldığı, inflamasyon, insülin direnci ve foliküler gelişim üzerinde etkili olabileceği gösterilmiştir [53]. Eksozomal mikroRNA'ların dolaşımında oldukça stabil bulunması nedeniyle gelecekte noninvaziv tanıda önemli aday biyobelirteçler arasında yer alabileceği düşünülmektedir.

4.9. Proteomik Yaklaşımlar

Yüksek çözünürlüklü kütle spektrometrisi yöntemleri sayesinde serum, plazma, folikül sıvısı ve granüloza hücrelerinde çok sayıda farklı protein tanımlanmıştır.

Kompleman sistemi proteinleri, apolipoproteinler, inflamatuvar proteinler, antioksidan enzimler ve steroid metabolizmasıyla ilişkili proteinler PKOS'ta araştırılan başlıca proteomik biyobelirteçlerdir [54]. Ancak mevcut çalışmaların büyük bölümü küçük örneklem gruplarında gerçekleştirdiğinden elde edilen sonuçların klinik doğrulanması gerekmektedir.

4.10. Metabolomik Yaklaşımlar

Metabolomik analizler PKOS'ta amino asit metabolizması, yağ asidi oksidasyonu, fosfolipit metabolizması ve enerji üretim yollarında önemli değişiklikler olduğunu göstermektedir. Özellikle dallı zincirli amino asitler, serbest yağ asitleri, sfingolipitler ve safra asidi metabolizmasındaki değişikliklerin hastalık gelişimiyle ilişkili olabileceği bildirilmektedir [55].

Metabolomik profillerin klinik fenotiplendirme ve tedavi yanıtının öngörülmesinde önemli katkılar sağlayabileceği düşünülmektedir.

4.11. Çoklu Omik Yaklaşımlar ve Yapay Zekâ

PKOS'un heterojen yapısı nedeniyle tek bir biyobelirteç yerine genomik, epigenomik, transkriptomik, proteomik ve metabolomik verilerin birlikte değerlendirilmesi daha doğru sonuçlar vermektedir [56].

Makine öğrenmesi ve yapay zekâ algoritmaları kullanılarak oluşturulan çoklu biyobelirteç modelleri, klasik biyokimyasal testlere göre daha yüksek tanısal doğruluk sağlayabilmektedir.

Ancak bu modellerin farklı popülasyonlarda doğrulanması ve standardize edilmesi gerekmektedir.

5. Biyobelirteçlerin Klinik Kullanımı, Tedavi İzlemi ve Gelecek Perspektifleri

Polikistik over sendromunun klinik heterojenliği nedeniyle günümüzde tek bir biyobelirteç ile tanı koyulması veya hastalığın tüm fenotiplerinin belirlenmesi mümkün değildir. Mevcut tanı yaklaşımı klinik bulgular, biyokimyasal değerlendirme ve ultrasonografik incelemenin birlikte yorumlanmasına dayanmaktadır [57]. Bununla birlikte son yıllarda geliştirilen moleküler biyobelirteçlerin tanı doğruluğunu artırabileceği, hastalık fenotiplerini ayırt edebileceği ve tedavi yanıtının değerlendirilmesine katkı sağlayabileceği düşünülmektedir.

5.1. Tanıdaki Klinik Kullanım

PKOS tanısında halen en yaygın kullanılan yaklaşım Rotterdam kriterleridir. Ancak bu kriterler hastalığın moleküler heterojenliğini tam olarak yansıtmamaktadır. Özellikle adolesan dönem, menopoz öncesi dönem ve farklı etnik gruplarda tanısal güçlükler yaşanabilmektedir [57].

AMH, androjen profili, insülin direnci göstergeleri ve metabolik belirteçlerin birlikte değerlendirilmesi tanısal doğruluğu artırabilmektedir. Bununla birlikte mevcut uluslararası kılavuzlar, hiçbir biyobelirtecın tek başına tanı amacıyla kullanılmasını önermemektedir. Bu nedenle biyobelirteçler, klinik değerlendirmeyi destekleyen yardımcı araçlar olarak kabul edilmektedir [58].

Son yıllarda geliştirilen çok değişkenli tanısal modeller, hormonal belirteçler ile metabolik ve inflamatuvar parametrelerin birlikte değerlendirilmesi sayesinde klasik tanı yöntemlerine göre daha yüksek tanısal performans gösterebilmektedir. Ancak bu modellerin farklı popülasyonlarda doğrulanmasına ihtiyaç bulunmaktadır.

5.2. Hastalık Fenotiplerinin Belirlenmesi

PKOS tek tip bir hastalık olmayıp farklı klinik fenotiplere sahiptir. Bazı hastalarda hiperandrojenizm ön planda iken bazı hastalarda metabolik bozukluklar veya ovulatuvar disfonksiyon baskın olabilmektedir.

Son yıllarda yapılan çalışmalar, biyobelirteç profillerinin farklı fenotiplerin belirlenmesinde yardımcı olabileceğini göstermektedir. Örneğin hiperandrojenik fenotiplerde androjenler, LH düzeyleri ve inflamatuvar belirteçler daha yüksek bulunabilirken metabolik fenotiplerde insülin direnci göstergeleri, adipokinler ve oksidatif stres belirteçleri daha belirgin değişiklik göstermektedir [59].

Bu yaklaşım gelecekte hastaların yalnızca klinik bulgularına göre değil, moleküler özelliklerine göre de sınıflandırılmasına olanak sağlayabilir.

5.3. Tedavi Yanıtının İzlenmesi

PKOS tedavisinde yaşam tarzı değişiklikleri, kilo kontrolü, düzenli fiziksel aktivite ve beslenme düzenlemeleri temel yaklaşımı oluşturmaktadır. Gerekğinde kombine oral kontraseptifler, antiandrojen ilaçlar, metformin, glukagon benzeri peptid-1 (GLP-1) reseptör agonistleri ve infertilite tedavisine yönelik ajanlar kullanılabilmektedir [57].

Tedavi başarısı çoğunlukla klinik semptomların düzelmesi, ovulasyonun yeniden başlaması, gebelik oranları ve metabolik parametrelerdeki iyileşme ile değerlendirilmektedir. Bununla birlikte AMH, androjen düzeyleri, HOMA-IR, inflamatuvar sitokinler ve oksidatif stres belirteçlerinin tedavi öncesi ve sonrası değişimlerinin tedavi yanıtını yansıtabileceği bildirilmektedir [60]. Ancak bu biyobelirteçlerin tedavi izlemi amacıyla rutin kullanımını destekleyen yeterli kanıt henüz bulunmamaktadır.

5.4. Kardiyometabolik Riskin Değerlendirilmesi

PKOS yalnızca infertilite ile ilişkili bir hastalık değildir. Tip 2 diyabet, metabolik sendrom, hipertansiyon, dislipidemi ve kardiyovasküler hastalık riski de artmaktadır.

Açlık glukozu, HbA1c, HOMA-IR, lipid profili, yüksek duyarlılıklı CRP ve çeşitli adipokinlerin birlikte değerlendirilmesi uzun dönem metabolik riskin belirlenmesine katkı sağlayabilir. Bununla birlikte bu belirteçlerin önemli bir bölümü genel metabolik hastalık belirteçleri olup PKOS'a özgü değildir. Bu nedenle günümüzde kardiyometabolik risk değerlendirmesinde biyobelirteçler klinik risk faktörleriyle birlikte yorumlanmalıdır.

5.5. Üreme Fonksiyonlarının Değerlendirilmesi

PKOS'lu kadınlarda infertilite, kronik anovülasyona bağlı olarak en sık görülen komplikasyonlardan biridir. AMH, antral folikül sayısı ve çeşitli hormonal belirteçler over rezervi ve ovulatuvar fonksiyon hakkında bilgi sağlayabilmektedir.

Yardımcı üreme teknikleri uygulanacak hastalarda AMH düzeyleri over yanıtının öngörülmesinde yararlı olabilmektedir. Ancak yüksek AMH düzeylerinin her zaman daha iyi fertilite anlamına gelmediği, foliküler arrestin de önemli bir göstergesi olabileceği unutulmamalıdır.

Gelecekte moleküler biyobelirteçlerin oosit kalitesi, embriyo gelişimi ve gebelik başarısını öngörmeye de kullanılabileceği düşünülmektedir.

5.6. Kişiselleştirilmiş Tedavi Yaklaşımları

PKOS'un klinik ve moleküler heterojenliği, tüm hastalara aynı tedavi yaklaşımının uygulanmasının uygun olmadığını göstermektedir. İnsülin direncinin baskın olduğu hastalarda insülin duyarlılığını artıran tedaviler ön plana çıkarken, hiperandrojenizmin baskın olduğu olgularda hormonal tedaviler daha etkili olabilmektedir.

Gelecekte genetik, epigenetik, proteomik ve metabolomik verilerin birlikte değerlendirilmesi sayesinde hastaya özgü tedavi planlarının oluşturulabileceği öngörülmektedir. Bu yaklaşım, gereksiz ilaç kullanımını azaltabilir ve tedavi başarısını artırabilir.

5.7. Yapay Zekâ ve Çoklu Omik Yaklaşımlar

Yapay zekâ ve makine öğrenmesi yöntemleri çok sayıda biyobelirtecin aynı anda değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır. Genomik, transkriptomik, proteomik, metabolomik ve klinik verilerin birlikte analiz edilmesiyle oluşturulan modellerin PKOS tanısında klasik yöntemlere göre daha yüksek doğruluk sağlayabileceği bildirilmektedir.

Ancak mevcut çalışmaların büyük bölümü küçük örneklem gruplarında gerçekleştirilmiş olup algoritmaların farklı popülasyonlarda doğrulanması gerekmektedir. Ayrıca veri standardizasyonu, etik sorunlar ve maliyet gibi faktörler klinik uygulamanın önündeki önemli engeller arasında yer almaktadır.

5.8. Gelecek Perspektifleri

Son yıllarda geliştirilen yüksek kapasiteli omik teknolojileri, tek hücre dizileme yöntemleri, uzaysal transkriptomik analizler ve yapay zekâ destekli biyoinformatik yaklaşımlar PKOS araştırmalarında yeni bir dönem başlatmıştır. Gelecekte dolaşımdaki mikroRNA panelleri, eksozomal belirteçler, metabolik imzalar ve çoklu biyobelirteç algoritmalarının birlikte kullanılmasıyla daha erken tanı konulması, hastaların moleküler alt gruplara ayrılması ve kişiselleştirilmiş tedavi stratejilerinin geliştirilmesi mümkün olabilir.

Bununla birlikte mevcut biyobelirteçlerin klinik uygulamaya geçebilmesi için geniş hasta popülasyonlarında gerçekleştirilecek çok merkezli, prospektif ve standardize çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır. Bu çalışmalar sonucunda geliştirilecek güvenilir biyobelirteç panellerinin, PKOS yönetiminde tanı, prognoz ve tedavi izlemini önemli ölçüde geliştirmesi beklenmektedir.

Sonuç

Polikistik over sendromu, yalnızca üreme fonksiyonlarını etkileyen bir endokrin bozukluk olmayıp, insülin direnci, hiperandrojenizm, kronik düşük dereceli inflamasyon, oksidatif stres, adipoz doku disfonksiyonu, genetik yatkınlık ve epigenetik değişikliklerin birlikte rol aldığı kompleks ve heterojen bir hastalıktır. Hastalığın klinik görünümü bireyler arasında önemli farklılıklar göstermekte olup, bu durum tanı ve tedavi süreçlerinin kişiselleştirilmesini gerekli kılmaktadır.

Son yıllarda moleküler biyoloji ve omik teknolojilerinde yaşanan gelişmeler, PKOS'un patofizyolojisinin daha iyi anlaşılmasına katkı sağlamış ve çok sayıda yeni biyobelirtecin tanımlanmasına olanak vermiştir. Anti-Müllerian hormon, androjen profili, insülin direnci belirteçleri, adipokinler, inflamatuvar sitokinler, oksidatif stres belirteçleri, mikroRNA'lar, hücre dışı veziküller, proteomik ve metabolomik profiller, hastalığın tanısı ve klinik değerlendirilmesinde umut verici adaylar olarak öne çıkmaktadır. Bununla birlikte mevcut biyobelirteçlerin büyük çoğunluğu yeterli standardizasyonun bulunmaması, hasta popülasyonlarının heterojenliği ve farklı analiz yöntemleri nedeniyle henüz rutin klinik uygulamaya girememiştir.

PKOS'un heterojen yapısı dikkate alındığında, gelecekte tek bir biyobelirteç yerine çoklu biyobelirteç panellerinin kullanılmasının daha doğru sonuçlar sağlayacağı düşünülmektedir. Klinik bulguların hormonal, metabolik, inflamatuvar ve moleküler belirteçlerle birlikte değerlendirilmesi, hastaların daha doğru sınıflandırılmasına ve tedavi yaklaşımlarının bireyselleştirilmesine katkı sağlayabilir. Özellikle genomik, epigenomik, transkriptomik, proteomik ve metabolomik verilerin entegre edildiği çoklu omik yaklaşımlar, hastalığın farklı fenotiplerinin anlaşılmasında önemli fırsatlar sunmaktadır.

Yapay zekâ ve makine öğrenmesi tabanlı analiz yöntemleri de yüksek boyutlu biyolojik verilerin değerlendirilmesini kolaylaştırarak yeni biyobelirteç kombinasyonlarının belirlenmesine katkı sağlayabilir. Bununla birlikte bu teknolojilerin klinik uygulamaya aktarılabilmesi için farklı popülasyonlarda gerçekleştirilecek çok merkezli, prospektif ve standardize doğrulama çalışmalarına ihtiyaç bulunmaktadır.

Sonuç olarak, PKOS'ta araştırılan moleküler biyobelirteçler hastalığın erken tanısı, fenotiplendirilmesi, tedavi yanıtının değerlendirilmesi ve uzun dönem metabolik riskin belirlenmesi açısından önemli bir potansiyele sahiptir. Ancak günümüzde hiçbir biyobelirteç tek başına tanı koydurucu veya tedavi kararını belirleyici özellik göstermemektedir. Gelecekte standardize laboratuvar yöntemleri, geniş hasta serileri ve çoklu omik teknolojilerinin klinik uygulamalara entegre edilmesiyle biyobelirteç temelli kişiselleştirilmiş tanı ve tedavi yaklaşımlarının PKOS yönetiminde önemli bir yer edinmesi beklenmektedir.

Kaynaklar

1. Rotterdam ESHRE/ASRM-Sponsored PCOS Consensus Workshop Group. Revised 2003 consensus on diagnostic criteria and long-term health risks related to polycystic ovary syndrome. *Hum Reprod.* 2004;19(1):41–47.
2. Teede HJ, Tay CT, Laven J, Dokras A, Moran LJ, Piltonen TT, et al. Recommendations from the 2023 International Evidence-based Guideline for the Assessment and Management of PCOS. *Fertil Steril.* 2023;120(4):767–793. doi:10.1016/j.fertnstert.2023.07.025.
3. Escobar-Morreale HF. Polycystic ovary syndrome: definition, aetiology, diagnosis and treatment. *Nat Rev Endocrinol.* 2018;14(5):270–284. doi:10.1038/nrendo.2018.24.
4. Wild RA, Carmina E, Diamanti-Kandarakis E, Dokras A, Escobar-Morreale HF, Futterweit W, et al. Assessment of cardiovascular risk and prevention of cardiovascular disease in women with PCOS: AE-PCOS Society consensus statement. *J Clin Endocrinol Metab.* 2010;95(5):2038–2049. doi:10.1210/jc.2009-2724.
5. Cooney LG, Lee I, Sammel MD, Dokras A. High prevalence of moderate and severe depressive and anxiety symptoms in PCOS: a systematic review and meta-analysis. *Hum Reprod.* 2017;32(5):1075–1091. doi:10.1093/humrep/dex044.
6. Norman RJ, Dewailly D, Legro RS, Hickey TE. Polycystic ovary syndrome. *Lancet.* 2007;370(9588):685–697.
7. Dumesic DA, Oberfield SE, Stener-Victorin E, Marshall JC, Laven JS, Legro RS. Scientific Statement on the Diagnostic Criteria, Epidemiology, Pathophysiology, and Molecular Genetics of PCOS. *Endocr Rev.* 2015;36(5):487–525. doi:10.1210/er.2015-1018.
8. Diamanti-Kandarakis E, Dunaif A. Insulin resistance and the polycystic ovary syndrome revisited: an update on mechanisms and implications. *Endocr Rev.* 2012;33(6):981–1030.
9. Escobar-Morreale HF, Luque-Ramírez M, González F. Circulating inflammatory markers in polycystic ovary syndrome: a systematic review and metaanalysis. *Fertil Steril.* 2011;95(3):1048–1058.
10. Babu A, Ramanathan G. Multi-omics insights and therapeutic implications in polycystic ovary syndrome: a review. *Funct Integr Genomics.* 2023;23(2):130. doi:10.1007/s10142-023-01053-9.
11. Singh S, Pal N, Shubham S, Sarma DK, Verma V, Marotta F, et al. Polycystic ovary syndrome: etiology, current management, and future therapeutics. *J Clin Med.* 2023;12(4):1454.

12. Walford H, Tyler B, Abbara A, Clarke S, Talaulikar V, Al Wattar B. Biomarkers to inform the management of PCOS: A review of systematic reviews. *Clin Endocrinol (Oxf)*. 2024;101(5):535–548. doi:10.1111/cen.15101.
13. Forslund M, Melin J, Stener-Victorin E, Linden Hirschberg A, Teede HJ, Vanky E, et al. International evidence-based guideline on assessment and management of PCOS—A Nordic perspective. *Acta Obstet Gynecol Scand*. 2024;103(1):7–12.
14. Rani S, Chandna P, Kaur M, Kaur S. Multiomics analysis-based biomarkers in the diagnosis of polycystic ovary syndrome. *Biomedicines*. 2022;10(2):407.
15. Barrera FJ, Brown EDL, Rojo A, Obeso J, Plata H, Lincango EP, et al. Application of machine learning and artificial intelligence in the diagnosis and classification of PCOS: a systematic review. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2023;14:1106625. doi:10.3389/fendo.2023.1106625.
16. Azziz R, Carmina E, Chen Z, Dunaif A, Laven JSE, Legro RS, et al. Polycystic ovary syndrome. *Nat Rev Dis Primers*. 2016;2:16057. doi:10.1038/nrdp.2016.57.
17. Lizneva D, Suturina L, Walker W, Brakta S, Gavrilova-Jordan L, Azziz R. Criteria, prevalence, and phenotypes of polycystic ovary syndrome. *Fertil Steril*. 2016;106(1):6–15.
18. Kakoly NS, Khomami MB, Joham AE, Cooray SD, Misso ML, Norman RJ, et al. Ethnicity, obesity and the prevalence of impaired glucose tolerance and type 2 diabetes in PCOS: a systematic review and meta-regression. *Hum Reprod Update*. 2018;24(4):455–467.
19. Goodarzi MO, Dumesic DA, Chazenbalk G, Azziz R. Polycystic ovary syndrome: etiology, pathogenesis and diagnosis. *Nat Rev Endocrinol*. 2011;7(4):219–231.
20. Day F, Karaderi T, Jones MR, Meun C, He C, Drong A, et al. Large-scale genome-wide meta-analysis of PCOS suggests shared genetic architecture for different diagnosis criteria. *PLoS Genet*. 2018;14(12):e1007813. doi:10.1371/journal.pgen.1007813.
21. Zhao H, Zhang J, Cheng X, Nie X, He B. Insulin resistance in polycystic ovary syndrome across various tissues: an updated review. *J Ovarian Res*. 2023;16:9.
22. Diamanti-Kandarakis E, Dunaif A. Insulin resistance and the polycystic ovary syndrome revisited: an update on mechanisms and implications. *Endocr Rev*. 2012;33(6):981–1030.
23. McCartney CR, Marshall JC. Clinical practice. Polycystic ovary syndrome. *N Engl J Med*. 2016;375(1):54–64.
24. González F. Inflammation in polycystic ovary syndrome: underpinning of insulin resistance and ovarian dysfunction. *Steroids*. 2012;77(4):300–305.
25. Murri M, Luque-Ramírez M, Insenser M, Ojeda-Ojeda M, Escobar-Morreale HF. Circulating markers of oxidative stress and PCOS: a systematic review and meta-analysis. *Hum Reprod Update*. 2013;19(3):268–288.
26. Bril F, Ezech U, Amiri M, Hatoum S, Pace L, Chen YH, et al. Adipose tissue dysfunction in polycystic ovary syndrome. *J Clin Endocrinol Metab*. 2023;108(10):2537–2553. doi:10.1210/clinem/dgad356.
27. Vázquez-Martínez ER, Gómez-Viais YI, García-Gómez E, Reyes-Mayoral C, Reyes-Muñoz E, Camacho-Arroyo I, Cerbón M. DNA methylation in the pathogenesis of polycystic ovary syndrome. *Reproduction*. 2019;158(1):R27–R40. doi:10.1530/REP-18-0449.
28. Tremellen K, Pearce K. Dysbiosis of gut microbiota hypothesis in the development of polycystic ovary syndrome. *Med Hypotheses*. 2012;79(1):104–112.
29. Jones MR, Goodarzi MO. Genetic determinants of polycystic ovary syndrome: progress and future directions. *Fertil Steril*. 2016;106(1):25–32.
30. Sadeghi HM, Adeli I, Calina D, Docea AO, Mousavi T, Daniali M, et al. Polycystic ovary syndrome: a comprehensive review of pathogenesis, management, and drug repurposing. *Int J Mol Sci*. 2022;23(2):583. doi:10.3390/ijms23020583.

31. Diamanti-Kandarakis E, Dunaif A. Insulin resistance and the polycystic ovary syndrome revisited: an update on mechanisms and implications. *Endocr Rev.* 2012;33(6):981–1030.
32. Rosenfield RL, Ehrmann DA. The pathogenesis of polycystic ovary syndrome (PCOS): the hypothesis of PCOS as functional ovarian hyperandrogenism revisited. *Endocr Rev.* 2016;37(5):467–520.
33. Dunaif A. Insulin resistance and the polycystic ovary syndrome: mechanism and implications for pathogenesis. *Endocr Rev.* 1997;18(6):774–800.
34. Zhao H, Zhang J, Cheng X, Nie X, He B. Insulin resistance in polycystic ovary syndrome across various tissues: an updated review. *J Ovarian Res.* 2023;16:9.
35. Repaci A, Gambineri A, Pasquali R. The role of low-grade inflammation in the polycystic ovary syndrome. *Mol Cell Endocrinol.* 2011;335(1):30–41.
36. Escobar-Morreale HF, Luque-Ramírez M, González F. Circulating inflammatory markers in polycystic ovary syndrome: a systematic review and metaanalysis. *Fertil Steril.* 2011;95(3):1048–1058.
37. Murri M, Luque-Ramírez M, Insenser M, Ojeda-Ojeda M, Escobar-Morreale HF. Circulating markers of oxidative stress and PCOS: a systematic review and meta-analysis. *Hum Reprod Update.* 2013;19(3):268–288.
38. Dabravolski SA, Nikiforov NG, Eid AH, Nedosugova LV, Starodubova AV, Popkova TV, et al. Mitochondrial dysfunction and chronic inflammation in PCOS. *Int J Mol Sci.* 2021;22(8):3923. doi:10.3390/ijms22083923.
39. Dabravolski SA, Nikiforov NG, Eid AH, Nedosugova LV, Starodubova AV, Popkova TV, et al. Mitochondrial dysfunction and chronic inflammation in PCOS. *Int J Mol Sci.* 2021;22(8):3923.
40. Bril F, Ezech U, Amiri M, Hatoum S, Pace L, Chen YH, et al. Adipose tissue dysfunction in polycystic ovary syndrome. *J Clin Endocrinol Metab.* 2023;108(10):2537–2553.
41. Vázquez-Martínez ER, Gómez-Viais YI, García-Gómez E, Reyes-Mayoral C, Reyes-Muñoz E, Camacho-Arroyo I, Cerbón M. DNA methylation in the pathogenesis of polycystic ovary syndrome. *Reproduction.* 2019;158(1):R27–R40.
42. Tremellen K, Pearce K. Dysbiosis of gut microbiota hypothesis in the development of polycystic ovary syndrome. *Med Hypotheses.* 2012;79(1):104–112.
43. Walford H, Tyler B, Abbara A, Clarke S, Talaulikar V, Al Wattar B. Biomarkers to inform the management of PCOS: A review of systematic reviews. *Clin Endocrinol (Oxf).* 2024;101(5):535–548.
44. Singh S, Pal N, Shubham S, Sarma DK, Verma V, Marotta F, et al. Polycystic ovary syndrome: etiology, current management, and future therapeutics. *J Clin Med.* 2023;12(4):1454.
45. van der Ham K, Louwers YV, Laven JSE. Anti-Müllerian hormone as a diagnostic biomarker for polycystic ovary syndrome and polycystic ovarian morphology: a systematic review and meta-analysis. *Hum Reprod Update.* 2024.
46. Cimino I, Casoni F, Liu X, Messina A, Parkash J, Jamin SP, et al. Novel role for anti-Müllerian hormone in the regulation of GnRH neuron excitability and hormone secretion. *Nat Commun.* 2016;7:10055. doi:10.1038/ncomms10055.
47. Rosner W, Auchus RJ, Azziz R, Sluss PM, Raff H. Position statement: utility, limitations, and pitfalls in measuring testosterone. *J Clin Endocrinol Metab.* 2007;92(2):405–413.
48. Matthews DR, Hosker JP, Rudenski AS, Naylor BA, Treacher DF, Turner RC. Homeostasis model assessment: insulin resistance and beta-cell function from fasting plasma glucose and insulin concentrations in man. *Diabetologia.* 1985;28(7):412–419.
49. Xita N, Papassotiriou I, Georgiou I, Vounatsou M, Margeli A, Tsatsoulis A. The adiponectin-to-leptin ratio in women with PCOS: relation to insulin resistance and proinflammatory markers. *Metabolism.* 2007;56(6):766–771.

50. Boulman N, Levy Y, Leiba R, Shachar S, Linn R, Zinder O, Blumenfeld Z. Increased C-reactive protein levels in the polycystic ovary syndrome: a marker of cardiovascular disease. *J Clin Endocrinol Metab.* 2004;89(5):2160–2165.
51. Rudnicka E, Suchta K, Grymowicz M, Calik-Ksepka A, Smolarczyk K, Duszewska AM, et al. Oxidative stress in polycystic ovary syndrome. *J Clin Med.* 2022;11(22):6794. doi:10.3390/jcm11226794.
52. Vitale SG, Haimovich S, Laganà AS, Bianchini L, De Sire A, La Rosa VL, et al. The translational role of miRNA in PCOS: from pathophysiology to diagnosis and treatment—a systematic review. *Biomedicines.* 2022;10(8):1816.
53. Duval C, Wyse BA, Tsang BK, Librach CL. Extracellular vesicles and their content in the context of PCOS and endometriosis: a review. *J Ovarian Res.* 2024;17(1):160. doi:10.1186/s13048-024-01480-7.
54. Yu Y, Tan P, Zhuang Z, Wang Z, Zhu L, Qiu R, et al. DIA proteomics analysis through serum profiles reveals potential biomarkers for PCOS. *J Proteomics.* 2021;245:104286.
55. Alesi S, Ghelani D, Mousa A. Metabolomic biomarkers in polycystic ovary syndrome: a review of the evidence. *Metabolites.* 2021;11(5):319.
56. Barrera FJ, Brown EDL, Rojo A, Obeso J, Plata H, Lincango EP, et al. Application of machine learning and artificial intelligence in the diagnosis and classification of PCOS: a systematic review. *Front Endocrinol (Lausanne).* 2023;14:1106625.
57. Legro RS, Arslanian SA, Ehrmann DA, Hoeger KM, Murad MH, Pasquali R, et al. Diagnosis and treatment of polycystic ovary syndrome: an Endocrine Society clinical practice guideline. *J Clin Endocrinol Metab.* 2013;98(12):4565–4592.
58. Teede HJ, Tay CT, Laven J, Dokras A, Moran LJ, Piltonen TT, et al. Recommendations from the 2023 International Evidence-based Guideline for the Assessment and Management of PCOS. *Fertil Steril.* 2023;120(4):767–793.
59. Dapas M, Lin FTJ, Nadkarni GN, Sisk R, Legro RS, Urbanek M, et al. Distinct subtypes of polycystic ovary syndrome with novel genetic associations: an unsupervised, phenotypic clustering analysis. *PLoS Med.* 2020;17(6):e1003132. doi:10.1371/journal.pmed.1003132.
60. Teede H, Deeks A, Moran L. Polycystic ovary syndrome: a complex condition with psychological, reproductive and metabolic manifestations that impacts health across the lifespan. *BMC Med.* 2010;8:41. doi:10.1186/1741-7015-8-41.

**PLASENTAL SENESENS VE BİYOKİMYASAL BELİRTEÇLER: GEBELİK
KOMPLİKASYONLARINDA HÜCRESEL YAŞLANMANIN GÜNCEL ROLÜ**

**Dr. Öğr. Üyesi. Hüseyin KARAKAYA¹/ Doç Dr. Gökhan Doğukan AKARSU²/ Prof. Dr. Rukiye HÖBEK
AKARSU³**

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

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

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

Özet

Plasenta, fetal gelişimin sürdürülmesi ve maternal-fetal homeostazın sağlanmasında temel rol oynayan dinamik bir organdır. Son yıllarda yapılan çalışmalar, plasental hücrelerde gelişen erken hücresel yaşlanma (plasental senesens) sürecinin preeklampsi, fetal büyüme kısıtlılığı, gestasyonel diyabet ve spontan preterm doğum gibi birçok obstetrik komplikasyonun patogeneğinde önemli rol oynadığını göstermektedir. Hücresel senesens; geri dönüşümsüz hücre döngüsü durması, telomer kısalması, DNA hasarı, mitokondriyal disfonksiyon ve artmış oksidatif stres ile karakterizedir. Bu süreçte p16^{INK4A}, p21^{WAF1/CIP1}, p53 ve γ -H2AX gibi yaşlanma belirteçlerinin ekspresyonunda artış gözlenirken, senesense bağlı sekretuar fenotip (Senescence-Associated Secretory Phenotype, SASP) kapsamında interlekin-6 (IL-6), interlekin-8 (IL-8), tümör nekroz faktör- α (TNF- α) ve matriks metalloproteinazlarının salınımı belirgin şekilde artmaktadır. Bunun yanında azalmış SIRT1 aktivitesi, bozulan NAD⁺ metabolizması ve mTOR sinyal yolunun aktivasyonu plasental yaşlanmayı hızlandıran önemli biyokimyasal mekanizmalar olarak değerlendirilmektedir.

Plasental senesense eşlik eden biyokimyasal değişikliklerin maternal dolaşımında saptanabilmesi, gebelik komplikasyonlarının erken tanısı ve risk sınıflandırılmasında yeni biyobelirteçlerin geliştirilmesine olanak sağlayabilir. Güncel veriler, klasik klinik değerlendirmelere ek olarak hücresel yaşlanma belirteçlerinin kullanılmasıyla preeklampsi ve fetal büyüme kısıtlılığı gibi hastalıkların daha erken dönemde öngörülebileceğini düşündürmektedir. Bununla birlikte mevcut çalışmaların büyük bölümü deneysel veya küçük hasta serilerine dayanmakta olup, biyobelirteçlerin rutin klinik uygulamaya aktarılabilmesi için geniş ölçekli prospektif çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır.

Bu çalışmada, plasental senesensin moleküler mekanizmaları, ilişkili biyokimyasal belirteçler ve obstetrik hastalıklardaki klinik önemi güncel literatür ışığında değerlendirilmiş; gelecekte erken tanı ve hedefe yönelik tedavi stratejeleri açısından olası kullanım alanları tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Plasental senesens, hücresel yaşlanma, biyokimyasal belirteçler, preeklampsi, fetal büyüme kısıtlılığı, gestasyonel diyabet.

PLACENTAL SENESENCE AND BIOCHEMICAL BIOMARKERS: THE EMERGING ROLE OF CELLULAR AGING IN PREGNANCY COMPLICATIONS**Assist. Prof. Hüseyin KARAKAYA¹/ Assoc. Prof. Gökhan Doğukan AKARSU²/ Prof. Rukiye HÖBEK AKARSU³**¹ Yozgat Bozok University, Faculty of Medicine, Department of Obstetrics and Gynecology, drhusyn@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-5534-3161>² Yozgat Bozok University, Vocational School of Health Services, Department of Pharmacy Services, gokhan_dogukan_akarsu@hotmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-6586-5748>³ Yozgat Bozok University, Faculty of Health Sciences, Department of Nursing, rukiye-hobek@hotmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-3476-0740>**Abstract**

The placenta is a dynamic organ that plays a fundamental role in maintaining fetal development and maternal–fetal homeostasis. Recent studies have demonstrated that premature cellular aging within placental cells, referred to as placental senescence, plays a significant role in the pathogenesis of several obstetric complications, including preeclampsia, fetal growth restriction, gestational diabetes mellitus, and spontaneous preterm birth. Cellular senescence is characterized by irreversible cell cycle arrest, telomere shortening, DNA damage, mitochondrial dysfunction, and increased oxidative stress. During this process, the expression of senescence-associated biomarkers, including p16^{INK4A}, p21^{WAF1/CIP1}, p53, and γ -H2AX, is markedly increased. In addition, the senescence-associated secretory phenotype (SASP) is characterized by enhanced secretion of pro-inflammatory mediators such as interleukin-6 (IL-6), interleukin-8 (IL-8), tumor necrosis factor- α (TNF- α), and matrix metalloproteinases. Furthermore, reduced SIRT1 activity, impaired NAD⁺ metabolism, and activation of the mTOR signaling pathway have emerged as important biochemical mechanisms accelerating placental aging.

The detection of biochemical alterations associated with placental senescence in the maternal circulation may facilitate the development of novel biomarkers for the early diagnosis and risk stratification of pregnancy-related complications. Current evidence suggests that incorporating senescence-associated biomarkers into conventional clinical assessment may improve the early prediction of disorders such as preeclampsia and fetal growth restriction. However, most available studies are experimental or based on relatively small patient cohorts, highlighting the need for large-scale prospective studies before these biomarkers can be implemented in routine clinical practice.

This study summarizes the molecular mechanisms underlying placental senescence, discusses the associated biochemical biomarkers and their clinical relevance in obstetric disorders, and highlights their potential applications in future diagnostic and targeted therapeutic strategies.

Keywords: Placental senescence; cellular senescence; biochemical biomarkers; preeclampsia; fetal growth restriction; gestational diabetes mellitus.

1. GİRİŞ

Plasenta, gebelik süresince maternal ve fetal dolaşım arasında gaz değişimi, besin ve metabolit transferi, hormon sentezi ile immünolojik toleransın düzenlenmesini sağlayan, yüksek metabolik aktiviteye sahip geçici bir organdır. Sağlıklı bir gebelikte plasental gelişim; trofoblast proliferasyonu, farklılaşması, invazyonu ve kontrollü hücre ölümü gibi birçok biyolojik sürecin hassas dengesi ile sürdürülmektedir. Bu süreçlerin bozulması, preeklampsi, fetal büyüme kısıtlılığı (FGR), gestasyonel diyabet mellitus (GDM), spontan preterm doğum ve plasental yetmezlik gibi önemli obstetrik komplikasyonların gelişiminde rol oynamaktadır [1,2].

Son yıllarda yapılan çalışmalar, hücrel yaşlanma (cellular senescence) mekanizmasının yalnızca kronolojik yaşlanmanın bir sonucu olmadığını, embriyonik gelişim, doku yeniden şekillenmesi ve yara iyileşmesi gibi fizyolojik süreçlerde de görev aldığını ortaya koymuştur [3]. Plasentada fizyolojik düzeyde gerçekleşen senesens, gebeliğin ilerleyen dönemlerinde trofoblast yenilenmesinin düzenlenmesine katkıda bulunurken, erken başlayan veya aşırı aktive olan senesens süreci plasental fonksiyonların bozulmasına neden olabilmektedir [4]. Bu nedenle plasental senesens, son yıllarda obstetrik hastalıkların patofizyolojisini açıklamada öne çıkan yeni araştırma alanlarından biri hâline gelmiştir.

Hücrel senesens; hücrelerin proliferatif kapasitelerini kalıcı olarak kaybetmelerine rağmen metabolik aktivitelerini sürdürmeleri ile karakterize kompleks bir stres yanıtıdır. Bu süreç telomer kısalması, DNA hasarı, oksidatif stres, mitokondriyal disfonksiyon, epigenetik değişiklikler ve onkogen aktivasyonu gibi çeşitli uyarılar sonucunda gelişebilmektedir [3,5]. Senesan hücrelerde p53/p21 ve p16^{INK4A/Rb} sinyal yollarının aktivasyonu ile hücre döngüsü geri dönüşümsüz olarak durdurulurken, hücreler aynı zamanda Senescence-Associated Secretory Phenotype (SASP) olarak adlandırılan fenotip aracılığıyla interlekin-6 (IL-6), interlekin-8 (IL-8), tümör nekroz faktör- α (TNF- α), transforming growth factor- β (TGF- β), vasküler endotelial büyüme faktörü (VEGF) ve matriks metalloproteinazları (MMP'ler) gibi çok sayıda biyolojik olarak aktif molekül salgılar [5,6]. SASP bileşenlerinin kronik inflamasyonu artırması, ekstraselüler matriks yapısını değiştirmesi ve komşu hücrelerde sekonder senesensi tetiklemesi nedeniyle plasental fonksiyonların bozulmasında önemli rol oynadığı düşünülmektedir [6,7].

Plasental senesens ile ilişkili biyokimyasal değişikliklerin maternal dolaşımda saptanabilmesi, gebelik komplikasyonlarının erken tanısı açısından önemli bir araştırma alanı oluşturmıştır. Özellikle p16^{INK4A}, p21^{WAF1/CIP1}, γ -H2AX, SIRT1, telomeraz aktivitesi, 8-hidroksi-2'-deoksiguanozin (8-OHdG), malondialdehit (MDA), süperoksit dismutaz (SOD), glutasyon peroksidaz (GPx) ve sFlt-1/PlGF oranı gibi belirteçlerin plasental yaşlanmanın değerlendirilmesinde potansiyel biyobelirteçler olduğu bildirilmektedir [7–10]. Bu biyobelirteçlerin birlikte değerlendirilmesi, yalnızca hastalık mekanizmalarının daha iyi anlaşılmasına değil, aynı zamanda yüksek riskli gebeliklerin erken dönemde belirlenmesine ve kişiselleştirilmiş obstetrik yaklaşımların geliştirilmesine de katkı sağlayabilir.

Bu derlemede plasental senesensin moleküler mekanizmaları, hücrel yaşlanma ile ilişkili biyokimyasal belirteçler ve bu belirteçlerin preeklampsi, fetal büyüme kısıtlılığı, gestasyonel diyabet ve diğer obstetrik komplikasyonlardaki klinik önemi güncel literatür doğrultusunda değerlendirilmiştir.

1. Plasental Senesensin Moleküler Mekanizmaları

Hücrel senesens, proliferatif kapasitenin geri dönüşümsüz olarak kaybedildiği ancak metabolik aktivitenin devam ettiği, fizyolojik ve patolojik koşullarda görülebilen kompleks bir hücrel yanıttır. Plasentada fizyolojik senesens gebeliğin son dönemlerinde doku olgunlaşmasına katkıda bulunurken, erken veya aşırı aktive olan senesens plasental fonksiyon bozukluğuna neden olabilmektedir. Son yıllarda elde edilen bulgular, preeklampsi, fetal büyüme kısıtlılığı ve gestasyonel diyabet gibi gebelik komplikasyonlarında trofoblast hücrelerinde senesensin belirgin şekilde arttığını göstermektedir [11,12].

Plasental senesensin temel tetikleyicilerinden biri **oksidatif stres** tir. Gebelik boyunca artan metabolik aktivite nedeniyle plasenta yüksek miktarda reaktif oksijen türü (Reactive Oxygen Species, ROS) üretmektedir. Normal koşullarda süperoksit dismutaz (SOD), katalaz ve glutatyon peroksidaz (GPx) gibi antioksidan savunma sistemleri ROS oluşumunu dengeler. Ancak hipoksi-reoksijenasyon döngüsü, inflamasyon veya mitokondriyal fonksiyon bozukluğu sonucunda aşırı ROS üretimi DNA hasarına, lipid peroksidasyonuna ve protein oksidasyonuna yol açarak hücrel senesensi başlatmaktadır [13,14]. Bu süreçte 8-hidroksi-2'-deoksiguanozin (8-OHdG) ve malondialdehit (MDA) gibi oksidatif stres belirteçlerinin arttığı bildirilmiştir [15].

Senesensin başlatılmasında **DNA hasar yanıtı (DNA Damage Response, DDR)** merkezi bir role sahiptir. Oksidatif stres veya telomer kısalması sonucu aktive olan ATM ve ATR kinazları, p53 proteinini fosforile ederek p21^{WAF1/CIP1} ekspresyonunu artırır ve hücre döngüsünü G1/S kontrol noktasında durdurur. Bunun yanında p16^{INK4A}/Rb sinyal yolu da siklin bağımlı kinazları inhibe ederek proliferasyonu kalıcı olarak baskılar. Bu iki yolak, plasental trofoblastlarda gözlenen yaşlanmanın temel moleküler mekanizmalarını oluşturmaktadır [16,17].

Bir diğer önemli mekanizma **mitokondriyal disfonksiyondur**. Mitokondriler yalnızca ATP üretiminden sorumlu organeller olmayıp aynı zamanda hücrel redoks dengesinin korunmasında da görev almaktadır. Mitokondriyal DNA hasarı ve elektron taşıma zincirindeki bozukluklar ROS üretimini artırarak senesensi daha da hızlandırmaktadır. Özellikle preeklampitik plasentalarda mitokondriyal membran potansiyelinin azaldığı, ATP sentezinin bozulduğu ve mitofajinin yetersiz kaldığı gösterilmiştir [18]. Bu değişiklikler inflamasyonun sürdürülmesine ve trofoblast fonksiyonlarının bozulmasına katkıda bulunmaktadır.

Plasental yaşlanmanın düzenlenmesinde enerji metabolizmasını kontrol eden sinyal yolları da önemli rol oynamaktadır. **Sirtuin-1 (SIRT1)**, NAD⁺ bağımlı bir deasetilaz olup oksidatif stres yanıtı, mitokondriyal biyogenez ve DNA onarım mekanizmalarının düzenlenmesinde görev alır. Deneysel çalışmalar, preeklampitik plasentalarda SIRT1 ekspresyonunun azaldığını ve bunun trofoblast senesensi ile ilişkili olduğunu göstermektedir [19]. Buna karşılık, **mTOR (mechanistic Target of Rapamycin)** sinyal yolunun aşırı aktivasyonu hücrel büyümeyi artırırken otofajiyi baskılayarak yaşlanma sürecini hızlandırmaktadır. SIRT1 ve mTOR arasındaki dengenin bozulması, plasental homeostazın kaybında temel biyokimyasal mekanizmalardan biri olarak kabul edilmektedir [20].

Senesans hücrelerin en karakteristik özelliklerinden biri **Senescence-Associated Secretory Phenotype (SASP)** geliştirmeleridir. SASP kapsamında IL-6, IL-8, TNF- α , MCP-1, TGF- β , VEGF ve matriks metalloproteinazları gibi çok sayıda biyolojik aktif molekül salgılanmaktadır. Bu mediyatörler inflamasyonu artırmakta, ekstraselüler matriksi yeniden şekillendirmekte ve komşu hücrelerde sekonder senesensi tetikleyerek plasental disfonksiyonun ilerlemesine katkıda bulunmaktadır [6,21]. Özellikle preeklampside artmış SASP aktivitesinin endotelial disfonksiyon ve anormal anjiyogenez ile ilişkili olduğu bildirilmektedir [22].

Son yıllarda epigenetik mekanizmaların da plasental senesensinde rol oynadığı gösterilmiştir. DNA metilasyonu, histon modifikasyonları ve mikroRNA ekspresyonundaki değişiklikler, trofoblast farklılaşmasını ve yaşlanma sürecini doğrudan etkileyebilmektedir. Özellikle miR-34a, miR-210 ve miR-155'in SIRT1 ve mitokondriyal fonksiyonları düzenleyerek plasental senesensi modüle ettiği öne sürülmektedir [23]. Bu nedenle epigenetik düzenleyiciler, gelecekte hem biyobelirteç hem de hedefe yönelik tedavi seçenekleri açısından umut verici görünmektedir.

2. Plasental Senesens ile İlişkili Biyokimyasal Belirteçler

Plasental senesensin moleküler düzeyde anlaşılması, gebelik komplikasyonlarının erken tanısı ve prognozunun öngörülmesinde kullanılabilecek yeni biyobelirteçlerin araştırılmasına olan ilgiyi artırmıştır. Günümüzde plasental yaşlanmanın değerlendirilmesinde tek bir biyobelirteç yeterli görülmemekte, hücre döngüsü

düzenleyicileri, DNA hasar belirteçleri, oksidatif stres göstergeleri, inflamatuvar mediyatörler ve metabolik sinyal yollarının birlikte değerlendirilmesi önerilmektedir [24].

3.1.Hücre Döngüsü Düzenleyicileri

Hücre senesensin en karakteristik özelliklerinden biri, hücre döngüsünün geri dönüşsüz olarak durdurulmasıdır. Bu süreçte p16^{INK4A}, p21^{CIP1/WAF1} ve p53 temel düzenleyici proteinler olarak görev yapmaktadır. DNA hasarı veya oksidatif stres sonucunda aktive olan p53, p21 ekspresyonunu artırarak siklin bağımlı kinazları inhibe eder ve hücre döngüsünü G1 fazında durdurur. Benzer şekilde p16^{INK4A}, retinoblastom (Rb) proteinini aktive ederek proliferasyonu baskılar ve senesans fenotipin devamlılığını sağlar [25,26]. Preeklampitik plasentalarda p16 ve p21 ekspresyonunun anlamlı derecede arttığı, bu artışın trofoblast proliferasyonunda azalma ve villöz yapıda bozulma ile ilişkili olduğu bildirilmiştir [27].

3.2.Telomer Kısılması ve DNA Hasarı

Telomerler, kromozom uçlarını koruyan nükleoprotein yapılardır ve her hücre bölünmesinde kademeli olarak kısalırlar. Kritik telomer uzunluğuna ulaşıldığında DNA hasar yanıtı aktive olur ve hücre senesens başlar. Plasental dokuda telomer uzunluğunun azalması özellikle preeklampsi ve fetal büyüme kısıtlılığı ile ilişkilendirilmiştir [28]. Ayrıca çift zincir DNA kırıklarının duyarlı bir göstergesi olan γ -H2AX ekspresyonundaki artış, plasental yaşlanmanın erken biyobelirteçlerinden biri olarak kabul edilmektedir [29].

3.3. Oksidatif Stres Belirteçleri

Plasenta yüksek oksijen tüketimi nedeniyle oksidatif hasara oldukça duyarlıdır. Reaktif oksijen türlerinin (ROS) aşırı üretimi sonucunda lipid, protein ve DNA yapılarında meydana gelen hasar hücre senesensin temel tetikleyicilerinden biridir. Bu süreçte 8-hidroksi-2'-deoksiguanozin (8-OHdG) oksidatif DNA hasarını, malondialdehit (MDA) ise lipid peroksidasyonunu yansıtan güvenilir biyobelirteçler olarak değerlendirilmektedir. Buna karşılık süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT) ve glutatyon peroksidaz (GPx) gibi antioksidan enzimlerin aktivitelerinde azalma gözlenmektedir [30]. Yapılan çalışmalarda preeklampitik gebeliklerde MDA düzeylerinin arttığı, antioksidan kapasitenin ise azaldığı gösterilmiş olup bu değişikliklerin plasental senesens ile ilişkili olabileceği ileri sürülmektedir [31].

2.4. SASP ve İnflamatuvar Belirteçler

Senesans hücreler yalnızca proliferasyon yeteneklerini kaybetmekle kalmaz, aynı zamanda Senescence-Associated Secretory Phenotype (SASP) olarak tanımlanan güçlü bir sekretuar profil geliştirirler. SASP kapsamında IL-6, IL-8, TNF- α , monosit kemoatraktan protein-1 (MCP-1), transforming growth factor- β (TGF- β) ve matriks metalloproteinazları salgılanarak kronik inflamasyon desteklenir [32]. Plasental dokuda artan SASP aktivitesinin trofoblast invazyonunu bozduğu, spiral arter yeniden şekillenmesini olumsuz etkilediği ve maternal endotelial disfonksiyona katkıda bulunduğu bildirilmektedir [33].

2.5. SIRT1, NAD⁺ Metabolizması ve mTOR Sinyal Yolu

Son yıllarda yapılan çalışmalar, hücre senesensin enerji metabolizmasının plasental yaşlanma üzerindeki belirleyici rolünü ortaya koymuştur. SIRT1, NAD⁺ bağımlı bir deasetilaz olarak oksidatif stres yanıtı, mitokondriyal biyogenez ve inflamasyonun baskılanmasında görev almaktadır. Azalmış SIRT1 ekspresyonunun trofoblast hücrelerinde oksidatif hasarı artırdığı ve senesensin hızlandırdığı gösterilmiştir [34]. Buna karşılık mTOR sinyal yolunun aşırı aktivasyonu hücre senesensin artırırken otofajiyi baskılamakta ve yaşlanma sürecini hızlandırmaktadır [35]. SIRT1/AMPK ve mTOR eksenindeki dengenin korunması, plasental homeostazın sürdürülmesinde kritik öneme sahiptir ve gelecekte hedefe yönelik tedavi yaklaşımları açısından umut verici bir araştırma alanı olarak değerlendirilmektedir [36].

Mevcut bulgular, plasental senesensin tek bir biyobelirteç ile açıklanamayacağını, aksine hücre döngüsü düzenleyicileri, DNA hasar belirteçleri, oksidatif stres göstergeleri ve metabolik sinyal yollarının birlikte değerlendirilmesinin daha yüksek tanısal doğruluk sağlayabileceğini göstermektedir. Bu nedenle çoklu biyobelirteç panellerinin geliştirilmesi, obstetrik komplikasyonların erken tanısı ve bireyselleştirilmiş gebelik izlemi açısından önemli bir potansiyel taşımaktadır.

3. Plasental Senesensin Obstetrik Komplikasyonlardaki Klinik Önemi

Plasental senesens, fizyolojik gebelikte plasental olgunlaşmanın bir parçası olarak kabul edilmesine rağmen, bu sürecin erken başlaması veya aşırı aktivasyonu çeşitli obstetrik komplikasyonların gelişiminde önemli rol oynamaktadır. Son yıllarda elde edilen moleküler ve histopatolojik bulgular, preeklampsi, fetal büyüme kısıtlılığı (FGR), gestasyonel diyabet mellitus (GDM), spontan preterm doğum ve ölü doğum olgularında senesens belirteçlerinin arttığını göstermektedir. Bu nedenle plasental senesens, yalnızca yaşlanmanın biyolojik bir göstergesi olarak değil, aynı zamanda plasental disfonksiyonun önemli bir patofizyolojik mekanizması olarak değerlendirilmektedir (25,28,29).

4.1. Preeklampsi

Preeklampsi, plasental senesens ile en güçlü ilişki gösteren gebelik komplikasyonlarından biridir. Hastalığın erken döneminde yetersiz trofoblast invazyonuna bağlı gelişen plasental hipoperfüzyon, iskemi-reperfüzyon hasarı ve oksidatif stres, hücre yaşlanma mekanizmalarını aktive etmektedir. Preeklampsik plasentalarda p16^{INK4A}, p21^{CIP1/WAF1} ve p53 ekspresyonunun arttığı; buna karşın antioksidan savunma mekanizmalarının zayıfladığı bildirilmiştir (24,26,31). Ayrıca telomer kısalması, γ -H2AX birikimi ve mitokondriyal DNA hasarı gibi bulguların trofoblast fonksiyon kaybı ile ilişkili olduğu gösterilmiştir (24,28). Senesans trofoblastlardan salınan SASP bileşenleri, özellikle IL-6, IL-8 ve TNF- α , maternal sistemik inflamasyonu artırarak endotelial disfonksiyonun gelişmesine katkıda bulunmaktadır (31,33).

Preeklampside dikkat çeken bir diğer mekanizma ise anjiyojenik dengenin bozulmasıdır. Senesens ile ilişkili inflamatuvar süreçlerin, anti-anjiyojenik faktör **soluble fms-like tyrosine kinase-1 (sFlt-1)** üretimini artırırken, **plasental büyüme faktörü (PIGF)** düzeylerini azalttığı bildirilmektedir. Bu değişiklikler, uteroplental dolaşımın bozulmasına ve maternal hipertansiyon ile proteinüri gelişimine katkıda bulunmaktadır (25,26).

4.2. Fetal Büyüme Kısıtlılığı

Fetal büyüme kısıtlılığı, plasental fonksiyon bozukluğunun en önemli klinik sonuçlarından biridir. Son yıllarda yapılan çalışmalar, FGR olgularında plasental villöz dokuda belirgin telomer kısalması, artmış p53 aktivasyonu ve oksidatif DNA hasarı bulunduğunu göstermektedir (28,29). Trofoblast hücrelerinde gelişen senesens, aminoasit ve glukoz taşıyıcılarının ekspresyonunu azaltarak fetüse besin taşınmasını olumsuz etkilemektedir. Aynı zamanda mitokondriyal ATP üretiminin azalması, enerji gereksinimi yüksek olan aktif transport mekanizmalarının yetersiz çalışmasına neden olmaktadır (25,28).

Histopatolojik incelemelerde FGR plasentalarında sinsityotrofoblast düğümlerinin arttığı, villöz dallanmanın azaldığı ve kapiller yoğunluğun düştüğü gösterilmiştir. Bu morfolojik değişiklikler, plasental yaşlanmanın yapısal yansımaları olarak değerlendirilmektedir (24,29).

4.3. Gestasyonel Diyabet Mellitus

Gestasyonel diyabet mellitus, kronik hiperglisemiye bağlı gelişen metabolik ve inflamatuvar değişikliklerin plasental fonksiyonları etkilediği önemli gebelik komplikasyonlarından biridir. Hiperglisemi sonucu artan reaktif oksijen türleri, ileri glikasyon son ürünleri (AGEs) ve kronik inflamasyon trofoblast hücrelerinde DNA hasarı ve mitokondriyal disfonksiyona neden olarak senesensi hızlandırmaktadır (26,31). Deneysel çalışmalarda

gestasyonel diyabette SIRT1 ekspresyonunun azaldığı, buna karşılık mTOR aktivitesinin arttığı ve bu değişikliklerin hücrel yaşlanmayı desteklediği bildirilmiştir (34,35).

Bunun yanı sıra gestasyonel diyabette IL-6, TNF- α ve diğer SASP bileşenlerinin artışı, insülin direncini artırarak hem maternal metabolik bozuklukların hem de fetal makrozominin gelişimine katkıda bulunabilir. Bu nedenle plasental senesens, gestasyonel diyabetin yalnızca bir sonucu değil, aynı zamanda hastalığın ilerlemesini etkileyen aktif biyolojik süreçlerden biri olarak değerlendirilmektedir (26,34).

3.4. Spontan Preterm Doğum

Fizyolojik gebelikte plasental ve fetal membranların kontrollü yaşlanması doğumun başlamasında rol oynayan doğal bir süreçtir. Ancak oksidatif stres ve inflamasyonun etkisiyle bu sürecin erken aktive olması spontan preterm doğum riskini artırabilmektedir. Özellikle fetal membranlarda p38 MAPK aktivasyonu, telomer kısalması ve SASP ilişkili sitokinlerin artışı inflamatuvar yanıtı güçlendirerek membran zayıflamasına ve erken membran rüptürüne katkıda bulunmaktadır (25,26). Son yıllarda fetal membran senesensinin doğum zamanlamasının belirlenmesinde fizyolojik bir mekanizma olduğu, ancak erken aktive olduğunda patolojik sonuçlara yol açtığı kabul edilmektedir (25).

Mevcut kanıtlar birlikte değerlendirildiğinde, plasental senesensin farklı obstetrik komplikasyonlarda ortak patofizyolojik mekanizmaları paylaşan önemli bir biyolojik süreç olduğu anlaşılmaktadır. Hücrel yaşlanma belirteçlerinin erken gebelik döneminde değerlendirilmesi, yüksek riskli gebeliklerin belirlenmesi ve bireyselleştirilmiş obstetrik takip programlarının geliştirilmesi açısından umut verici görünmektedir. Bununla birlikte bu biyobelirteçlerin klinik kullanıma girebilmesi için standardize ölçüm yöntemleri ve geniş ölçekli prospektif klinik çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır (24,25,34).

4. Sonuç

Plasental senesens, uzun yıllar yalnızca fizyolojik plasental olgunlaşmanın bir parçası olarak değerlendirilirken, son yıllarda elde edilen moleküler ve hücrel veriler bu sürecin birçok obstetrik komplikasyonun patogeneğinde aktif rol oynadığını ortaya koymuştur. Günümüzde preeklampsi, fetal büyüme kısıtlılığı, gestasyonel diyabet mellitus, spontan preterm doğum ve ölü doğum gibi gebelik komplikasyonlarında trofoblast hücrelerinde erken senesens geliştiği ve bunun plasental fonksiyon kaybına katkıda bulunduğu kabul edilmektedir (24,25,28).

Plasental yaşlanma süreci, telomer kısalması, DNA hasarı, mitokondriyal disfonksiyon, oksidatif stres ve kronik inflamasyon gibi birbirini tetikleyen çok sayıda moleküler mekanizmanın ortak sonucudur. Bu süreçte p16^{INK4A}, p21^{CIP1/WAF1}, p53, γ -H2AX, SIRT1, mTOR ve SASP bileşenleri yalnızca hücrel yaşlanmanın biyobelirteçleri olarak değil, aynı zamanda hastalık mekanizmalarının aktif düzenleyicileri olarak da görev yapmaktadır (24,30,31,34).

Son yıllarda gerçekleştirilen transkripsiyonel araştırmalar, plasental senesensin maternal dolaşımında ölçülebilen biyobelirteçler aracılığıyla erken gebelik döneminde saptanabileceğini düşündürmektedir. Özellikle oksidatif stres belirteçleri, inflamatuvar sitokinler, hücre döngüsü düzenleyici proteinler ve dolaşımdaki hücrel nükleik asitlerin birlikte değerlendirilmesi, yüksek riskli gebeliklerin erken dönemde belirlenmesine katkı sağlayabilir (25,29). Bununla birlikte mevcut biyobelirteçlerin büyük kısmı henüz araştırma aşamasında olup, farklı çalışma grupları arasında yöntemsel farklılıklar ve standardizasyon eksikliği nedeniyle rutin klinik uygulamada kullanımları sınırlıdır (29).

Son yıllarda dikkat çeken bir diğer gelişme ise **senoterapötik yaklaşımlardır**. Hücrel yaşlanmayı hedefleyen **senolitik** ve **senomorfik** ajanlar, yaşlanan hücrelerin uzaklaştırılması veya SASP yanıtının baskılanması yoluyla plasental fonksiyonların korunmasını amaçlamaktadır. Deneysel çalışmalarda **resveratrol**, **metformin**, **rapamisin**, **NAD⁺ öncüleri** ve çeşitli **SIRT1 aktivatörlerinin** oksidatif stresi azalttığı, mitokondriyal fonksiyonları iyileştirdiği ve trofoblast hücrelerinde senesens belirteçlerini baskıladığı gösterilmiştir. Bununla

birlikte gebelikte bu ajanların güvenilirliği ve etkinliği konusunda yeterli klinik veri bulunmamaktadır. Bu nedenle olası tedavi stratejilerinin rutin obstetrik uygulamaya aktarılabilmesi için geniş ölçekli randomize kontrollü çalışmalara ihtiyaç vardır (34–36).

Tek hücreli RNA dizileme (single-cell RNA sequencing), uzaysal transkriptomik, proteomik, metabolomik ve yapay zekâ destekli çoklu omik analizler, plasental senesensin moleküler temelini daha ayrıntılı anlaşılmasına önemli katkılar sağlamaktadır. Bu teknolojilerin biyokimyasal belirteçlerle birlikte kullanılması, gebelik komplikasyonlarının erken tanısı ve bireyselleştirilmiş risk değerlendirmesinde yeni ufuklar açabilir. Ayrıca maternal dolaşımda saptanabilecek noninvaziv biyobelirteç panellerinin geliştirilmesi, obstetrik pratiğin geleceğinde önemli bir yer tutacaktır (28,29).

Sonuç olarak plasental senesens, yalnızca hücrel yaşlanmanın bir göstergesi olmayıp, obstetrik komplikasyonların gelişiminde merkezi rol oynayan dinamik ve çok yönlü bir biyolojik süreçtir. Hücrel yaşlanma ile ilişkili biyokimyasal belirteçlerin daha iyi anlaşılması, hem gebelik komplikasyonlarının patofizyolojisinin aydınlatılmasına hem de erken tanı, risk sınıflandırması ve hedefe yönelik tedavi yaklaşımlarının geliştirilmesine katkı sağlayacaktır. Önümüzdeki yıllarda multidisipliner çalışmalar ve yüksek kaliteli klinik araştırmaların, plasental senesensin obstetrik uygulamadaki yerini daha net ortaya koyması beklenmektedir.

Kaynaklar

1. Burton GJ, Fowden AL. The placenta: a multifaceted, transient organ. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci.* 2015;370:20140066.
2. Redman CWG, Staff AC, Roberts JM. Syncytiotrophoblast stress in preeclampsia. *Placenta.* 2022;125:80–88.
3. Muñoz-Espín D, Serrano M. Cellular senescence: from physiology to pathology. *Nat Rev Mol Cell Biol.* 2014;15(7):482–496.
4. Cox LS, Redman C. The role of cellular senescence in ageing of the placenta. *Placenta.* 2017;52:139–145.
5. Campisi J. Aging, cellular senescence, and cancer. *Annu Rev Physiol.* 2013;75:685–705.
6. Hernandez-Segura A, Nehme J, Demaria M. Hallmarks of cellular senescence. *Trends Cell Biol.* 2018;28(6):436–453.
7. Sultana Z, Maiti K, Dedman L, Smith R. Is there a role for placental senescence in the genesis of obstetric complications? *Am J Obstet Gynecol.* 2018;218(2S):S762–S773.
8. Colson A, Sonveaux P, Debiève F, Sferruzzi-Perri AN. Adaptations of the human placenta to hypoxia: opportunities for interventions in fetal growth restriction. *Hum Reprod Update.* 2021 Apr 21;27(3):531-569. doi: 10.1093/humupd/dmaa053. PMID: 33377492.
9. Burton GJ, Jauniaux E. Pathophysiology of placental-derived fetal growth restriction. *Am J Obstet Gynecol.* 2018;218:S745–S761.
10. Gaccioli F, Lager S. Placental nutrient transport and intrauterine growth restriction. *Front Physiol.* 2016;7:40.
11. Burton GJ, Jauniaux E. Placental oxidative stress: from miscarriage to preeclampsia. *J Soc Gynecol Invest.* 2004;11(6):342–352. doi:10.1016/j.jsig.2004.03.003.

12. Mannaerts D, Faes E, Gyselaers W, et al. Molecular Pathways of Cellular Senescence and Placental Aging in Late Fetal Growth Restriction and Stillbirth. *International Journal of Molecular Sciences*. 2021;22(4):1710. <https://doi.org/10.3390/ijms22041710>
13. Burton GJ, Yung HW. Endoplasmic reticulum stress in the pathogenesis of early-onset pre-eclampsia. *Pregnancy Hypertens*. 2011;1(1):72–78. doi:10.1016/j.preghy.2010.12.002.
14. Jauniaux E, Poston L, Burton GJ. Placental-related diseases of pregnancy: involvement of oxidative stress and implications in human evolution. *Hum Reprod Update*. 2006;12(6):747–755. doi:10.1093/humupd/dml016.
15. Myatt L, Cui X. Oxidative stress in the placenta. *Histochem Cell Biol*. 2004;122(4):369–382. doi:10.1007/s00418-004-0677-x.
16. Campisi J, d'Adda di Fagagna F. Cellular senescence: when bad things happen to good cells. *Nat Rev Mol Cell Biol*. 2007;8(9):729–740. doi:10.1038/nrm2233.
17. Herranz N, Gil J. Mechanisms and functions of cellular senescence. *J Clin Invest*. 2018;128(4):1238–1246. doi:10.1172/JCI95148.
18. Ausman J, Abbade J, Ermini L, Farrell A, Tagliaferro A, Post M, et al. Placental Mitochondrial Abnormalities in Preeclampsia. *Placenta*. 2022;123:57–64. <https://doi.org/10.1016/j.placenta.2022.05.003>
19. Chaiworapongsa T, Romero R, Tarca AL, et al. The Role of Sirtuin-1 in Normal Pregnancy and Preeclampsia. *Journal of Clinical Medicine*. 2023;12(5):1829. <https://doi.org/10.3390/jcm12051829>
20. Laplante M, Sabatini DM. mTOR signaling in growth control and disease. *Cell*. 2012;149(2):274–293. doi:10.1016/j.cell.2012.03.017.
21. Coppé JP, Desprez PY, Krtolica A, Campisi J. The senescence-associated secretory phenotype: the dark side of tumor suppression. *Annu Rev Pathol*. 2010;5:99–118. doi:10.1146/annurev-pathol-121808-102144.
22. Sultana Z, Maiti K, Dedman L, Smith R. Is there a role for placental senescence in the genesis of obstetric complications? *Am J Obstet Gynecol*. 2018;218(2 Suppl):S762–S773. doi:10.1016/j.ajog.2017.11.567.
23. Kajdy A, Sys D, Modzelewski J, Bogusławska J, Cymbaluk-Płoska A, Kwiatkowska E, Bednarek-Jędrzejek M, Borowski D, Stefańska K, Rabijewski M, Baran A, Torbe A, Feduniw S, Kwiatkowski S. Evidence of Placental Aging in Late SGA, Fetal Growth Restriction and Stillbirth-A Systematic Review. *Biomedicines*. 2023 Jun 21;11(7):1785. doi: 10.3390/biomedicines11071785. PMID: 37509425; PMCID: PMC10376283.
24. Cox LS, Redman C. The role of cellular senescence in ageing of the placenta. *Placenta*. 2017;52:139-145. doi:10.1016/j.placenta.2017.01.116.
25. Sultana Z, Maiti K, Dedman L, Smith R. Is there a role for placental senescence in the genesis of obstetric complications and fetal growth restriction? *Am J Obstet Gynecol*. 2018;218(2 Suppl):S762-S773. doi:10.1016/j.ajog.2017.11.567.
26. Sultana Z, Maiti K, Aitken RJ, Morris J, Dedman L, Smith R. Oxidative stress, placental ageing-related pathologies and adverse pregnancy outcomes. *Am J Reprod Immunol*. 2017;77:e12653.
27. Cindrova-Davies T, et al. Evidence of oxidative stress-induced senescence in mature, post-mature and pathological human placentas. *Placenta*. 2018.
28. Mannaerts D, Faes E, Gyselaers W, et al. Molecular Pathways of Cellular Senescence and Placental Aging in Late Fetal Growth Restriction and Stillbirth. *Int J Mol Sci*. 2021;22:1710.

29. Mannaerts D, Faes E, Gyselaers W, et al. Evidence of Placental Aging in Late SGA, Fetal Growth Restriction and Stillbirth: A Systematic Review. *Biomedicines*. 2023;11:1785.
30. Muñoz-Espín D, Serrano M. Cellular senescence: from physiology to pathology. *Nat Rev Mol Cell Biol*. 2014;15(7):482-496.
31. Hernandez-Segura A, Nehme J, Demaria M. Hallmarks of Cellular Senescence. *Trends Cell Biol*. 2018;28(6):436-453.
32. Campisi J. Aging, Cellular Senescence, and Cancer. *Annu Rev Physiol*. 2013;75:685-705.
33. Coppé JP, Desprez PY, Krtolica A, Campisi J. The senescence-associated secretory phenotype: the dark side of tumor suppression. *Annu Rev Pathol*. 2010;5:99–118. doi:10.1146/annurev-pathol-121808-102144.
34. Słuczanska-Głabowska S, et al. The Role of Sirtuin-1 (SIRT1) in the Physiology and Pathophysiology of the Human Placenta. *Int J Mol Sci*. 2023;24:15790.
35. Laplante M, Sabatini DM. mTOR signaling in growth control and disease. *Cell*. 2012;149(2):274-293.
36. López-Otín C, Blasco MA, Partridge L, Serrano M, Kroemer G. The Hallmarks of Aging. *Cell*. 2013;153(6):1194-1217.

BİSFENOL BAZLI SCHIFF BAZININ FARMAKOKİNETİK VE BİYOLOJİK DEĞERLENDİRMESİ**Dr., Suzan ŞAHİN DOĞAN¹/ Doç. Dr., Duygu AYDIN²****¹Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Kamil Özdağ Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Karaman, Türkiye, <https://orcid.org/0000-0002-1554-0080>****²Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Kamil Özdağ Fen Fakültesi, Kimya Bölümü, Karaman, Türkiye, <https://orcid.org/0000-0003-0436-1869>****Özet**

Schiff baz türevleri, çeşitli biyolojik aktiviteleri ve yapısal çok yönlülükleri nedeniyle büyük ilgi görmüştür. Bu çalışmada, bisfenol bazlı bir Schiff baz türevi olan BPAH'nın fizikokimyasal, farmakokinetik, toksikolojik ve antimikrobiyal özellikleri, *in silico* yaklaşımlar ve *in vitro* antimikrobiyal testler kullanılarak değerlendirilmiştir. Bileşik, 520,21 g/mol moleküler ağırlık, yüksek lipofiliklik ($\log P = 7,358$) ve sınırlı suda çözünürlük ($\log S = -6,016$) sergilemiştir. İlaç benzeri özelliklerin düşük kantitatif tahmini ($QED = 0,174$) ve Lipinski kuralının reddedilmesi, Pfizer kuralının kabul edilmesine karşın sınırlı oral ilaç benzeri özelliklere işaret etmiştir. Farmakokinetik tahminler, düşük bağırsak emilimi ve P-glikoprotein ile çeşitli sitokrom P450 enzimleri, özellikle CYP2C9 ve CYP2C19 ile potansiyel etkileşimler olduğunu ortaya koymuştur. Bu sınırlamalara rağmen, değerlendirilen toksikofor kurallarına göre akut toksisite, genotoksik karsinojenite, genotoksik olmayan karsinojenite veya cilt duyarlılığı açısından herhangi bir uyarı tespit edilmemiştir. BPAH'nın antimikrobiyal aktivitesi, *S. aureus* ve *P. aeruginosa* üzerinde incelenmiştir. BPAH, *S. aureus*'a karşı $7,95 \pm 0,21$ mm'lik bir inhibisyon bölgesi oluştururken, *P. aeruginosa*'ya karşı saptanabilir bir inhibisyon gözlenmemiştir. Genel olarak, BPAH test edilen Gram-pozitif bakteriye karşı sınırlı antibakteriyel aktivite sergilemiştir. Tahmin edilen farmakokinetik profili, özellikle lipofiliklik, çözünürlük ve oral ilaç benzeri özelliklerle ilgili çeşitli sınırlamalara işaret etse de, önemli bir toksisite uyarısının bulunmaması ve gözlemlenen sınırlı antibakteriyel aktivite, BPAH'nın daha ileri yapısal optimizasyon ve biyolojik araştırmalar için potansiyel bir antimikrobiyal iskelet görevi görebileceğini göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Antimikrobiyal, Schiff bazı, ADMET, Farmakokinetik

PHARMACOKINETIC AND BIOLOGICAL EVALUATION OF BISPHENOL-BASED SCHIFF BASE**Dr., Suzan ŞAHİN DOĞAN¹/ Doç. Dr., Duygu AYDIN²****¹Karamanoğlu Mehmetbey University, Kamil Özdağ Faculty of Science, Department of Biology,
Karaman, Türkiye, <https://orcid.org/0000-0002-1554-0080>****²Karamanoğlu Mehmetbey University, Kamil Özdağ Faculty of Science, Department of Chemistry,
Karaman, Türkiye, <https://orcid.org/0000-0003-0436-1869>****Abstract**

Schiff base derivatives have attracted considerable attention because of their diverse biological activities and structural versatility. In the present study, the physicochemical, pharmacokinetic, toxicological, and antimicrobial properties of a bisphenol A-based Schiff base derivative, BPAH, were evaluated using in silico approaches and in vitro antimicrobial assays. The compound exhibited a molecular weight of 520.21 g/mol, a high lipophilicity ($\log P = 7.358$), limited aqueous solubility ($\log S = -6.016$). The low quantitative estimate of drug-likeness ($QED = 0.174$) and rejection of Lipinski's rule indicated limited oral drug-likeness in contrast to accepting Pfizer rule. Pharmacokinetic predictions suggested low intestinal absorption and potential interactions with P-glycoprotein and several cytochrome P450 enzymes, particularly CYP2C9 and CYP2C19. Despite these limitations, no alerts were identified for acute toxicity, genotoxic carcinogenicity, non-genotoxic carcinogenicity, or skin sensitization according to the evaluated toxicophore rules. The antimicrobial activity of BPAH was investigated against *Staphylococcus aureus* and *Pseudomonas aeruginosa*. BPAH produced an inhibition zone of 7.95 ± 0.21 mm against *S. aureus*, whereas no detectable inhibition was observed against *P. aeruginosa*. Overall, BPAH demonstrated limited antibacterial activity against the tested Gram-positive bacterium. Although its predicted pharmacokinetic profile indicates several limitations, particularly related to lipophilicity, solubility, and oral drug-likeness, the absence of major predicted toxicity alerts and the observed antibacterial activity suggest that BPAH may serve as a potential antimicrobial scaffold for further structural optimization and biological investigation.

Keywords:Antimicrobial, Schiff base, Admet, Pharmacokinetic

1. Introduction

Schiff bases are an important class of organic compounds characterized by the presence of an imine or azomethine ($-C=N-$) functional group, typically formed through the condensation of primary amines with aldehydes or ketones. Their structural versatility and ease of chemical modification have made them attractive scaffolds in medicinal chemistry. In particular, Schiff base derivatives have been extensively investigated for a wide range of biological properties, including antibacterial, antifungal, antiviral, antioxidant, anti-inflammatory, and anticancer activities (Ceramella et al., 2022; Sahin Dogan et al., 2025; Wang et al., 2020). Their antimicrobial potential is of particular interest in the continuing search for new bioactive compounds with structurally diverse chemical frameworks.

However, biological activity alone is not sufficient to establish the pharmaceutical potential of a compound. Physicochemical characteristics such as molecular weight, lipophilicity, and solubility, together with absorption, distribution, metabolism, excretion, and toxicity (ADMET) properties, strongly influence the behavior and further development of bioactive molecules. *In silico* ADMET approaches provide a rapid and cost-effective strategy for identifying potential pharmacokinetic and toxicity-related limitations at an early stage, although experimental validation remains essential (Zhang et al., 2025).

In this context, the present study investigated a bisphenol A-based Schiff base derivative, 4,4'-(propane-2,2-diyl)bis(2-((E)-(((E)-2-hydroxybenzylidene)hydrazineylidene)methyl)phenol), BPAH, by integrating *in silico* physicochemical, pharmacokinetic, and toxicological predictions with *in vitro* antimicrobial evaluation. The antibacterial activity of BPAH was assessed against the Gram-positive *Staphylococcus aureus* and the Gram-negative *Pseudomonas aeruginosa* to provide an initial evaluation of its biological potential alongside its predicted ADMET profile.

2. Materials and Method

CC(C1=CC(/C=N/N=C/C2=CC=CC=C2O)=C(O)C=C1)(C)C3=CC(/C=N/N=C/C4=C(O)C=CC=C4)=C(O)C=C3 was synthesized according to previous protocol (AL-Saeedi et al., 2023). ADMET tools (Fu et al., 2024) were used to evaluate the drug potential of bisphenol-based Schiff base by using smile format (Fu et al., 2024). Antimicrobial activity was assessed by the standard disc diffusion method according to Matuschek et al. (Matuschek et al., 2014). BPAH was evaluated at a concentration of 1 mg/mL against *Pseudomonas aeruginosa* and *Staphylococcus aureus*. Following overnight cultivation, bacterial suspensions were adjusted to 0.5 McFarland turbidity and uniformly inoculated onto agar plates. Sterile 6-mm paper discs were impregnated with 40 μ L of BPAH solution (1 mg/mL) and subsequently placed onto the inoculated agar surfaces. Gentamicin (10 μ g/disc) served as the positive control, while distilled water was used as the negative control. After incubation at 35 °C for 16 h, the diameters of the inhibition zones were determined in millimeters. All assays were conducted in duplicate as technical replicates, and the results were expressed as mean $\pm$ standard error (SE).

3. Results and Discussion

To investigate the biological and pharmaceutical potential of BPAH, its physicochemical and ADMET characteristics were evaluated using *in silico* approaches, whereas its antimicrobial activity was examined through *in vitro* assays. First, compound 1 (Tabakci et al., 2019), compound 2 and BPAH were synthesized according to previously reported literature (AL-Saeedi et al., 2023) (Figure 1). The successful formation of the synthesized compounds was further supported by FT-IR spectroscopy (Figure 2). The characteristic absorption band observed at 1623 cm^{-1} was assigned to the azomethine $\nu(C=N)$ stretching vibration, confirming the formation of the Schiff base/hydrazone moieties (Ejiah et al., 2024) (Figure2). The bands at 1484 cm^{-1} and 1178 cm^{-1} were attributed to aromatic ring vibrations and phenolic C–O stretching, respectively. The absorption band at approximately 752 cm^{-1} was assigned to the out-of-plane C–H bending vibration (Jamaludin et al., 2000) (Figure 2).

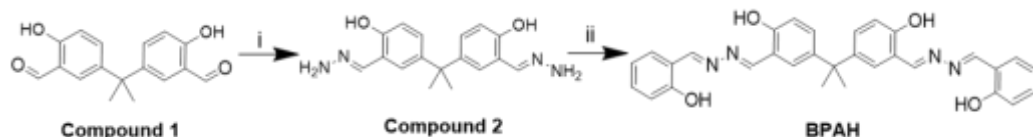


Figure 1. Synthetic route to BPAH, (i) NH_2NH_2 , reflux, (ii) Salicylaldehyde, ethanol, reflux.

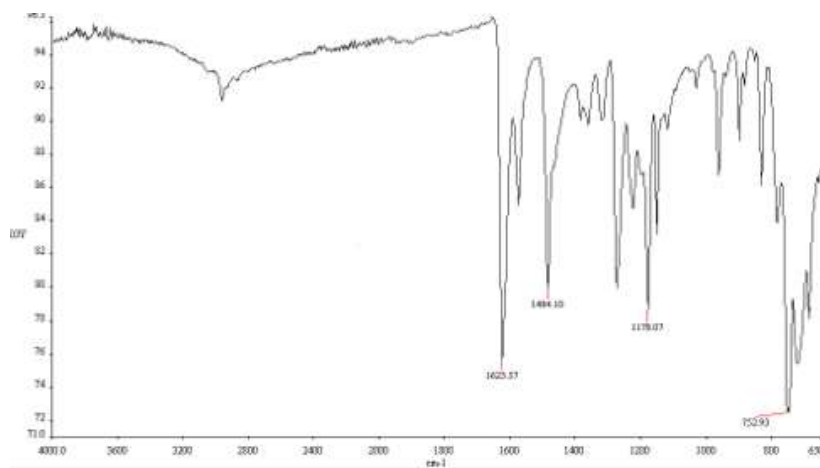


Figure 2. FTIR spectrum of synthesized BPAH

The calculated molecular weight of BPAH is 520.21 g/mol, its total polar surface area (TPSA) is 130.36 Å², and the number of hydrogen bond acceptors and donors are 8 and 4, respectively. The compound's high molecular weight and, in particular, its high logP value of 7.358 indicate that it has a pronounced lipophilic character (Table 1). However, the high TPSA value also demonstrates that the compound's polar character is significant. The coexistence of these properties points to a structure-function relationship that could limit BPAH's passage through biological membranes and its overall pharmacokinetic behavior. The fact that the QED value for BPAH is 0.174 and that it does not meet the Lipinski criteria indicates that the compound differs from classical oral drug-like molecules. Furthermore, the calculated logS value of -6.016 indicates low solubility in aqueous media (Table 1). When evaluated in conjunction with the high logP value, this low solubility can be considered a significant pharmaceutical property that may limit the compound's effective concentration in biological systems. In pharmacokinetic predictions, a Caco-2 permeability of -5.163 and a low estimated HIA value suggest that the compound's effective absorption from the gastrointestinal tract may be limited. In contrast, the estimated P-gp inhibition of +++ indicates that the compound may interact with drug transport systems. An analysis of the CYP profile revealed positive predictions, particularly regarding CYP2C19 and CYP2C9 inhibition, CYP2C9 substrate status, and CYP2D6 substrate status (Table 2). These results indicate that BPAH has the potential to interact with metabolic enzymes and that further pharmacokinetic evaluations are necessary.

Table 1. Physicochemical Property and Medicinal chemistry of BPAH

Physicochemical Property		Medicinal Chemistry	
Property	Value	Property	Value
Molecular Weight	520.21	QED	0.174
Volume	547.471	SAscore	3.039
Density	0.95	Fsp3	0.097
nHA	8	MCE-18	25
nHD	4	NPscore	-0.256
nRot	8	Lipinski	Rule Rejected
nRing	4	Pfizer	Rule Accepted
MaxRing	6	GSK	Rule Rejected
nHet	8	Absorption	
fChar	0	Caco-2 Permeability	-5.163
nRig	28	MDCK Permeability	1.60E-05
Flexibility	0.286	Pgp-inhibitor	+++
TPSA	130.36	Pgp-substrate	--
logS	-6.016	HIA	---
logP	7.358	F20%	+++
logD	3.573	F30%	++

In the Toxicofor analysis, the absence of any alerts for acute toxicity, genotoxic carcinogenicity, non-genotoxic carcinogenicity, skin sensitization, aquatic toxicity, non-biodegradability, or any of the SureChEMBL rules is a notably positive finding (Table 2). However, given that two alerts were identified under the FAF-Drugs4 framework, it should not be concluded that the compound is entirely risk-free. These results are merely in silico predictions, and the actual toxicity profile must be validated through experimental studies.

Table 2. Toxicity and metabolism profile of BPAH

Toxicophore Rules		Metabolism	
Property	Value	Property	Value
Acute Toxicity Rule	0 alert(s)	CYP1A2 inhibitor	-
Genotoxic Carcinogenicity Rule	0 alert(s)	CYP1A2 substrate	--
NonGenotoxic Carcinogenicity Rule	0 alert(s)	CYP2C19 inhibitor	++
Skin Sensitization Rule	0 alert(s)	CYP2C19 substrate	---
Aquatic Toxicity Rule	0 alert(s)	CYP2C9 inhibitor	++
NonBiodegradable Rule	0 alert(s)	CYP2C9 substrate	+++
SureChEMBL Rule	0 alert(s)	CYP2D6 inhibitor	--
FAF-Drugs4 Rule	2 alert(s)	CYP2D6 substrate	++
Excretion		CYP3A4 inhibitor	--
CL	5.668	CYP3A4 substrate	+
T1/2	0.067		

In the antimicrobial assessment, BPAH produced an inhibition zone of 7.95 ± 0.21 mm against *S. aureus* at a concentration of 1000 µg/mL but did not produce a distinct inhibition zone against *P. aeruginosa*. CN, used as a positive control, produced inhibition zones of 19.6 ± 0.56 and 15.85 ± 0.91 mm against *S. aureus* and *P. aeruginosa*, respectively (Table 3) These results indicate that BPAH exhibits limited/moderate antimicrobial activity against *S. aureus* under the tested conditions but shows no significant activity against *P. aeruginosa*. Previous study have demonstrated that newly developed bisphenol derivatives mimicking cationic antimicrobial peptides and targeting bacterial membranes exhibited strong antibacterial activity against Gram-positive strains, with minimum inhibitory concentrations (MICs) ranging from 0.78 to 1.56 µg/mL (Zhong et al., 2024). It has also been reported that bisphenol-derived carbon dots may provide dual benefits by contributing to environmental remediation while simultaneously exhibiting potential for antimicrobial applications (Hu et al., 2025). The fact that BPAH's activity was observed only in *S. aureus* suggests that the compound may be affected by differences in cellular structure between Gram-positive and Gram-negative bacteria.

Table 3. Antimicrobial activity of Schiff base based on disc diffusion assay

Microorganisms	BPAH (1000 µg/mL)	CN(10 µg/disc)	DMSO (1%)
<i>Staphylococcus aureus</i>	7.95 ± 0.21	19.6 ± 0.56	-
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	-	15.85 ± 0.91	-

4. Conclusion

BPAH exhibited a limited antimicrobial effect against *S. aureus* but no detectable activity against *P. aeruginosa*. In silico pharmacokinetic analysis indicated low aqueous solubility, high lipophilicity, limited predicted intestinal absorption, and potential interactions with P-glycoprotein and several CYP enzymes. Although no major toxicity alerts were predicted, the low QED value and violation of Lipinski's rule suggest limited drug-likeness. Overall, BPAH may represent a biologically active scaffold with antimicrobial potential, particularly against Gram-positive bacteria; however, structural optimization and experimental pharmacokinetic and toxicity studies are required to improve its drug-like properties.

References

- AL-Saeedi, A., Aydin, D., & Alici, O. (2023). “Lighting up” fluorescence precise recognition of Al³⁺ with an effective fluorescence detection using a Bisphenol A-based sensor. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 294, 122532. <https://doi.org/10.1016/j.saa.2023.122532>
- Ceramella, J., Iacopetta, D., Catalano, A., Cirillo, F., Lappano, R., & Sinicropi, M. S. (2022). A Review on the Antimicrobial Activity of Schiff Bases: Data Collection and Recent Studies. *Antibiotics*, 11(2), 191. <https://doi.org/10.3390/antibiotics11020191>
- Ejiah, F. N., Fasina, T. M., Revaprasadu, N., Ogunsola, F. T., & Familoni, O. B. (2024). Antibacterial potentials and DNA study of cobalt(II) complexes containing aminophenol Schiff base moiety. *Lafia Journal of Scientific and Industrial Research*, 13–23. <https://doi.org/10.62050/ljsir2024.v2n2.314>
- Fu, L., Shi, S., Yi, J., Wang, N., He, Y., Wu, Z., Peng, J., Deng, Y., Wang, W., Wu, C., Lyu, A., Zeng, X., Zhao, W., Hou, T., & Cao, D. (2024). ADMETlab 3.0: an updated comprehensive online ADMET prediction platform enhanced with broader coverage, improved performance, API functionality and decision support. *Nucleic Acids Research*, 52(W1), W422–W431. <https://doi.org/10.1093/nar/gkae236>
- Hu, S., Zhang, X., Li, J., Wang, X., Gao, C., Zhou, J., Cai, J., Yin, M., Zhao, R., Ding, X., Hong, W., & Hu, Y. (2025). Synergistic nano-bioeffects: Dual impact of bisphenol-derived carbon dots on environmental health and antimicrobial therapy. *Chemical Engineering Journal*, 518, 164871. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2025.164871>
- Jamaludin, S. M. S., Nor Azlan, M. ., Ahmad Fuad, M. ., Mohd Ishak, Z. ., & Ishiaku, U. . (2000). Quantitative analysis on the grafting of an aromatic group on polypropylene in melt by FTIR technique. *Polymer Testing*, 19(6), 635–642. [https://doi.org/10.1016/S0142-9418\(99\)00036-7](https://doi.org/10.1016/S0142-9418(99)00036-7)
- Matuschek, E., Brown, D. F. J., & Kahlmeter, G. (2014). Development of the EUCAST disk diffusion antimicrobial susceptibility testing method and its implementation in routine microbiology laboratories. *Clin Microbiol Infec*, 20, 255–266. <https://doi.org/10.1111/1469-0691.12373>
- Sahin Dogan, S., Cicek, M., Aydin, D., & Kocabas, A. (2025). Evaluation of the therapeutic potential of a Schiff Base Compound: Pharmacokinetic profiling, molecular docking for Enoyl-Acyl carrier protein reductase (InhA), antimicrobial, and anticancer properties. *International Journal of Biological Macromolecules*, 311, 143677. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2025.143677>
- Tabakci, B., Ahmed, H. M. A., & Erdemir, S. (2019). Fast and Reversible “Turn on” Fluorescent Sensors Based on Bisphenol-a for Zn²⁺ in Aqueous Solution. *Journal of Fluorescence*, 29(5), 1079–1087. <https://doi.org/10.1007/s10895-019-02419-8>
- Wang, X., Ding, G., Duan, Y., Zhu, Y., Zhu, G., Wang, M., Li, X., Zhang, Y., Qin, X., & Hung, C.-H. (2020). A novel triphenylamine-based bis-Schiff bases fluorophores with AIE-Activity as the hydrazine fluorescence turn-off probes and cell imaging in live cells. *Talanta*, 217, 121029. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2020.121029>
- Zhang, J., Li, H., Zhang, Y., Huang, J., Ren, L., Zhang, C., Zou, Q., & Zhang, Y. (2025). Computational toxicology in drug discovery: applications of artificial intelligence in ADMET and toxicity prediction. *Briefings in Bioinformatics*, 26(5). <https://doi.org/10.1093/bib/bbaf533>
- Zhong, R., Xu, Z., Zhang, S., Zeng, M., Li, H., Liu, S., & Lin, S. (2024). Development of novel bisphenol derivatives with a membrane-targeting mechanism as potent gram-positive antibacterial agents. *European Journal of Medicinal Chemistry*, 274, 116544. <https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2024.116544>

HEPATEKTOMİ YAPILAN CANLI KARACİĞER NAKİL DONÖRLERİNDE BİLATERAL EREKTÖR SPİNA PLAN BLOĞU İLE TORAKAL EPİDURAL ANALJEZİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Seher İrem KIRAN PAUDEL, Meltem GÜNER CAN

1. Seher İrem Kiran Paudel, Uzman Dr, Anesteziyoloji ve Reanimasyon AD, Acıbadem Üniversitesi Atakent Hastanesi, İstanbul, Türkiye, grikoridor@gmail.com , ORCID: 0000-0002-7220-9458
2. Meltem Güner Can, Doçent Dr, Anesteziyoloji ve Reanimasyon AD, Acıbadem Üniversitesi Atakent Hastanesi, İstanbul, Türkiye, drmeltemguner@yahoo.com , ORCID: 0000-0002-7417-1967

Özet

Amaç: Bu çalışmada, karaciğer transplantasyonu için hepatektomi uygulanan donör hastalarda bilateral erektör spina plan bloğu (ESPB) ile torakal epidural analjezinin (TEA) postoperatif ağrı yönetimi ve erken iyileşme parametreleri üzerindeki etkilerinin karşılaştırılması amaçlandı.

Gereç ve Yöntem: Ocak 2020 ile Aralık 2022 tarihleri arasında canlı vericili karaciğer transplantasyonu için hepatektomi yapılan hastalar çalışmaya dahil edildi. Hastalar Grup 1 (TEA) ve Grup 2 (ESPB) olarak iki gruba ayrıldı. Birincil sonlanım noktası; görsel analog skala (VAS) skorları, hasta kontrollü analjezi (PCA) verileri ve ek morfin gereksinimi temel alınarak analjezik etkinliğin değerlendirilmesiydi. İkincil sonlanım noktaları ise bulantı-kusma varlığı, ek antiemetik ilaç gereksinimi ve dozu, kaşıntı varlığı, gaz ve gaita çıkış zamanı, üriner retansiyon varlığı, ilk mobilizasyon zamanı, oral alım zamanı, Bromage skoru (motor blok etkinliği ve alt ekstremita kas gücünün değerlendirilmesi amacıyla) ve bilinç düzeyi (LOC) olarak belirlendi.

Bulgular: Her iki grup benzer demografik özellikler gösterdi. Genel VAS skorları gruplar arasında benzer olmakla birlikte, postoperatif 1. ve 3. saatlerdeki VAS skorları TEA grubunda istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşüktü. PCA pompası aracılığıyla uygulanan lokal anestezi dozları, değerlendirilen altı postoperatif zaman noktasının tamamında ESPB grubunda daha düşük bulundu. Opioid tüketimi, opioide bağlı yan etkiler ve postoperatif erken iyileşme parametreleri açısından gruplar arasında anlamlı farklılık saptanmadı.

Sonuç: Canlı donör hepatektomisi yapılan hastalarda ESPB, TEA'ya etkili bir alternatif analjezi yöntemi olarak değerlendirilebilir.

Anahtar kelimeler: Erektör Spina Plan Bloğu, Torakal Epidural Analjezi, Donör Hepatektomi, Karaciğer Transplantasyonu

**BILATERAL ERECTOR SPINAE PLANE BLOCK VERSUS THORACIC EPIDURAL ANALGESIA
IN LIVING-DONOR HEPATECTOMIES**

1. Seher Irem KIRAN PAUDEL, Dr, MD: Department of Anesthesiology and Reanimation, Acibadem University Atakent Hospital, İstanbul, Turkey, grikoridor@gmail.com, ORCID: 0000-0002-7220-9458
2. Meltem GUNER CAN, Assoc. Prof., MD: Department of Anesthesiology and Reanimation, Acibadem University Atakent Hospital, Istanbul, Turkey, drmeltemguner@yahoo.com, ORCID: 0000-0002-7417-1967

Abstract

Background: We aimed to compare the effects of bilateral ESPB and thoracic epidural analgesia (TEA) on postoperative pain management and early recovery parameters in patients undergoing living-donor hepatectomy.

Material and methods: Patients donor hepatectomy from January 2020 to December 2022 were included in this study. They were divided into two groups: ‘group 1’ (TEA) and ‘group 2’ (ESPB). The primary outcome was analgesic efficacy based on the visual analogue scale (VAS), patient-controlled analgesia (PCA) metrics and the necessity of additional morphine administration. The secondary outcomes were the presence of nausea and vomiting, administration of additional antiemetic medication and dose, occurrence of pruritus, presence of gas/stool output, presence of urinary retention, first ambulation time, time of oral intake, Bromage score (leg movements are used to evaluate the efficacy of motor block and lower limb strength), and level of consciousness.

Results: Both groups exhibited similar demographic characteristics. While the overall VAS score was comparable between the groups, the scores at 1st and 3rd hours were statistically lower in the TEA group. The local anaesthetic dose administered via the PCA pump at six postoperative time points was consistently lower in ESPB group at each interval. No significant differences were observed in opioid consumption, opioid-related side effects, and postoperative early recovery parameters.

Conclusions: Compared with TEA, ESPB indicated to be an effective alternative option, while maintaining opioid consumption in donor hepatectomy.

Key words: Erector spinae plane block, Thoracic epidural analgesia, Donor hepatectomy, Liver transplantation

INTRODUCTION

End-stage liver disease is the progression of inflammation, fibrosis formation, and cirrhosis due to acute or chronic liver diseases [1]. Due to the increasing demand for liver transplantation and unavailability of deceased donors, living-donor liver transplantation (LDLT) has emerged as a viable and effective option. Living donors are healthy individuals who voluntarily undergo surgery without any therapeutic benefits [2]. Severe pain remains a major concern after LDLT [3]. Researches show that donor hepatectomies are frequently associated with a higher pain level than other liver surgeries, such as tumour resection [4]. Notably, donors are often younger and healthier individuals, who may not have experienced significant postoperative pain, contributing to low pain threshold [5]. Inadequate postoperative analgesia management has been associated with increased morbidity, pain chronification, prolonged reliance on opioid medication, prolonged hospital stay, diminished quality of life (QoL) and increased patient dissatisfaction [6, 7].

The current literature shows lack of consensus regarding the optimal analgesic strategy in this patient population [8]. Opioids have been widely used to manage surgery-related acute pain. But despite their efficacy, their adverse reactions, including addiction, chronic pain and prolonged hospital stay, necessitate the exploration for alternatives [9]. Regional anaesthetic nerve blocks are widely used to manage postoperative pain to reduce opioid consumption [8, 10]. Although thoracic epidural analgesia (TEA) is considered a gold-standard technique in abdominal and thoracic surgery, multi-modal analgesic methods have been widely evaluated in LDLTS [11]. The most commonly used methods are; intravenous administration of opioid analgesics using a patient-controlled analgesia (PCA) pump or via continuous infusion, administration of intravenous non-opioid agents (acetaminophen, non-steroidal anti-inflammatory drugs [NSAIDs], ketamine, magnesium, lidocaine and dexmedetomidine) [9], local anaesthetic (LA) administration to the surgical incision site, and other regional analgesia techniques (e.g. intrathecal morphine administration [5], paravertebral block [12], transversus abdominis plane [TAP] block [13], quadratus lumborum block [QLB] [14] and erector spinae plane block [ESPB] [15, 16]. The PROSPECT (procedure-specific postoperative pain management) guidelines recommend the use of peripheral nerve blocks to manage postoperative pain [17]. Similarly, the ERAS (enhanced recovery after surgery) guidelines emphasize the critical role of postoperative analgesia management in transplant units [18].

Ultrasound-guided ESPB is an emerging interfascial plane block initially introduced by Forero et al. in 2016 [19]. It involves injection of an LA agent between the deep fascia of the erector spinae musculature and the transverse process of the vertebra [20]. Although the analgesic mechanism is unclear, it induces somatic and visceral sensory blockade with technical simplicity, a relatively safe profile, and wide dermatomal spread (T1 to L3), making it an ideal regional anaesthetic technique for abdominal surgery [20, 21]. Numerous studies have investigated the potential advantages of regional anaesthesia, particularly ESPB, within the LDLT context. The benefits of ESPB include postoperative pain relief, decreased postoperative pain scores, reduced opioid consumption, early ambulation, low risks of postoperative nausea and vomiting (PONV), few technique-related complications and fast patient recovery [22, 23, 24]. As regards safety profile, ESPB has not been correlated with any major complications, such as LA agent toxicity, neurological deterioration, pleural injury, or pneumothorax [25, 26, 27]. However, previous studies have reported minor adverse events, including transient paraplegia and priapism [28, 29].

This study aims to evaluate the efficacy of bilateral ESPB, a minimally invasive and readily implementable analgesic technique, inducing both somatic and visceral sensory blockade, characterized by comparable effectiveness and a reduced complication profile, against thoracic epidural analgesia (TEA), the established gold standard technique, in managing postoperative pain in patients undergoing living-donor hepatectomy using VAS score and PCA metrics as primary outcome and postoperative early recovery parameters as secondary outcomes.

MATERIALS AND METHODS

Patient selection

This single-centre retrospective study included living liver donors who underwent open hepatectomy between January 2020 and December 2022. Among the 202 living donors, those aged between 18 and 60 years, classified as American society of anesthesiologist physical status 1 (ASA 1), and provided informed consent were included. Patients who disagreed with the use of their medical records for research purposes, preferred the intravenous analgesic procedure over the use of either central or peripheral nerve blocks, required reintervention due to technical failure, developed catheter-related complications, and required surgical intervention within 48 hours postoperatively were excluded. A total of 19 donors who received TEA were compared with 18 donors who received ESPB in terms of their analgesic efficacy and effects on early recovery parameters.

Surgical procedure

All the donor hepatectomies were performed by a highly experienced surgeon. The open technique, characterized by J-shaped incision was employed for the right-lobe living-donor hepatectomies. After mobilisation of the liver, cholecystectomy and hilar dissection were performed to adequately prepare the surgical field. The line of parenchymal transection was established via occlusion of the right hepatic artery and right portal vein using an atraumatic bulldog clamp. The hepatic parenchymal blood vessels were exposed; smaller vessels were effectively coagulated, whereas those larger than 4 mm, along with duct branches, were ligated to ensure hemostasis. After the graft was excised, the partially divided falciform ligament was reattached to the anterior abdominal wall to mitigate the risk of left-lobe rotation. For adequate drainage, one silastic drain was routinely placed at the surgical site. Finally, the fascia and skin were closed using an absorbable suture.

Postoperative pain management

The donors were assigned to either group 1 or 2 according to the preferred regional anaesthetic technique in their informed consent (TEA [n=19] or ESPB [n=18], respectively) and followed up postoperatively for 48 h. Each technique is discussed as follows:

TEA: All patients received intravenous sedation with midazolam (0.03 mg/kg) and ketamine (0.3-0.5 mg/kg) before nerve block application. Each patient was placed in the sitting position. Employing the landmark anatomical marking technique, the T10 vertebral level was identified via a midline approach, with the inferior angle of the scapula approximating T7 as the reference point. Employing the pressure-loss technique, the epidural space was identified at the T10 vertebral level using physiological saline. After 3 ml of a 2% lidocaine solution was administered, an epidural block was performed, which involved careful insertion of an 18G Tuohy catheter, advanced approximately 3-4 cm in the cranial direction. In addition, aspiration was performed to confirm correct positioning of the catheter and the absence of blood return. Subsequently, the catheter was secured with a sterile, transparent, semipermeable adhesive dressing (Tegaderm, 3M, St Paul, MN, ABD).

A 0.25% bupivacaine hydrochloride (Marcaine) was administered using an epidural catheter at two time points: at the beginning (10 mL) and before the end (10 mL) of the surgical procedure. A PCA device was connected to the epidural catheter after the procedure. This device continuously infused the 0.125% bupivacaine hydrochloride solution at a rate of 3 mL/h. Furthermore, a specific protocol that allowed self-administration of a 5 mL bolus of medication three times per hour accompanied by a 20 min lockout period, was implemented.

ESPB: The Patients were sedated before the surgical procedure through intravenous administration of midazolam (0.03 mg/kg), and ketamine (0.3-0.5 mg/kg). Each patient was placed in the prone position to facilitate the nerve block application. The seventh rib was identified with ultrasound guidance using the paraspinal approach. Next, the ultrasound probe was medially oriented, which allowed for the visualization of the transverse process of the T7 vertebra at an approximate distance of 3 cm laterally from the spinal midline. Ultrasound-guided left ESPB

was performed using an 18G Tuohy needle (Contiplex ®), specifically targeting the T7 vertebral level, and then 20 mL of 0.25% bupivacaine hydrochloride was administered. The same steps were performed for the right ESPB, after which 10 mL of 0.25% bupivacaine solution was also administered and an epidural block catheter was inserted between the deep fascia of the erector spinae musculature and the transverse process of the vertebra. An additional 10 mL of bupivacaine solution was administered via the catheter. As a result, a total volume of 20 mL was applied to each side, ensuring that an equal amount of anaesthetic was bilaterally implemented. After the procedure, the PCA device was connected to the indwelling block catheter on the right side, and 10 mL of 0.125% bupivacaine solution was administered on an hourly basis. Finally, a standardized protocol was implemented, which enabled the administration of a 5 mL bolus once per hour, ensuring a 60-min lockout period between doses.

All patients from both groups received 0.05 mg/kg of morphine (i.v.) along with NSAIDs, as a standard protocol before the awakening phase.

Rescue therapy

As well known, morphine is superior to fentanyl due to its longer duration of action. The morphine was selected as rescue therapy in accordance with drug protocols in the country.

In both groups, 3 mg of morphine (iv.) was administered when the visual analogue scale (VAS) scores exceeded 4 despite the prior use of NSAIDs twice per day and the utilization of a PCA device during the postoperative period.

Postoperative patient follow-up and recovery parameters

After extubation in the operating room, the patients were transferred to the intensive care unit (ICU) for close monitoring of hemodynamic parameters, biochemical markers, and coagulation profiles, early detection of potential surgical complications, and effective analgesia and safe ambulation. To assess the efficacy of the two analgesic methods, a structured evaluation was conducted at six time points (1st, 3rd, 6th, 12th, 24th, and 48th hours) postoperatively, and the results were recorded in the patient's pain assessment forms. The VAS scores, PCA metrics (dose attempted (DA): Total number of times the patient pressed the PCA button to request a dose of pain medication, dose administered/dose given (DG): The number of times the PCA device actually administered a dose of pain medication, bolus dose (BD): A single, preset dose of medication delivered each time the patient presses the PCA button, total dose [TD: BD+DG]), and necessity for rescue analgesia or additional analgesic medications were also evaluated. All data were meticulously collected by specialized nurse team for pain control. The first choice for antiemetic therapy is metoclopramide hydrochloride and it is dosed if the patient suffers from nausea and/or vomiting (maximum dose 4 times a day, every 6 hours) in regard to our protocol.

To effectively compare the impacts of the two methods on the patient's early recovery outcomes, various postoperative parameters were evaluated, including the presence of nausea and vomiting (yes/no), administration of additional antiemetic medication (yes/no) and dose (mg), occurrence of pruritus, presence of gas/stool output (yes/no), presence of urinary retention, first ambulation time (h) (ambulation: getting the patient out of bed and walking), time of oral intake (h), Bromage score (leg movements are used to evaluate the efficacy of motor block and lower limb strength), and level of consciousness (LOC was measured using AVPU scale, A- alert, V- response to voice, P- response to pain, U- unresponsive).

Visual analogue scale

VAS is a reliable and frequently used pain measurement method for evaluating the severity of pain. The scale consists of horizontal line with a length of 10 cm. The patients is told to mark a point on the line. The observer systematically coded the patient's facial expression, which serves as a non-verbal indicator of pain intensity. The observational data was then complemented by a self-reported pain scale, in which the patients were asked to quantify their pain on a continuum from 'no pain' (0) to - 'worst pain ever' (10). This scale was further

categorized into distinct levels of severity: mild (0.5-4.4), moderate (4.5-7.4), and severe (7.5-10). Mean value of these two measurements were used as VAS scores in this study. Correlating the observational data and self-reported pain scale, a numerical representation of pain intensity was derived, referred to as the VAS scale.

Statistical analysis

Statistical analysis was conducted using the SPSS software version 22.0 (IBM Corporation, Armonk, NY, USA), and a P-value < 0.05 was considered statistically significant. The numerical variables were analysed using visual (histograms, probability plots) and analytical (Kolmogorov–Smirnov/Shapiro–Wilk’s test) methods to determine whether they were normally distributed. Descriptive data were expressed as mean $\pm$ standard deviation for normally distributed variables and median and interquartile range for non-normally distributed variables. Categorical variables were compared using the chi-squared test. Comparisons between subgroups were performed using Student’s t-test for unpaired data as a parametric test for normally distributed variables and Mann Whitney U test as a nonparametric test for non-normally distributed or ordinal variables.

RESULTS

We analyzed data from living donors who were aged 18 to 60 years, were classified as ASA 1, underwent elective LDLT, and provided informed consent. The patients were systematically classified into group 1 (TEA; n=19) and group 2 (ESPB; n=18) to facilitate subsequent statistical analysis.

The groups exhibited comparable characteristics regarding demographic and health-related variables, including age, height, weight, body mass index, and history of smoking and previous surgeries (p> 0.05) (Table 1).

Table 1. Patient characteristics

Characteristics	Total patients	Group 1 (TEA)	Group 2 (ESPB)	P value
Age (years), mean $\pm$ SD	32.9 $\pm$ 8	30.6 $\pm$ 6.3	35 $\pm$ 9	¹ 0.08
Height (cm), mean $\pm$ SD	168.2 $\pm$ 5.9	171 $\pm$ 9.5	168.4 $\pm$ 8.6	¹ 0.37
Body weight (kg), mean $\pm$ SD	71.9 $\pm$ 13.2	73.8 $\pm$ 5.3	69.9 $\pm$ 10.5	¹ 0.36
Body-mass index (kg / m ²), mean $\pm$ SD	24.64 $\pm$ 3.3	24.6 $\pm$ 3.1	24.7 $\pm$ 3.5	¹ 0.92
Female sex, n (%)	17 (45.9%)	8 (42.1%)	9 (50%)	² 0.74
Smoking status n (%)	3 (8.1%)	0 (0%)	3 (16.7%)	² 0.06
Alcohol consumption, n (%)	3 (8.1%)	0 (0%)	3 (16.7%)	² 0.06
Previous surgery, n (%)	10 (27%)	5 (26.3%)	5 (27.8%)	² 0.9

TEA, thoracic epidural analgesia, ESPB, erector spinae plane block, SD, standard deviation, ¹ Student's t-test, ² chi-squared test.

The analysis revealed a statistically significant VAS score in group 2 (ESPB) measured at the 1st (VAS1; P=0.027) and 3rd (VAS2; P=0.009) hours but did not achieve clinical significance. Notably, all the recorded VAS scores remained within the mild-pain range (VAS ≤ 4.5) (Table 2).

Table 2. Comparison of postoperative pain assessment scale between the groups

Visual analogue scale (VAS)	Group 1 (TEA)	Grou 2 (ESPB)	P value
1. hr. VAS- 1, median (IQR)	3 (2)	4 (3)	³ 0.027
3. hr. VAS- 2, median (IQR)	2 (2)	3 (2)	³ 0.009
6. hr. VAS- 3, median (IQR)	2 (2)	2 (2)	³ 0.46
12. hr. VAS- 4, median (IQR)	1 (0.9)	2 (2)	³ 0.167
24. hr. VAS- 5, median (IQR)	3 (3)	2 (2)	³ 0.86
48. hr. VAS- 6, median (IQR)	2 (2)	2 (2)	³ 0.38

VAS, visual analogue scale; hr, hour; IQR, interquartile range; ³ Mann-Whitney U test

A further promising finding was that the DG, BD, TD calculated using the PCA device was significantly lower in group 2. However, the number of DA was similar between the groups. (P>0.05) (Table 3).

Table 3. Comparison of the patient controlled analgesia device (PCA) metrics and LA agent amounts between groups

PCA metrics	Group 1 (TEA) (n:19)	Grou 2 (ESPB) (n:18)	P value
DA- 1 (n), median (IQR)	10 (8)	5 (2)	³ 0.13
DA- 2 (n), median (IQR)	25 (8)	21 (17)	³ 0.56
DA- 3 (n), median (IQR)	45 (15)	36 (11)	³ 0.18
DA- 4 (n), median (IQR)	61 (34)	47 (24)	³ 0.28
DA- 5 (n), median (IQR)	113 (43)	89 (36)	³ 0.48
DA- 6 (n), median (IQR)	150 (41)	122 (41)	³ 0.5
DG- 1 (mL), median (IQR)	1 (1)	1 (1)	³ 0.01
DG- 2 (mL), median (IQR)	3 (2)	2 (2)	³ 0.02
DG- 3 (mL), median (IQR)	5 (5)	3.5 (3)	³ <0.001
DG- 4 (mL), median IQR)	9 (7)	6.5 (5)	³ 0.003
DG- 5 (mL), median IQR)	17 (15)	11 (7)	³ <0.001
DG- 6 (mL), median IQR)	28 (23)	17.5 (10)	³ <0.001
BD- 1 (mL), median (IQR)	5 (5)	5 (1)	³ 0.053
BD- 2 (mL), median (IQR)	14 (13)	10 (9)	³ 0.064
BD- 3 (mL), median (IQR)	20 (18)	20 (15)	³ 0.47
BD- 4 (mL), median (IQR)	35 (15)	32 (30)	³ 0.085
BD- 5 (mL), median (IQR)	65 (60)	55.5 (41)	³ 0.004
BD- 6 (mL), median (IQR)	115 (93)	75 (61)	³ 0.001
TD- 1 (mL), median (IQR)	6 (6)	6 (5)	³ 0.012
TD- 2 (mL), median (IQR)	18 (17)	12 (12)	0.016
TD- 3 (mL), median (IQR)	30 (26)	23 (18)	0.006
TD- 4 (mL), median (IQR)	42 (42)	39 (20)	0.04
TD- 5 (mL), median (IQR)	78 (67)	66.5 (50)	0.001
TD- 6 (mL), median(IQR)	138 (125)	90 (70)	<0.001

PCA, patient controlled analgesia; TEA, thoracic epidural analgesia; ESPB, erector spinae plane block; DA, dose attempted; DG, dose given; BD, bolus dose; TD, total dose (DG+Bolus); IQR: Interquartile range; mL, mililiter; ³ Mann-Whitney U test.

Comparative analysis of the postoperative early recovery parameters among groups revealed no statistically significant differences in the presence of gas/stool output, timing of oral intake, timing of ambulation, duration of ICU stay, and length of hospital stay ($P>0.05$). Similarly, no statistically significant differences were observed in the potential adverse effects associated with opioid use, such as presence of itching, instances of nausea and vomiting, the need for antiemetic medication, urinary retention, and requirement for additional doses of morphine between the groups ($p>0.05$) (Table 4).

Table 4. Comparison of early (first 48 hour) postoperative recovery parameters between the groups

Early recovery parameters	All patients	Group 1 (TEA)	Group 2 (ESPB)	P value
Catheter-related undesirable effects, n (%)	3 (8.1%)	2 (10.5%)	1 (5.6%)	² 0.5
Itching, n (%)	4 (10.8%)	3 (15.8%)	1 (5.6%)	² 0.3
PONV, n (%)	15 (40.5%)	9 (74.4%)	6 (33.3%)	² 0.38
Antiemetic drug administration, median (IQR)	1 (2)	1 (2)	0.3 (1)	³ 0.09
Rescue analgesic demand, median (IQR)	2 (2)	1 (2)	2 (2)	³ 0.38
Urinary retention, n (%)	3 (8.1%)	3 (15.8%)	0 (0%)	² 0.07
Presence of gas/stool output, n (%)	29 (78.4%)	14 (73.7%)	15 (83.3%)	² 0.4
Median oral intake initiation time, hr, mean± SD	19.65 ± 2.8	19.8 ± 2.9	19.5 ± 2.8	¹ 0.7
Median ambulation time, hr, median (IQR)	23 (5)	23(4)	22.5 (3)	³ 0.84
ICU stay (day)	1	1	1	1
Hospital stay (day) median (IQR)	5 (3)	4 (2)	5 (1)	³ 0.08

PONV, Postoperative nausea vomiting; ICU, Intensive care unit; IQR: Interquartile range; ¹ Student's t-test; ² chi-squared test; ³ Mann-Whitney U test

Catheter-related side effects, including numbness (n=1) and right shoulder pain (n=1), were reported in group 1, whereas back pain (n =1) was reported in group 2.

DISCUSSION

To the best of our knowledge, this is the first study to directly compare bilateral ESPB and TEA, a gold standard for managing postoperative pain, and their respective impacts on VAS score, PCA metrics, and early recovery parameters 48 h after LDLTS. Studies have focused on reducing donor morbidity and enhancing QoL after LDLTS [6, 7]. Donor hepatectomy is associated with numerous complications, such as potential development of transient coagulopathy [30, 31] and drug metabolism alterations [32]. These complications raise questions regarding TEA application in pain management. An effective alternative to TEA in liver donor surgery remains an ongoing area of investigation. Among various peripheral nerve blocks, ESPB has gained considerable attention owing to its notable advantages, including its effectiveness in pain relief, low risk of associated complications, and relatively easy application [18]. Moreover, proficiency in performing ESPB can be achieved relatively

quickly, with a short learning curve period [33]. These factors make ESPB a valuable option in procedure-specific analgesia guidelines.

The groups were similar in terms of demographic and health-related variables ($P > 0.05$). Existing literature indicates that age and sex play pivotal roles in how pain is experienced and interpreted. Specifically, younger individuals tend to exhibit lower pain tolerance, whereas older adults generally display higher pain thresholds [34]. The findings of this study provide valuable insights to this disclosure, as the homogeneity of the groups regarding demographic variables allows for an objective interpretation.

Pain involves not only physiological aspects but also psychological dimensions that shape an individual's perception of discomfort. The use of the VAS poses notable challenges, as the effectiveness of this method is largely contingent upon the individual's sensory discrimination capabilities [35]. In pain management, clinical decision-making predominantly relies on established pain scales, despite their inherent limitations in capturing the complex nature of the pain experience [36]. It is crucial to acknowledge that a decrease in pain scores is not necessarily correlated with enhancement in the overall patient experience or clinically significant alleviation of pain [37]. VAS, which is frequently preferred in studies owing to its ease of use, has the potential to underrepresent pain experience [38]. In techniques that involve the use of numerical rating scales, the scoring ranges across various categories are not uniformly distributed. VAS is particularly effective in differentiating the absence of pain from mild pain. However, its limitations become apparent when distinguishing moderate from severe pain [39]. Consequently, pain scores should not be used as the sole determinant in assessing the efficacy of analgesic interventions. The Current literature suggests that aiming for a VAS score of 4.5 or lower is necessary to achieve optimal analgesia, categorizing the patient's pain as mild or non-existent [40].

Examination of the VAS records from our study, showed that both analgesic techniques provided effective pain relief 48 h postoperatively. Notably, the VAS recorded at the first hour (VAS 1, $P=0.027$) and third hour (VAS 2, $P=0.009$) were lower in group 1. However, it is noteworthy that all the recorded VAS scores remained within the optimal analgesia range ($VAS \leq 4.5$). Hence, we propose that while these findings are statistically significant, their clinical relevance is limited. The overall VAS scores were comparable between both groups, suggesting that ESPB effectively induces analgesia similar to TEA. This finding is consistent with those of Ghielmini et al., who evaluated the efficacy of ESPB in comparison with transversus abdominis plane (TAP) block, specifically in the context of robotic inguinal hernia repair [44]. The use of ESPB against TEA in patients suffering from traumatic flail chest also yielded similar results [45]. Recently, a study conducted by Zubair M et al. reported that ESPB exhibited improved analgesic efficacy compared with TEA, along with enhanced safety profile and a concomitant reduction in opioid consumption as well as PONV incidence after living-donor hepatectomy [24]. We observed no significant differences despite bilateral ESPB catheter implantation, high LA dose and more frequent VAS scores interpretation. Further research is warranted to elucidate the discrepancies between these findings and to explore the factors contributing to the variability in ESPB efficacy.

The duration of the recording intervals plays a pivotal role in the accurate assessment of the efficacy of analgesic interventions. As the length of these intervals increases, the reliability of the pain scales to reflect the analgesic effect diminishes. This discrepancy arises from the fact that the assessment intervals are not consistent with the timing of drug administration. While certain studies have opted to evaluate pain levels once or twice daily [43], more frequent assessments- typically every 2 to 4 h- are preferred [44, 45]. In our study, we evaluated pain scores at six time points: 1st, 3rd, 6th, 12th, 24th, 48th hours postoperatively. Considering this recording time intervals is critical for the accurate interpretation of the findings.

Traditional pain assessment tools, including VAS, mainly rely on subjective interpretations, leading to inaccurate gauging of pain levels. Consequently, functional pain assessment methods, particularly those leveraging the analysis of electronic medical records (EMRs), have gained considerable attention. PCA metrics are among the components of these methods [46]. Piccioni et al. evaluated the ratio between the DA and DG of analgesics.

Their findings indicated a significant correlation between the ratio and the traditional pain assessment scores, as well as total opioid consumption [47]. We focused on PCA metrics, specifically in assessing the analgesic effectiveness. Our findings indicated that the DG, BD, and TD were significantly lower in the group 2. Nevertheless, notable variations were observed in the infusion dose volume, BD volume, and lockout intervals within the PCA setup across the groups. Recognizing the inherent variability within the PCA setup, caused by the different nature of these blocks, is crucial for the accurate evaluation of the clinical significance of the findings.

The frequency of patients requesting medication from PCA devices may be influenced by various factors, except pain intensity, which contributes to a falsely elevated DA count [48]. These factors include anxiety, cognitive confusion, inappropriate use of medication request buttons, inability to differentiate between pain and other distressing sensations, and use of devices by individuals other than patients etc. [49]. We found no significant difference in the DA from the PCA device between the groups. This finding is consistent with the results of the VAS assessments, suggesting that both groups received effective analgesia.

Our results indicated that ESPB is equally effective to TEA in inducing postoperative pain control. While the consumption of LA drugs was significantly reduced in group 2, opioid consumption, presence of gas/stool passage within the first 24 h, timing of oral intake and PONV incidence were similar in both groups. Oraee S et al. highlighted the efficacy of ESPB in decreasing pain scores, reducing the need for opioid analgesics, and increasing the time to first rescue analgesia compared with placebo or TAP block in laparoscopy. A lower PONV rate was observed in ESPB than in the placebo groups, yet a comparable rate with QLB [50]. In a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials (RCT), the cumulative opioid consumption and PONV were significantly lower in patients who received ESPB than in those who received intravenous analgesia. However, neither of these parameters showed significant differences between those who received ESPB and those who received regional nerve blocks, such as the oblique subcostal TAP block and QLB [51]. Likewise, a meta-analysis of five RCTs revealed no significant difference between ESPB and thoracolumbar interfascial plane block with respect to postoperative analgesia and 24 h opioid consumption after lumbar spine surgery [52]. Unlike research that may have

compared ESPB with less frequently utilized regional blocks, our study directly distinguished ESPB from TEA, a gold standard for regional pain management. ESPB has also been useful in pain management of rib fractures due to several distinct advantages, including their suitability for outpatient management, an enhanced safety profile, simplified administration, the potential for use in patients with coagulopathy or those receiving anticoagulant therapies and increased incentive spirometry volumes [53]. All these findings suggest that ESPB serves as a viable alternative to TEA in the context of LDLTS.

No complications associated with catheter removal (development of coagulopathy, epidural hematoma, or dural puncture) as well as motor block duration extension, paraesthesia, or hypotension occurred. No instances of urinary retention in the ESPB group may be attributable to its mechanism, which functions as a facial plane block, and is not directly affecting the sacral and lumbar plexus responsible for bladder innervation. In addition, the length of stay in the ICU and the total hospitalization duration were comparable between the groups. This finding aligns with our expectation as in our clinical practice, patients typically remain in the ICU for one day.

Limitations of our study:

This study is subject to several limitations that may affect the validity and generalizability of its findings. Such limitations include its retrospective design, relatively small sample size, lack of blinding among the researchers, absence of a placebo control group, omission of a control group that received only intravenous analgesics, exclusive recording of pain scores during periods of rest, neglecting to evaluate dynamic pain experienced with movement, and follow up period limited to 48 h postoperatively, which does not provide insights into the long term implications of the procedures on the patient's QoL. Meanwhile, a phenomenon called 'Hawton effect'

suggests that in a prospective study, researchers may exert additional effort and care, which could lead to more favourable results than those under normal clinical circumstances. Our study employed a retrospective approach, avoiding the increased attention and care typically observed in prospective studies [54].

CONCLUSION:

The erector spinae block (ESPB) is considered a safe and effective alternative to TEA for procedures expected to cause significant postoperative pain (14, 15, 44, 50, 55). This study demonstrated that ESPB can be used as a part of multimodal analgesia strategy, offering the advantage of reduced local anesthetic consumption compared to TEA in living donor liver transplantation. ESPB provided comparable effects on early recovery parameters (within 48 hours), without an associated increase in the complication rate observed with TEA. Prospective studies with larger sample sizes are warranted to confirm and strengthen these findings.

REFERENCES:

1. Brezeanu LN, Brezeanu RC, Diculescu M, Droc G. Anaesthesia for liver transplantation: An Update. J Crit Care Med (Targu Mures). 2020; 6(2):91-100.
2. Goldaracena N, Barbas AS. Living donor liver transplantation. Curr Opin Organ Transplant. 2019; 24(2):131-7.
3. Clarke H, Chandy T, Srinivas C, et al. J. Epidural analgesia provides better pain management after live liver donation: a retrospective study. Liver Transpl. 2011; 17(3):315-23.
4. Cywinski JB, Parker BM, Xu M, Irefin SA. A comparison of postoperative pain control in patients after right lobe donor hepatectomy and major hepatic resection for tumor. Anesth Analg. 2004; 99(6):1747-52.
5. Ko JS, Choi SJ, Gwak MS, et al. Intrathecal morphine combined with intravenous patient-controlled analgesia is an effective and safe method for immediate postoperative pain control in live liver donors. Liver Transpl. 2009; 15(4):381-9.
6. Chan SC, Liu CL, Lo CM, Lam BK, Lee EW, Fan ST. Donor quality of life before and after adult-to-adult right liver live donor liver transplantation. Liver Transpl. 2006; 12(10):1529-36.
7. Parikh ND, Ladner D, Abecassis M, Butt Z. Quality of life for donors after living donor liver transplantation: a review of the literature. Liver Transpl. 2010; 16(12):1352-8.
8. Kloesel B, Vlassakov K.V. Regional analgesia techniques for adult patients undergoing solid organ transplantation. Curr Anesthesiol. 2018; 8:217-24.
9. Malik A, Pal A. Analgesia for Donor Hepatectomy: Recent Perspectives. Apollo Medicine. 2024; 21(4):369-73.
10. Wilks, JA, Hancher-Hodges S, Gottumukkala VNR. Contemporary perioperative anesthetic management of hepatic resection. Advances in Anesthesia. 2016; 34(1):85-103.
11. Listing H, Pöpping D. Epidural Analgesia Remains the Gold Standard for Abdominal and Thoracic Surgery. Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther. 2018; 53(4):237-44.
12. Mistry K, Hutchins J, Leiting J, Mangalick K, Pruett T, Chinnakotla S. Continuous paravertebral infusions as an effective adjunct for postoperative pain management in living liver donors: A retrospective observational study. Transplant Proc. 2017; 49(2):309-15.
13. Kıtık A, Erdogan MA, Ozgul U, et al. Ultrasound-guided transversus abdominis plane block for postoperative analgesia in living liver donors: A prospective, randomized, double-blinded clinical trial. J Clin Anesth. 2017; 37:103-7.

14. Bang YJ, Kwon JH, Kang R, et al. Comparison of postoperative analgesic effects of erector spinae plane block and quadratus lumborum block in laparoscopic liver resection: study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*. 2023; 24(1):332.
15. Hacibeyoglu G, Topal A, Arican S, Kilicaslan A, Tekin A, Uzun ST. USG guided bilateral erector spinae plane block is an effective and safe postoperative analgesia method for living donor liver transplantation. *J Clin Anesth*. 2018; 49:36-7.
16. Kang R, Chin KJ, Kim GS, et al. Bilateral continuous erector spinae plane block using a programmed intermittent bolus regimen versus intrathecal morphine for postoperative analgesia in living donor laparoscopic hepatectomy: A randomized controlled trial. *J Clin Anesth*. 2021; 75:110479.
17. Dieu A, Huynen P, Lavand'homme P, et al. PROSPECT Working group of the European Society of Regional Anaesthesia and Pain Therapy (ESRA). Pain management after open liver resection: Procedure-Specific Postoperative Pain Management (PROSPECT) recommendations. *Reg Anesth Pain Med*. 2021; 46(5):433-45.
18. Agarwal V, Divatia JV. Enhanced recovery after surgery in liver resection: current concepts and controversies. *Korean J Anesthesiol*. 2019; 72(2):119-29.
19. Forero M, Adhikary SD, Lopez H, Tsui C, Chin KJ. The erector spinae plane block: A novel analgesic technique in thoracic neuropathic pain. *Reg Anesth Pain Med*. 2016; 41(5):621-7.
20. Chin KJ., El-Boghdadly K. Mechanisms of action of the erector spinae plane (ESP) block: a narrative review. *Can J Anesth*. 2021; 68:387–408.
21. Otero PE, Fuensalida SE, Russo PC, Verdier N, Blanco C, Portela DA. Mechanism of action of the erector spinae plane block: distribution of dye in a porcine model. *Reg Anesth Pain Med*. 2020; 45(3):198-203.
22. Bhushan S, Huang X, Su X, Luo L, Xiao Z. Ultrasound-guided erector spinae plane block for postoperative analgesia in patients after liver surgery: A systematic review and meta-analysis on randomized comparative studies. *Int J Surg*. 2022; 103:106689.
23. Yanaral UT, Gungor H, Ince A, et al. Ultrasound-guided bilateral erector spinae plane block in the management of postoperative analgesia in living liver donors: a randomized, prospective study. *Minerva Anesthesiol*. 2024; 90(12):1082-9.
24. Zubair M, Adil Khan M, Khan MNA, Iqbal S, Ashraf M, Saleem SA. Comparison of Continuous Thoracic Epidural With Erector Spinae Block for Postoperative Analgesia in Adult Living Donor Hepatectomy. *Cureus*. 2022; 14(3):e23151.
25. Tulgar S, Selvi O, Senturk O, Serifsoy TE, Thomas DT. Ultrasound-guided erector spinae plane block: Indications, complications, and effects on acute and chronic pain based on a single-center experience. *Cureus*. 2019; 11(1):e3815.
26. Karaca O, Pinar HU. Is high dose lumbar erector spinae plane block safe? *J Clin Anesth*. 2020; 62:109721.
27. Hamilton DL. Local anesthetic systemic toxicity following erector spinae plane block: sometimes less is more. *Korean J Anesthesiol*. 2021; 74(4):361-2.
28. Guna Pratheep K, Sonawane K, Rajasekaran S, Shetty AP, Subramanian BJ, Kanna RM. Transient paraplegia in lumbar spine surgery-a potential complication following erector spinae plane block. *Eur Spine J*. 2022; 31(12):3719-23.
29. Elkoundi A, Eloukkal Z, Bensghir M, Belyamani L. Priapism following erector spinae plane block for the

- treatment of a complex regional pain syndrome. *Am J Emerg Med.* 2019; 37(4):796.e3-796.e4.
30. Karna ST, Pandey CK, Sharma S, Singh A, Tandon M, Pandey VK. Postoperative coagulopathy after live related donor hepatectomy: Incidence, predictors and implications for safety of thoracic epidural catheter. *J Postgrad Med.* 2015; 61:176–80.
 31. Schumann R, Zabala L, Angelis M, Bonney I, Tighiouart H, Carr DB. Altered hematologic profiles following donor right hepatectomy and implications for perioperative analgesic management. *Liver Transpl.* 2004; 10:363–8.
 32. Rudin A, Lundberg JF, Hammarlund-Udenaes M, Flisberg P, Werner MU. Morphine metabolism after major liver surgery. *Anesth Analg.* 2007; 104:1409–14.
 33. Moustafa MA, Alabd AS, Ahmed AMM, Deghidly EA. Erector Spinae versus paravertebral plane blocks in modified radical mastectomy: randomized comparative study of the technique success rate among novice anesthesiologists. *Indian J Anaesth.* 2020;64(1):49–54.
 34. Wandner LD, Scipio CD, Hirsh AT, Torres CA, Robinson ME. The perception of pain in others: how gender, race, and age influence pain expectations. *J Pain.* 2012; 13(3):220-7.
 35. Peters ML, Patijn J, Lamé I. Pain assessment in younger and older pain patients: psychometric properties and patient preference of five commonly used measures of pain intensity. *Pain Med.* 2007; 7: 601–10.
 36. Jensen MP, Chen C, Brugger AM. Interpretation of visual analog scale ratings and change scores: a reanalysis of two clinical trials of postoperative pain. *J Pain.* 2003; 4(7):407-14.
 37. Mudgalkar N, Bele SD, Valsangkar S, Bodhare TN, Gorre M. Utility of numerical and visual analog scales for evaluating the post-operative pain in rural patients. *Indian J Anaesth.* 2012; 56(6):553-7.
 38. Kersten P, White PJ, Tennant A. Is the pain visual analogue scale linear and responsive to change? An exploration using Rasch analysis. *PLoS One.* 2014; 9(6):e99485.
 39. Jensen MP, Karoly P. Self-report scales and procedures for assessing pain in adults. In D. C. Turk & R. Melzack (Eds.). *Handbook of pain assessment* (2nd ed., pp. 15–34). The Guilford Press. New York 1992; pp:135-52.
 40. Jensen MP, Chen C, Brugger AM. Interpretation of visual analog scale ratings and change scores: a reanalysis of two clinical trials of postoperative pain. *J Pain.* 2003; 4(7):407-14.
 41. Ghielmini EM, Greco L, Spampatti S, Kubli R, Saporito A, La Regina D. Erector Spinae Plane Block versus Transversus Abdominis Plane Block for Robotic Inguinal Hernia Repair: A Blinded, Active-Controlled, Randomized Trial. *Pain Physician.* 2024; 27(1):27-34.
 42. Mostafa SF, Eid GM. Ultrasound guided erector spinae plane block versus thoracic epidural analgesia in traumatic flail chest, a prospective randomized trial. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol.* 2023; 39(2):250-7.
 43. Khor WT, Chang Y, Tien CH, et al. Erector spinae plane block versus thoracolumbar interfascial plane block in lumbar spine surgery: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Global Spine J.* 2024; 24:21925682241266518.
 44. Muthu S, Viswanathan VK, Annamalai S, Thabrez M. Bilateral erector spinae plane block for postoperative pain relief in lumbar spine surgery: A PRISMA-compliant updated systematic review & meta-analysis. *World Neurosurg X.* 2024; 23:100360.
 45. Pang J, You J, Chen Y, Song C. Comparison of erector spinae plane block with paravertebral block for thoracoscopic surgery: a meta-analysis of randomized controlled trials. *J Cardiothorac Surg.* 2023; 18(1):300.

46. Adeboye A, Hart R, Senapathi SH, Ali N, Holman L, Thomas HW. Assessment of functional pain score by comparing to traditional pain scores. *Cureus*. 2021; 13(8):e16847.
47. Piccioni F, Doronzio A, Brambilla R, Melis M, Langer M. Integration of pain scores, morphine consumption and demand/delivery ratio to evaluate patient-controlled analgesia: the C-SIA score. *Korean J Anesthesiol*. 2017; 70(3):311-7.
48. Macintyre PE. Safety and efficacy of patient-controlled analgesia. *Br J Anaesth*. 2001; 87(1):36-46.
49. Pastino A, Lakra A. Patient-controlled analgesia. 2023 Jan 29. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024 Jan.
50. Oraee S, Rajai Firouzabadi S, Mohammadi I, Alinejadfard M, Golsorkh H, Hatami S. Erector spinae plane block for laparoscopic surgeries: a systematic review and meta-analysis. *BMC Anesthesiol*. 2024; 24(1): 389.
51. Yang X, Zhang Y, Chen Y, Xu M, Lei X, Fu Q. Analgesic effect of erector spinae plane block in adults undergoing laparoscopic cholecystectomy: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *BMC Anesthesiol*. 2023; 23(1):7.
52. Khor WT, Chang Y, Tien CH, et al. Erector Spinae Plane Block Versus Thoracolumbar Interfascial Plane Block in Lumbar Spine Surgery: A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Global Spine J*. 2025; 15(2):1367-74.
53. Ian J. Coblenz, Brian M. Ifeld, John J. Finneran IV. Thoracic Epidural as a Rescue Analgesic in a patient with a continuous Erector Spinae Plane Block for Rib Fractures: A case report. *Am J Case Rep*. 2023 april 18; doi: 10. 12659/AJCR.938875
54. McCarney R, Warner J, Iliffe S, van Haselen R, Griffin M, Fisher P. The Hawthorne Effect: a randomised, controlled trial. *BMC Med Res Methodol*. 2007; 7:30.
55. Xin Huang, Jiao Wang, Juntao Zhang, Yi Kang, Bhushan Sandeep and Jing Yang. Ultrasound-guided erector spinae plane block improves analgesia after laparoscopic hepatectomy: a randomised controlled trial. *British Journal of Anaesthesia* 2022; 29(3): 445-53.

PROTETİK DİŞ TEDAVİSİNDE DİJİTAL GÜLÜŞ TASARIMI VE LAMİNATE VENEER RESTORASYONLAR

Uzm. Dt. Elif Gamze YILDIZ GÖKŞEN¹

¹Dicle Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı,
yildizelifgamze@gmail.com, ORCID: 0009-0001-0778-7331

Özet

Hastaların Estetik beklentilerinin artmasıyla birlikte protetik diş tedavisinde dijital iş akışı giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Dijital gülüş tasarımı (digital smile design, DSD), yüz ve diş analizini bir araya getirerek tanı, hasta ile iletişim ve tedavi öngörülebilirliğini güçlendiren çok amaçlı bir planlama aracıdır. DSD iş akışı; standardize fotoğraf ve videoların alınmasını, yüz ve diş oranlarının değerlendirilmesini, dijital mock-up/wax-up tasarımını ve tedavi öncesinde beklenen sonucun hastaya görsel olarak somut veriler sunmasını içerir. Ağız içi tarayıcılar ve CAD/CAM teknolojileriyle bütünleştğinde, planlanan final tasarımın ağza doğru biçimde aktarılması kolaylaşmaktadır. Bu yaklaşım özellikle ön bölge estetiğinde, minimal invaziv seramik restorasyonlar olan laminate veneerlerin planlanmasında değerlidir. Laminate veneerler; diş renklenmeleri, diastema, şekil bozuklukları, kimyasal ve mekanik aşınmalar ve kron kırıklarının tedavisinde tercih edilmekte olup feldspatik porselen, lösitle güçlendirilmiş cam seramik, lityum disilikat ve zirkonya gibi farklı seramiklerden üretilebilir. Sistemik derleme ve meta-analizler, mine dokusuna adezyonla bağlanan laminate veneerlerin yaklaşık 10 yıllık sağkalım oranının %95-96 düzeyinde olduğunu; lityum disilikatın uzun dönemde teknik ve biyolojik komplikasyonlar açısından öne çıktığını göstermektedir. Başarıyı etkileyen başlıca faktörler mine yüzeyine bağlanması, preparasyon yüzeyi ve materyal seçimidir. DSD ile yönlendirmeli laminate veneer uygulamaları; öngörülebilir, hasta merkezli ve konservatif estetik tedaviler sağlar. Bununla birlikte maliyet, teknik hassasiyet ve öğrenme eksikliği gibi kısıtlılıklar göz önünde bulundurulmalıdır. Bu derlemenin amacı, DSD ve laminate veneer restorasyonlarının diş hekimliğinde birlikte kullanımını güncel literatür ışığında değerlendirmektir.

Anahtar Kelimeler: Dijital gülüş tasarımı, Laminate veneer, Protetik diş tedavisi, CAD/CAM, Estetik diş hekimliği

DIGITAL SMILE DESIGN AND LAMINATE VENEER RESTORATIONS IN PROSTHODONTICS**Spec. Dt. Elif Gamze YILDIZ GÖKŞEN¹****¹Dicle University, Faculty of Dentistry, Department of Prosthodontics, yildizelifgamze@gmail.com,
ORCID: 0009-0001-0778-7331****Abstract**

With patients' rising esthetic expectations, digital workflows are becoming increasingly important in prosthodontics. Digital smile design (DSD) is a multipurpose planning tool that combines facial and dental analysis to strengthen diagnosis, patient communication, and treatment predictability. The DSD workflow includes acquiring standardized photographs and videos, evaluating facial and dental proportions, designing a digital mock-up/wax-up, and presenting the expected outcome to the patient as concrete visual data before treatment. When integrated with intraoral scanners and CAD/CAM technologies, transferring the planned final design accurately into the mouth becomes easier. This approach is particularly valuable in anterior esthetics for planning laminate veneers—minimally invasive ceramic restorations. Laminate veneers are preferred for treating tooth discoloration, diastema, malformations, chemical and mechanical wear, and coronal fractures, and can be made from ceramics such as feldspathic porcelain, leucite-reinforced glass ceramic, lithium disilicate, and zirconia. Systematic reviews and meta-analyses show that laminate veneers bonded to enamel have an approximately 10-year survival rate of 95%-96%, and that lithium disilicate stands out in the long term regarding technical and biological complications. The main factors affecting success are enamel-surface bonding, the preparation surface, and material selection. DSD-guided laminate veneer applications provide predictable, patient-centered, and conservative esthetic treatments. However, limitations such as cost, technique sensitivity, and the learning curve should be considered. The aim of this review is to evaluate the combined use of DSD and laminate veneer restorations in dentistry in the light of current literature.

Keywords: Digital smile design, Laminate veneer, Prosthodontics, CAD/CAM, Esthetic dentistry

POSTERİOR TEK ÜYE RESTORASYONLARDA ENDİKASYONLAR VE KLİNİK KARAR VERME SÜRECİ

Uzm. Dt. Elif Gamze YILDIZ GÖKŞEN¹

¹Dicle Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı,
yildizelifgamze@gmail.com, ORCID: 0009-0001-0778-7331

Özet

Posterior dişlerin restorasyonunda; çürük, kırık, aşınma ve endodontik tedavi sonrası madde kaybı gibi durumlarda hekimin önünde direkt (kompozit) ve indirekt (inley, onley/overley, parsiyel kron, tam kron ve endokron) olmak üzere bir çok seçenek bulunmaktadır. Restorasyonun uzun dönem başarısını belirleyen en önemli etken, mevcut sağlam diş dokusunun miktarı ve seçilen restorasyon şeklidir. Az madde kaybında direkt kompozit restorasyonlar başarılı sonuç verirken; orta-ileri derecede madde kaybında, özellikle geniş meziyo-okluzo-distal (MOD) kavitelerde indirekt yaklaşımlar öne çıkar. Derin MOD preparasyonlarda diş desteği belirgin ölçüde azaldığından, tüberkül koruması (cusp coverage) sağlayan onley/overley veya kron restorasyonları kırık riskini azaltır. Güncel minimal invaziv yaklaşım; mümkün olduğunca sağlam diş dokusunu korumak amacıyla, uygun olgularda tam kron yerine adeziv parsiyel restorasyonların tercih edilmesini önermektedir. Endodontik tedavili posterior dişlerde ise kalan doku miktarı, ferrule varlığı ve okluzal yük belirleyicidir; yeteri kadar doku varlığında adeziv overley veya endokron konservatif bir seçenek sunarken, ileri madde kaybında tam kron endike olabilir. Materyal seçimi (kompozit, cam seramik, lityum disilikat, zirkonya) estetik beklenti, okluzal yük ve klinik performansa göre vakaya uygun şekilde yapılmalıdır. Sonuç olarak posterior tek üye restorasyonlarda karar verme; kalan diş dokusu, dişin vitalitesi, kavite genişliği, tüberkül bütünlüğü, okluzal yük/parafonksiyon ve hasta beklentisinin birlikte değerlendirildiği çok faktörlü bir süreçtir. Bu derlemenin amacı, posterior tek üye restorasyonlarda endikasyonları ve klinik karar verme sürecini güncel literatür ışığında değerlendirmektir.

Anahtar Kelimeler: Posterior restorasyon, İndirekt restorasyon, Onley, Klinik karar verme, Kalan diş dokusu

INDICATIONS AND CLINICAL DECISION-MAKING PROCESS IN POSTERIOR SINGLE-UNIT RESTORATIONS**Spec. Dt. Elif Gamze YILDIZ GÖKŞEN¹****¹Dicle University, Faculty of Dentistry, Department of Prosthodontics, yildizelifgamze@gmail.com,
ORCID: 0009-0001-0778-7331****Abstract**

In the restoration of posterior teeth, in situations such as caries, fracture, wear, and post-endodontic tissue loss, clinicians have many options, including direct (composite) and indirect (inlay, onlay/overlay, partial crown, full crown, and endocrown) restorations. The most important factor determining long-term success is the amount of remaining sound tooth structure and the type of restoration selected. While direct composite restorations provide successful results in cases of minor tissue loss, indirect approaches come to the fore in moderate-to-severe tissue loss, particularly in wide mesio-occluso-distal (MOD) cavities. Because tooth support is significantly reduced in deep MOD preparations, onlay/overlay or crown restorations that provide cusp coverage reduce the risk of fracture. The current minimally invasive approach recommends preferring adhesive partial restorations over full crowns in suitable cases to preserve as much sound tooth structure as possible. In endodontically treated posterior teeth, the amount of remaining tissue, presence of a ferrule, and occlusal load are decisive; while an adhesive overlay or endocrown offers a conservative option when sufficient tissue is present, a full crown may be indicated in cases of advanced tissue loss. Material selection (composite, glass ceramic, lithium disilicate, zirconia) should be made appropriately for the case according to esthetic expectations, occlusal load, and clinical performance. In conclusion, decision-making in posterior single-unit restorations is a multifactorial process in which remaining tooth structure, tooth vitality, cavity width, cusp integrity, occlusal load/parafunction, and patient expectations are evaluated together. The aim of this review is to evaluate the indications and clinical decision-making process in posterior single-unit restorations in the light of the current literature.

Keywords: Posterior restoration, Indirect restoration, Onlay, Clinical decision-making, Remaining tooth structure

TÜRKİYE’DE FRENK ÜZÜMÜ (*RIBES* spp.) YETİŞTİRİCİLİĞİNİN EKOLOJİK POTANSİYELİ VE SINIRLILIKLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ**Doç. Dr. Nuray ÇİÇEK¹ / Doç. Dr. Ebru GÜL²****¹Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Bitki Materyali ve Yetiştiriciliği,
ciceknuray@karatekin.edu.tr, 0000-0001-5044-5276****²Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Toprak İlmi ve Ekoloji, ebru@karatekin.edu.tr, 0000-0002-5254-8233****Özet**

Frenk üzümü (*Ribes* spp.), taze ve işlenmiş olarak değerlendirilebilmesi ve biyoaktif bileşenlerce zengin meyvelere sahip olması nedeniyle ılıman iklim meyveciliğinde önem taşıyan meyve türleri arasında yer almaktadır. Türkiye’de ticari yetiştiriciliği sınırlı olan bu türlerin, ürün çeşitlendirmesi ve alternatif meyvecilik açısından değerlendirilme olanaklarının ortaya konulması önem taşımaktadır. Bu derlemede, Frenk üzümü türlerinin ekolojik gereksinimleri, yetiştiricilik özellikleri, biyotik ve abiyotik sınırlılıkları ile kullanım olanaklarına ilişkin ulusal ve uluslararası literatür Türkiye koşulları açısından değerlendirilmiştir. Literatürde bildirilen soğuklama gereksinimi, yaz sıcaklıklarına duyarlılık ve su gereksinimi dikkate alındığında, Türkiye’de özellikle yeterli kış soğuklamasına sahip, yaz döneminde aşırı sıcaklıkların sınırlı olduğu ve sulama olanağı bulunan yüksek rakımlı ve serin ekolojilerin Frenk üzümü yetiştiriciliği açısından potansiyel taşıdığı değerlendirilmektedir. Bununla birlikte, ilkbahar geç donları, yüksek yaz sıcaklıkları, su stresi ile tür ve bölgeye bağlı hastalık ve zararlı riskleri yetiştiriciliği sınırlandırabilecek başlıca faktörlerdir. Mevcut literatür, Frenk üzümünün Türkiye’de belirli ekolojiler için alternatif bir meyve türü olabileceğine işaret etmekle birlikte, çeşit × lokasyon etkileşimlerini ortaya koyan adaptasyon çalışmaları ile verim, meyve kalitesi ve ekonomik uygulanabilirliğe ilişkin verilerin sınırlı olduğu görülmektedir. Bu nedenle ticari yetiştiriciliğin yaygınlaştırılmasından önce uygun çeşitlerin belirlenmesine yönelik bölgesel adaptasyon çalışmalarının yürütülmesi, yetiştirme tekniklerinin yerel koşullara göre geliştirilmesi ve biyotik risklerin bölgesel düzeyde değerlendirilmesi gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Frenk üzümü, ekolojik gereksinimler, yetiştiricilik potansiyeli, sınırlayıcı faktörler, alternatif meyvecilik

EVALUATION OF THE ECOLOGICAL POTENTIAL AND LIMITATIONS OF CURRANT (*Ribes* spp.) CULTIVATION IN TÜRKİYE**Assoc. Prof. Dr. Nuray ÇİÇEK¹ / Assoc. Prof. Dr. Ebru GÜL²**¹Çankırı Karatekin University, Faculty of Forestry, Department of Plant Materials and Cultivation,
ciceknuray@karatekin.edu.tr, 0000-0001-5044-5276²Çankırı Karatekin University, Faculty of Forestry, Department of Soil Science and Ecology,
ebru@karatekin.edu.tr, 0000-0002-5254-8233**Abstract**

Currants (*Ribes* spp.) are among the temperate fruit crops of considerable importance due to their suitability for both fresh consumption and processing, as well as their fruits being rich in bioactive compounds. In Türkiye, where commercial cultivation of these species remains limited, identifying their potential for crop diversification and alternative fruit production is of particular importance. In this review, national and international literature on the ecological requirements, cultivation characteristics, biotic and abiotic limitations, and utilization opportunities of currant species was evaluated in relation to the environmental conditions of Türkiye. Considering the chilling requirements, sensitivity to high summer temperatures, and water requirements reported in the literature, high-altitude and cool environments in Türkiye characterized by sufficient winter chilling, relatively moderate summer temperatures, and access to irrigation appear to have potential for currant cultivation. However, late spring frosts, high summer temperatures, water stress, and species- and region-specific disease and pest risks may constitute major constraints to production. Although the available literature indicates that currants may represent an alternative fruit crop for certain environments in Türkiye, data on cultivar × location interactions, yield performance, fruit quality, and economic feasibility remain limited. Therefore, before commercial production is expanded, regional adaptation studies should be conducted to identify suitable cultivars, cultivation practices should be optimized according to local conditions, and biotic risks should be assessed at the regional level.

Keywords: Currant, Ecological Requirements, Cultivation Potential, Limiting Factors, Alternative Fruit Production

GİRİŞ

Frenk üzümü (*Ribes rubrum* L. ve *Ribes nigrum* L.), botanik açıdan Saxifragaceae (Grossulariaceae) familyasının *Ribes* cinsine ait, kış mevsimine dayanıklı çalı formundaki meyve türlerini kapsamaktadır (Şekil 1). Bu grup, taze tüketim ile işlenmiş ürünlere yüksek uygunluk göstermelerinin yanı sıra biyoaktif bileşen zenginlikleriyle de öne çıkmaktadır. Frenk üzümü içeriğinde bulunan polifenoller, flavonoidler ve antosiyaninler gibi bileşikler, düzenli tüketimde insan sağlığı açısından önemli fonksiyonel niteliklerle ilişkilendirilmekte; bu durum türlerin hem klinik hem de gıda sanayii uygulamaları açısından taşıdığı değeri ortaya koymaktadır (Barney and Hummer, 2002; Izteleuova et al., 2025). Taze meyve olarak değerlendirilmelerinin yanı sıra reçel, marmelat, konsantre meyve suyu ve kurutulmuş ürün gibi işlenmiş formlar için de nitelikli bir hammadde kaynağı sunmaktadırlar (Barney and Hummer, 2002; Izteleuova et al., 2025). Bu doğrultuda, Frenk üzümünün ılıman iklimlerdeki yetiştiricilik potansiyeli ve sahip olduğu biyolojik değerler uluslararası literatürde geniş yer bulmakta (Barney and Hummer, 2002; Izteleuova et al., 2025); farklı coğrafyalardaki üretim dinamikleri ılıman iklim meyveciliğinin çeşitlendirilmesi kapsamında stratejik bir konu olarak incelenmektedir (Oğuz et al., 2023).



Şekil 1. Kırmızı (*Ribes rubrum* L.), siyah (*Ribes nigrum* L) ve beyaz Frenk üzümünün (*Ribes rubrum* L.; syn. *Ribes sativum*) görsel karşılaştırması. Görsel, OpenAI ChatGPT kullanılarak yapay zekâ ile oluşturulmuştur.

Türkiye’de ticari Frenk üzümü yetiştiriciliği mevcut koşullarda oldukça sınırlı bir düzeyde seyretmekte olup, iç pazardaki talep büyük oranda ithalat yoluyla karşılanmakta ve piyasa dalgalanmalarına açık kalmaktadır. Ulusal bitkisel üretimde ürün çeşitlendirmesi hedefleri ve alternatif meyvecilik yaklaşımları, üreticilere ek gelir imkânı sunması ve üretim risklerini dağıtması açısından kritik önem taşımaktadır. Ülkenin değişken iklim koşullarında dahi üretim güvenliğini artıracı, iklim değişikliğine nispeten toleranslı ve yerel pazarlara yönelik yüksek

katma değer üreten meyve türleri arasında Frenk üzümü potansiyel bir aday olarak değerlendirilmektedir (Izteleuova et al., 2025; Sølberg et al., 2022). Bu bağlamda, Türkiye'nin farklı ekolojilerine uygun iklim ve toprak gereksinimlerinin belirlenmesi, mevcut üretim kapasitesinin analiz edilmesi ve karşılaşılan temel sınırlılıkların tespit edilebilmesi için ulusal ve uluslararası araştırmaların birlikte değerlendirilmesi gerekliliği doğmuştur.

Bu çalışmada, Frenk üzümünün ekolojik gereksinimlerini, yetiştiricilik potansiyelini ve karşılaşılabilecek sınırlılıkları Türkiye koşulları açısından değerlendirmek amacıyla ulusal ve uluslararası literatür incelenmiştir. Botanik özelliklerden küresel üretim dinamiklerine, ekolojik sınırlılıklardan tarım politikalarına kadar uzanan kaynaklar taranmıştır. Elde edilen bulgular doğrultusunda, Türkiye'de Frenk üzümü yetiştiriciliğinin yaygınlaştırılmasına yönelik araştırma ihtiyaçları ve sürdürülebilir politika önerileri sunulmuştur.

1. FRENK ÜZÜMÜNÜN EKOLOJİK GEREKSİNİMLERİ VE YETİŞTİRİCİLİK ÖZELLİKLERİ

1.1. İklim İstekleri

1.1.1 Kış Soğuklama Gereksinimi:

Frenk üzümünde de kış dinlenmesinin (dormansi) kırılması ve düzenli bir tomurcuk patlaması ile çiçeklenmenin sağlanabilmesi kış soğuklama süresine bağlıdır. Bu süreç genel literatürde temel olarak 0–7°C arasındaki sıcaklıklar altında geçen saat veya gün süreleri üzerinden değerlendirilmektedir (Clément et al., 1996). Tütün soğuklama ihtiyacı ılıman iklim koşullarına adaptasyonda belirleyici bir parametre olup, bu ihtiyacın tam olarak karşılanamaması durumunda düzensiz çiçeklenme, verim kaybı ve vegetatif gelişimde aksamalar gözlenmektedir (Ball, 1921; Clément et al., 1996). Clément et al., (1996)'nın belirttiği gibi *Ribes* türlerinin soğuklama gereksinimlerine ilişkin genotipik farklılıklar bulunmakla birlikte Türkiye gibi iklimsel varyasyonu yüksek ülkelerde başarılı bir yetiştiricilik için bölgesel kış soğuklama sürelerinin (soğuklama saatlerinin) mikro iklim düzeyinde tespit edilmesi zorunludur

1.1.2 Sıcaklık Toleransı ve Sıcaklık Stresi:

Frenk üzümü türleri, genetik olarak serin ve soğuk iklim koşullarına adapte olmuş, kış soğuklarına dayanıklı çalı formunda bitkilerdir. Buna karşın, türün aşırı yüksek yaz sıcaklıklarına ve yüksek ışınlım şiddetine karşı toleransı oldukça sınırlıdır (Clément et al., 1996, Woznicki et al. 2015, Gargın, 2016; Sønsteby and Heide, 2019). Özellikle vejetatif büyüme ve meyve olgunlaşma dönemlerinde maruz kalınan yüksek sıcaklıklar ile doğrudan yoğun güneş ışığı; yapraklarda fotosentetik aktivitenin yavaşlamasına, doku hasarlarına ve meyvelerde güneş yanıklığına yol açabilmektedir (Ball, 1921; Clément et al., 1996). Kış dinlenmesi sonrasında dengeli bir sıcaklık seyri meyve tutumu ve kalitesi için elzemdir; bu nedenle Türkiye koşullarında yetiştiricilik alanları seçilirken yaz döneminde ekstrem sıcaklıkların yaşanmadığı serin ekolojilerin tercih edilmesi gerekmektedir.

1.1.3 Işık ve Havalandırma Gereksinimleri:

Frenk üzümünün sağlıklı vegetatif ve generatif gelişim gösterebilmesi için yeterli ışık alma ve iyi bir taç havalandırması şarttır. Fotosentez kapasitesi ve meyve renkleşmesi açısından ışık gereksinimi yüksek olmakla birlikte, doğrudan ve aşırı şiddetli güneş ışığı doku zararlanmalarını tetikleyebildiğinden, filtrelenmiş/dağılmış (diffuse) ışık koşulları veya uygun yön güney-kuzey alan seçimi avantaj sağlamaktadır (Clément et al., 1996). Bunun yanı sıra, plantasyonlarda hava akımının zayıf olması mikroklimada nem birikimine ve dolayısıyla fungal hastalık risklerinin artmasına neden olmaktadır (Ball, 1921). Bu doğrultuda, iyi havalandırılan, aşırı rüzgârdan korunan ve dengeli ışık alan alanların seçilmesi bitki sağlığı, hastalık direnci ve meyve kalitesi açısından kritik bir yetiştiricilik faktörüdür (Ball, 1921; Clément et al., 1996, Woznicki et al. 2015, Gargın, 2016; Sønsteby and Heide, 2019).

1.2 Toprak ve Su İstekleri

1.2.1 Toprak Yapısı, pH, Organik Madde ve Drenaj İhtiyacı

Frenk üzümünün başarılı bir şekilde yetiştirilebilmesi için derin, organik madde bakımından zengin ve süzek (iyi drene edilmiş) toprak yapısı gereklidir. Genel olarak 5,5–7,0 arasındaki pH aralığı bitki gelişimi için ideal kabul edilmektedir. Bu pH aralığındaki topraklar, gerekli besin maddelerinin alınabilirliğini kolaylaştırırken, kök sisteminin optimum düzeyde havalanmasını ve gelişimini destekler. Toprak dokusunun uygunluğu ve yüksek organik madde içeriği, kök bölgesindeki su tutma kapasitesini ve hava hacmini doğrudan etkilediğinden yetiştiricilik başarısını artıran temel unsurlardır. Ağır bünyeli ve killi topraklarda kök bölgesinde oluşabilecek su birikintileri, köklerde oksijen yetersizliğine ve fungal kök çürüklüklerine yol açabileceğinden drenajın sağlanması kritik önem taşır (Anonymous, 2026). Türkiye koşullarında lokasyon bazlı toprak analizlerinin yapılması ve uygun toprak düzenleyici uygulamalarının planlanması gerekir.

1.2.2 Su Gereksinimi ve Kritik Büyüme Dönemlerinde Sulama Yönetimi:

Frenk üzümü yetiştiriciliğinde düzenli ve dengeli bir mevsimsel sulama programının uygulanması şarttır. Bitkinin suya en hassas olduğu kritik büyüme dönemleri; ilkbahardaki çiçeklenme, meyve tutumu ve meyve irileşme (dolgulaşma) safhalarıdır. Kurak geçen dönemlerde maruz kalınan su stresi; meyve dökümlerine, verim düşüşüne ve meyve kalitesinin bozulmasına doğrudan neden olmaktadır. Bu nedenle, kök bölgesini sürekli nemli tutan ancak aşırı doyumluk yaratmayan damla sulama gibi hassas sulama sistemlerinin kullanılması su kullanım verimliliğini artırmaktadır. Drenaj problemleri ile yetersiz sulama dengesinin iyi kurulması, kış ve yaz aylarında kök sağlığının korunması ile sürdürülebilir verim elde edilmesi açısından elzemdir (Ball, 1921; Clément et al., 1996; Barney and Hummer, 2002; Woznicki et al. 2015; Sønsteby and Heide, 2019; Anonymous, 2026).

1.3. Genel Yetiştiricilik Teknikleri

1.3.1 Budama ve Terbiye Sistemleri:

Frenk üzümünün budama ve terbiye sistemleri, bitkinin verimliliği ile meyve kalitesini doğrudan etkileyen temel agronomik uygulamalardır. Çalı formundaki bitki yapısının düzenli budama ile kontrol altında tutulması; taç içi ışıklandırmanın artırılmasını, hava sirkülasyonunun iyileştirilmesini ve sürgün dengesinin korunmasını sağlar (Ağaoğlu, 1986; Clément et al., 1996, Yaman and Sümbül, 2025). Yetiştiricilikte temel strateji, verimden düşmüş yaşlı dalların kademeli olarak uzaklaştırılarak genç ve verimli sürgünlerin teşvik edilmesi ilkesine dayanır (Clément et al., 1996). Uygun terbiye sistemlerinin seçimi; sürgünlerin dengeli dağılımını sağlayarak hem kültürel işlemler ile hasat kolaylığı sunmakta hem de fungal hastalık risklerini azaltarak meyve kalitesini optimize etmektedir (Clément et al., 1996; Barney and Hummer, 2002; Yaman and Sümbül, 2025).

1.3.2 Çoğaltma Yöntemleri ve Yetiştirme Stratejileri:

Frenk üzümünün çoğaltılmasında çelikle çoğaltma (çelik alma/kesme), daldırma (katlama) ve çalı bölme gibi vejetatif çoğaltma yöntemleri yaygın olarak kullanılmaktadır (Clément et al., 1996; Barney and Hummer, 2005). Özellikle tiplere/klonlara özgü genetik saflığın korunması ve yüksek köklenme başarısı elde edilmesi için uygun köklendirme ortamlarının seçilmesi ve gerektiğinde köklendirme hormonlarının (oksin grubu bitki gelişim düzenleyicileri) kullanılması önerilmektedir (Clément et al., 1996; Barney and Hummer, 2002). Türkiye’de kurulacak ticari plantasyonlar için spesifik budama, terbiye ve çoğaltma stratejileri belirlenirken; bölgesel iklim özellikleri, toprak yapısı ve çeşitlerin büyüme tabiatları dikkate alınarak lokasyona özgü adaptasyon ve yetiştiricilik kılavuzlarının geliştirilmesi gerekmektedir (Clément et al., 1996).

2. TÜRKİYE’DE FRENK ÜZÜMÜ YETİŞTİRİCİLİĞİ İÇİN EKOLOJİK POTANSİYEL

Türkiye'nin topoğrafik ve iklimsel çeşitliliği, Frenk üzümünün soğuklama ve serin yaz iklimi istekleri açısından belirleyici bir role sahiptir. Sıcaklık, kış soğuklama süreleri (0–7°C) ve rakım parametreleri dikkate alınarak

oluşturulan agroekolojik sınırlar Tablo 1’de (Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2026) gösterilmiştir. Tablo 1’de bir ön değerlendirme haritası sunulmuştur. Tabloda verilen ön değerlendirmeye göre, **frenk üzümü yetiştiriciliği** açısından Türkiye’de en uygun alanların serin yaz koşullarına ve yeterli kış soğuklamasına sahip yüksek rakımlı bölgeler olduğu görülmektedir. Özellikle **Bolu ve Kastamonu’nun dağlık kesimleri ile Doğu Karadeniz’in iç kesimleri**, yaklaşık 1400–1900 saatlik soğuklama süreleri ve 24–29 °C aralığındaki yaz maksimum sıcaklıkları nedeniyle yüksek ekolojik uygunluk göstermektedir. **Düzce’nin iç ve yüksek kesimleri ile Karabük–Safranbolu yüksekleri** ise orta–yüksek düzeyde potansiyel taşımakta, ancak yüksek nem, drenaj, yaz kuraklığı ve su stresi gibi faktörler yetiştiriciliği sınırlandırabilmektedir. **Göller Yöresi ve İç Anadolu’nun yüksek kesimleri** orta–yüksek veya orta düzeyde potansiyel sunarken, Doğu Anadolu’da yeterli soğuklama bulunmasına rağmen ilkbahar geç donları ve kısa vejetasyon dönemi önemli risk oluşturmaktadır. Buna karşılık **Akdeniz ve Ege kıyıları ile alçak rakımlı Marmara kıyıları**, yetersiz kış soğuklaması ve yüksek yaz sıcaklıkları nedeniyle frenk üzümü yetiştiriciliği açısından daha düşük uygunluk göstermektedir. Bu değerlendirmeler **ön değerlendirme niteliğinde olup**, mikroklima, çeşit özellikleri, toprak özellikleri ve sulama olanakları dikkate alınarak yerel düzeyde doğrulanmalıdır.

Tablo 1. Türkiye’nin farklı agroekolojik bölgelerinin Frenk Üzümü ekolojik ihtiyaçları açısından karşılaştırılması

Bölge / İklim Kuşağı	Rakım (m)	Tahmini Soğuklama Süresi (saat)	Yaz Ortalama Maksimum Sıcaklığı (°C)	Ekolojik Uygunluk	Başlıca Sınırlayıcı Faktör
Doğu Karadeniz İç Kesimleri (Gümüşhane, Bayburt)	1100–1600	1400–1800	26–29	Yüksek	Toprak derinliği, eğim ve su yönetimi
Göller Yöresi / Batı Toroslar (Isparta, Eğirdir)	900–1300	1000–1300	30–33	Orta–yüksek	Yaz sıcaklığı ve kuraklık
Doğu Anadolu Yüksek Platoları (Erzurum, Kars)	1700–2000+	>2000	25–28	Orta / riskli	İlkbahar geç donları ve kısa vejetasyon dönemi
İç Anadolu Yüksek Kesimleri (Sivas, Yozgat)	1000–1400	1200–1500	29–32	Orta potansiyel	Su stresi ve düşük hava nemi
Bolu Dağlık Kesimleri (Bolu, Mengen, Gerede)	900–1500	1400–1900	24–28	Yüksek	İlkbahar geç donları ve aşırı kış soğukları
Kastamonu Dağlık Kesimleri (İlgaz, Araç, Tosya yüksekleri)	900–1500	1400–1900	25–29	Yüksek	İlkbahar geç donları ve kısa vejetasyon
Düzce İç ve Yüksek Kesimleri (Düzce, Yığılca)	400–900	900–1400	27–30	Orta–yüksek	Yüksek nem, fungal hastalık riski ve drenaj
Karabük–Safranbolu Yüksekleri	700–1100	1100–1600	27–30	Orta–yüksek	Yaz kuraklığı ve su stresi
Akdeniz ve Ege Kıyıları (Antalya, İzmir)	0–300	200–500	>35	Düşük uygun değil	Yetersiz soğuklama ve yüksek yaz sıcaklığı

Bölge / İklim Kuşağı	Rakım (m)	Tahmini Soğuklama Süresi (saat)	Yaz Ortalama Maksimum Sıcaklığı (°C)	Ekolojik Uygunluk	Başlıca Sınırlayıcı Faktör
Marmara Kıyıları (İstanbul, Tekirdağ)	0–300	400–700	>33	Düşük–orta	Çeşide bağlı soğuklama ve yaz sıcaklığı

2.1 Potansiyel Yetiştiricilik Alanları ve Ekolojik Uygunluk

2.1.1 Yüksek Rakımlı ve Serin Mikroklimalar

Frenk üzümü, ılıman iklim şartlarına yüksek uyum gösteren çalı formu meyve türü olarak değerlendirilmektedir. Türkiye'nin dağlık ve yüksek rakımlı alanları, türün ihtiyaç duyduğu serin mikroklimatik koşulları ve soğuklama süresini karşılayabilecek önemli bir potansiyele sahiptir (Clément et al., 1996, Barney and Hummer, 2002). Bölgesel iklimsel varyasyonlar göz önüne alındığında, potansiyel alanların il ve ilçe düzeyinde ayrıntılı mikroklima analizleriyle belirlenmesi gerekmektedir.

2.1.2 Kış Soğuklaması ve Yaz Sıcaklığı Dengesi

Frenk üzümü yetiştiriciliğinde kış dinlenmesi kadar yaz sıcaklık toleransı da kritik bir parametredir. Türkiye'nin farklı iklim kuşaklarında kış soğuklama ihtiyacının tam karşılandığı ve yaz sıcaklıklarının bitki stresini önleyecek makul düzeyde kaldığı coğrafi alanların tespiti, bölgesel iklimsel ölçüm ve saha analizlerini zorunlu kılmaktadır (Ball, 1921; Clément et al., 1996, Gargın, 2016).

2.2 Alternatif Meyve Türü Olarak Değerlendirilmesi

2.2.1 Ürün Çeşitlendirme ve Niş Pazar Potansiyeli

Taze tüketim ve endüstriyel işleme için geniş bir kullanım alanına sahip olan Frenk üzümü, tarımsal ürün yelpazesinin çeşitlendirilmesinde stratejik bir niş pazar ürünü niteliğindedir (Iztelevova et al., 2025; Oğuz et al., 2023). Türkiye'de düşük riskli ve katma değerli ürün portföyleri oluşturulmasında, ekosistem hizmetleri ve yerel pazar dinamikleri açısından önemli bir alternatif sunmaktadır (Gargın, 2016; Ju et al., 2022).

2.2.2 Bölgesel Kalkınma ve Ekonomik Katma Değer

Agroekolojik esaslara dayalı planlamalar doğrultusunda, Frenk üzümünün uygun ekolojilere entegrasyonu kırsal kalkınmayı destekleme gücüne sahiptir. Ekolojik olarak elverişli alanların tespiti ve ürünün tarımsal değer zincirine dahil edilmesi, yerel ekonomilerde ilave katma değer ve istihdam sağlayacaktır (Yeni and Teoman, 2023; Pehlivan, 2023; Özçelik, 2019).

Bu çalışmada, ılıman iklim meyveciliği literatüründeki genel iklim-çevre uyum ilkelerinden hareketle, Türkiye ölçeğinde farklı ekolojik potansiyeller değerlendirilmeye çalışılmıştır. Gelecek çalışmalarda, bu ilk değerlendirmelerin bölgesel iklim-tarım modelleri ve saha doğrulamaları ile desteklenmesi hedeflenmektedir. Bu doğrultuda; iklim, toprak ve su kaynakları verilerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) teknikleriyle entegre edilmesi, mikro iklimsel farklılıkların en doğru şekilde haritalandırılmasına imkan tanıyacaktır (Özkan, 2019; Yılmaz, 2021; Özdeş, 2023).

3. Yetiştiriciliği Sınırlandıran Faktörler

3.1. Abiyotik Sınırlılıklar

3.1.1 İlkbahar Geç Donları

Frenk üzümünün erken çiçeklenme döneminde yaşanabilecek geç donlar; meyve tutumu, tane gelişimi ve genel verim üzerinde belirleyici bir abiyotik stres unsurudur (Ball, 1921; Clément et al., 1996; Barney and Hummer,

2002). Türkiye'nin topoğrafik ve iklimsel çeşitliliği nedeniyle don riski lokasyona göre belirgin farklılıklar göstermekte olup, mikroklima odaklı saha seçimini zorunlu kılmaktadır

3.1.2 Aşırı Yaz Sıcaklıkları:

Yüksek sıcaklıklar ve yoğun güneş radyasyonu; yapraklarda doku hasarına, fotosentetik aktivitenin duraksamasına ve meyve kalitesinde kayıplara yol açabilmektedir (Ball, 1921; Clément et al., 1996; Barney and Hummer, 2002). Özellikle Akdeniz iklim etkisindeki iç bölgelerde gölgeleme sistemleri ve mikro klima yönetim tedbirleri kritik öneme sahiptir

3.1.3 Su Stresi ve Kuraklık

Frenk üzümü, kök derinliği ve morfolojik yapısı gereği toprak nem eksikliğine son derece duyarlıdır. Sulama altyapısının yetersiz olduğu alanlarda ciddi verim düşüşleri yaşanabileceğinden, damla sulama sistemleri ve hassas su yönetimi stratejilerinin uygulanması

3.2. Biyotik Sınırlılıklar

3.2.1 Fitopatolojik Etmenler

Yetiştiricilik alanlarında nem ve sıcaklık koşullarına bağlı olarak külleme (*Erysiphe* spp./*Sphaerotheca* spp.) ve pas hastalıkları gibi fungal etmenler önemli biyotik baskı oluşturabilmektedir (Ball, 1921; Clément et al., 1996; Barney and Hummer, 2002). Entegre mücadele yöntemlerinin planlanması sürdürülebilir yetiştiricilik için gereklidir.

3.2.2 Zararlı Baskısı

Yerel faunaya bağlı olarak yaprak bitleri (Aphididae), gal arıları ve kırmızılı örümcekler gibi zararlılar vegetatif gelişimi ve sürgün kalitesini olumsuz etkileyebilmektedir (Ball, 1921; Clément et al., 1996).

Frenk üzümü yetiştiriciliğini kısıtlayan abiyotik ve biyotik faktörler genel iklim-çevre ilişkileri çerçevesinde ele alınmalıdır. Sınırlayıcı etkileri minimuma indirmek amacıyla; erken donlara karşı budama zamanlaması ve koruyucu örtü kullanımı, yaz sıcaklarına karşı gölgeleme fileleri, su stresine karşı damla sulama altyapısı ve biyotik etmenlere karşı Entegre Zararlı Yönetimi (IPM) ilkeleri benimsenmelidir. Tarımsal yatırım kararları ve bölgesel planlamalarda, erken uyarı sistemleri ile desteklenmiş mikro iklimatik izleme ağlarının kurulması risk yönetiminin temelini oluşturacaktır (Ball, 1921; Clément et al., 1996).

4. SEKTÖREL İHTİYAÇLAR VE GELECEK ARAŞTIRMA KONULARI

Türkiye'de farklı Frenk üzümü çeşitlerinin mikroklima, toprak yapısı ve su yönetimi etkileşimlerini inceleyen çok değişkenli adaptasyon araştırmaları oldukça sınırlıdır (Gargın, 2016). Frenk üzümü yetiştiriciliği hakkında soğuklama ihtiyacı ve yaz sıcaklık toleransı gibi parametrelerin bölgesel varyasyonlarına ilişkin veri eksikliği, ülke genelinde uygulanabilir yetiştirme kılavuzlarının oluşturulmasını zorlaştırmaktadır.

Farklı agroekolojik bölgelerde verim potansiyeli, meyve kalitesi ve sekonder metabolitler (fenolikler, flavonoidler vb.) üzerine tutarlı ve karşılaştırmalı veri setleri bulunmamaktadır. Bu durum hem taze tüketim hem de sanayiye yönelik ürün standartlarının belirlenmesinde bir engel teşkil etmektedir (Izteleuova et al., 2025; Oğuz et al., 2023; Alahyane et al., 2026).

Uluslararası literatürde niş pazar potansiyeli vurgulanmakla birlikte (Ju et al., 2022; Izteleuova et al., 2025), Türkiye ölçeğinde depolama ve işleme kayıpları, tedarik zinciri maliyetleri ve bölgesel talep profillerine yönelik sistematik ekonomik fizibilite analizleri henüz yetersizdir

Frenk üzümü özelinde, ekolojik potansiyelin belirlenmesine yönelik mekânsal karar destek çalışmalarının sınırlı olduğu görülmektedir. Özellikle CBS ve AHP entegrasyonu ile iklim, toprak, su varlığı ve sosyo-ekonomik

dinamikleri eş zamanlı analiz eden yetiştiricilik uygunluk haritalarının hazırlanmamış olması, türe yönelik bölgesel planlamaların kapsamını kısıtlamaktadır (Tuğaç and Sefer, 2021; Ödeker and Bayar, 2021).

Türkiye’de Frenk üzümünün sürdürülebilir ve katma değerli bir alternatif ürün olarak yaygınlaştırılabilmesi; mekânsal, agronomik ve ekonomik boyutları kapsayan entegre bir yaklaşımı elzem kılmaktadır. Bu doğrultuda ilk olarak, geç don ve aşırı yaz sıcaklığı gibi iklimsel riskler ile toprak, su ve pazara erişim kriterlerini bir arada değerlendiren CBS tabanlı Çok Kriterli Karar Analizi (ÇKKA) modelleriyle yüksek potansiyelli mikro bölgeler belirlenmeli ve mekânsal adaptasyon haritaları oluşturulmalıdır (Ödeker and Bayar, 2021). Tespit edilen alanlarda, farklı çeşitlerin yerel ekolojiye uyumunu ve biyokimyasal performansını doğrulamaya yönelik çok lokasyonlu eş zamanlı saha denemelerine öncelik verilerek mevcut veri boşlukları kapatılmalıdır (Clément et al., 1996). Böylece ürüne katma değer kazandıracak işleme, depolama ve değer zinciri analizlerine dayalı ekonomik modeller geliştirilmeli; kamu, araştırma kurumları ve üreticiler arasında şeffaf veri paylaşımını esas alan bütüncül tarım politikaları kararlılıkla uygulanmalıdır (Tuğaç and Sefer, 2021).

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Türkiye’de Frenk üzümünün sürdürülebilir ve katma değerli bir alternatif ürün olarak tarımsal üretime kazandırılması; ekolojik uyum, risk yönetimi ve ekonomik planlamayı kapsayan entegre bir yaklaşımı zorunlu kılmaktadır. Ülkenin zengin iklim ve toprak çeşitliliği türün geliştirilmesi açısından fırsatlar sunsa da hastalıklar, zararlılar ve iklimsel dalgalanmalar gibi biyotik ve abiyotik stres faktörleri geniş ölçekli dikimler öncesinde temkinli bir strateji izlenmesini gerektirmektedir. Bu bağlamda, ilk aşamada bölgesel adaptasyon denemeleri kurularak hassas tarım teknikleri (sulama, gübreleme, budama) ve bölgeye özgü dayanıklı çeşit seçimi optimize edilmelidir. Eş zamanlı olarak, bölgesel biyotik risk haritaları oluşturularak erken uyarı ve Entegre Zararlı Yönetimi sistemleri hayata geçirilmeli; monokültür riskine karşı agroekolojik tasarım ilkeleri benimsenmelidir. Son olarak, ürüne katma değer sağlayacak değer zinciri modelleri ile kamu, üniversite ve üretici iş birliğini esas alan yayım ve teknik destek programlarının bütünleştirilmesi, Frenk üzümü yetiştiriciliğinin Türkiye’deki başarısını ve uzun vadeli sürdürülebilirliğini garanti altına alacaktır.

KAYNAKLAR

- Ağaoğlu, Y. S. (1986). Üzümsü meyveler. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 984 (Ders Kitabı: 377).
- Alahyane, A., El Qarnifa, S., Ouamnina, A., El Hayany, B., Mounir, A., Alahyane, H., & Abderrazik, M. (2026). Polyphenol composition, antioxidant properties, and health benefits of Moroccan-cultivated raspberries, blackberries, and blueberries: A comprehensive review. *Foods*, 15(8), Article 1356.
- Anonymous. (2026). Grow your own blackcurrants. Royal Horticultural Society (RHS). Erişim tarihi: 2 Eylül 2026, <https://www.rhs.org.uk/fruit/blackcurrants/grow-your-own>
- Ball, C. R. (1921). The relation of crop-plant botany to human welfare. *American Journal of Botany*, 8(7), 323–338.
- Barney, D., & Hummer, K. (2005). Currants, gooseberries, and jostaberries: A guide for growers, marketers, and researchers in North America. CRC Press.
- Clément, C. R., Manshardt, R. M., DeFrank, J., Cavaletto, C. G., Nagai, N. Y., Palada, M. C., & Yadava, U. L. (1996). Exotic horticultural plants with commercial potential in the United States market. *HortScience*, 31(5), 763–774. <https://doi.org/10.21273/hortsci.31.5.763>
- Gargın, S. (2016). Bazı ahududu, böğürtlen, frenküzümü çeşitlerinin Eğirdir ilçesinde 3 yıllık fenolojilerinin ve morfolojik özelliklerinin belirlenmesi. *Bahçe*, 45(Özel Sayı 1: 7. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi), 341–345.
- Hummer, K. E., & Barney, D. L. (2002). Currants. *HortTechnology*, 12(3), 377–387.

Izteleuova, E. Y., Zhumashova, G. T., Bekezhanova, T. S., Allambergenova, Z. B., Zhaparkulova, K. A., Karaubayeva, A. A., & Korona-Glowniak, I. (2025). The current state of knowledge on *Ribes* spp. (currant) plants. *Plants*, 14(20), Article 3196.

Ju, J. H., Yoon, Y. H., Shin, S. H., Ju, S. Y., & Yeum, K. J. (2022). Recent trends in urban agriculture to improve bioactive content of plant foods. *Horticulturae*, 8(9), Article 767.

Meteoroloji Genel Müdürlüğü. (2026). İl ve ilçelerimize ait istatistiki veriler. T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx> (Erişim tarihi: 03.09.2026)

Oğuz, İ., İbrahim Oğuz, H., Hilal Attar, Ş., Ayvaz Sönmez, D., Çelik, H., & Ebru Yaşa Kafkas, N. (2023). Preferable berry fruits for tolerance to global climate change and dry conditions. In *Edible berries - New insights*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.1002222>

Ödeker, B., & Bayar, R. (2021). CBS teknolojileri ve AHP ile bağ alanları için uygun yer seçimi: Denizli ili örneği. *Ege Coğrafya Dergisi*, 30(1), 125–141.

Özçelik, H. (2019). Biodiversity in the Lakes Region (Türkiye) and its agricultural importance. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 23(2), 315–328.

Özdeş, M. (2023). Küresel iklim değişikliği ve çevresel değişimlerin etkisi altında arazi değişim biliminin ortaya çıkışı: Kurak ve yarı kurak ekosistemlerde arazi değişimi. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 21(2), 660–695.

Özkan, G., & Kadağan, Ö. (2019). Bursa ili tarımsal potansiyelinin geliştirilmesine yönelik bir değerlendirme. *Turkish Studies - Economics, Finance, Politics*, 14(2), 855–870.

Pehlivan, T. (2023). Some important edible wild plants of Türkiye and their use in culinary. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 11(2), 363–371.

Solberg, S. Ø., Loskutov, I. G., Breian, L., & Diederichsen, A. (2022). The impact of N.I. Vavilov on the conservation and use of plant genetic resources in Scandinavia: A review. *Plants*, 12(1), Article 143.

Sønsteby, A., & Heide, O. M. (2019). Flowering and dormancy relations of raspberry and black currant and effects of management and climate warming on production. In *XII International Rubus and Ribes Symposium: Innovative Rubus and Ribes Production for High Quality Berries in Changing Climate* (Acta Horticulturae, Cilt 1277, ss. 307–320). ISHS.

Tuğaç, M. G., & Sefer, F. (2021). Türkiye’de zeytin (*Olea europaea* L.) üretimine uygun alanların coğrafi bilgi sistemleri (CBS) tabanlı çoklu kriter analizi ile belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 58(1), 97–113.

Woznicki, T. L., Heide, O. M., Sønsteby, A., Wold, A. B., & Remberg, S. F. (2015). Yield and fruit quality of black currant (*Ribes nigrum* L.) are favoured by precipitation and cool summer conditions. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B — Soil & Plant Science*, 65(8), 702–712.

Yaman, M., & Sümbül, A. (2025). The importance of cultivation techniques, pruning, and training systems in stone fruit species cultivation. *Journal of Agricultural Sciences*, 31(2), 189–200.

Yılmaz, E. (2021). Yüksek çözünürlüklü ERA-Interim ve HadGEM2-CC model verilerine göre Türkiye’nin güncel ve gelecekteki Holdridge ekolojik bölgeleri. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 19(1), 1–25. <https://doi.org/10.33809/cobi.813470>

Yeni, O., & Teoman, Ö. (2023). Agroekolojik bakış açısından Türkiye’de tarımsal sürdürülebilirlik. *Fiscaoeconomia*, 7(Özel Sayı), 120–151. <https://doi.org/10.25295/fsecon.1355937>

TUZ STRESİ ALTINDAKİ BİTKİLERDE ASKORBİK ASİDİN FİZYOLOJİK VE BİYOKİMYASAL ROLÜ

Doç. Dr. Nuray ÇİÇEK¹ / Doç. Dr. Ebru GÜL²

¹Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Bitki Materyali ve Yetiştiriciliği,
ciceknuray@karatekin.edu.tr, 0000-0001-5044-5276,

²Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Toprak İlmi ve Ekoloji, ebru@karatekin.edu.tr, 0000-0002-5254-8233

Özet

Tuz stresi, bitkilerde büyüme ve gelişmeyi sınırlandıran başlıca abiyotik stres faktörlerinden biridir. Toprak çözeltisindeki yüksek tuz konsantrasyonu; ozmotik stres, iyon dengesizliği ve reaktif oksijen türlerinin aşırı birikimine bağlı oksidatif hasar oluşturarak bitkilerin fizyolojik ve biyokimyasal süreçlerini olumsuz etkileyebilmektedir. Tuz stresinin etkilerinin hafifletilmesine yönelik yaklaşımlar arasında, antioksidan özellik gösteren bileşiklerin uygulanması son yıllarda üzerinde durulan yöntemlerden biridir. Bu derlemede, askorbik asit uygulamalarının tuz stresi altındaki bitkilerde fizyolojik ve biyokimyasal süreçler üzerindeki etkileri ulusal ve uluslararası literatür bulguları doğrultusunda değerlendirilmiştir. Askorbik asit, hücrel redoks dengesinin düzenlenmesinde ve reaktif oksijen türlerinin detoksifikasyonunda görev alan önemli antioksidanlardan biridir. Literatürde, askorbik asit uygulamalarının tuz stresi koşullarında antioksidan savunma sistemiyle ilişkili süreçleri destekleyebildiği, oksidatif hasarı sınırlandırabildiği ve fotosentetik pigmentlerin korunmasına katkı sağlayabildiği bildirilmektedir. Ayrıca askorbik asit uygulamalarının ozmotik düzenleme, membran bütünlüğünün korunması ve iyon homeostazının sürdürülmesi üzerinde olumlu etkiler gösterebildiği belirtilmektedir. Bununla birlikte, söz konusu etkilerin bitki türü ve çeşidi, tuzluluk düzeyi, askorbik asit konsantrasyonu, uygulama yöntemi ve uygulama zamanına bağlı olarak değişebildiği görülmektedir. Mevcut literatür, askorbik asit uygulamalarının bitkilerde tuz stresinin neden olduğu fizyolojik ve oksidatif hasarın hafifletilmesinde potansiyel bir yaklaşım olduğunu göstermektedir. Ancak askorbik asidin etkisi, bitki türü ve uygulama koşullarına bağlı olarak değişebilmektedir. Bu nedenle eksojen askorbik asit uygulamaları, tuz stresinin olumsuz etkilerinin hafifletilmesinde destekleyici bir yaklaşım olarak değerlendirilebilir.

Anahtar Kelimeler: Askorbik Asit, Tuzluluk, Oksidatif Stres, Antioksidan Savunma, Stres Toleransı

PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL ROLE OF ASCORBIC ACID IN PLANTS UNDER SALT STRESS**Assoc. Prof. Dr. Nuray ÇİÇEK¹ /Assoc. Prof. Dr. Ebru GÜL²****¹Çankırı Karatekin University, Faculty of Forestry, Material and Cultivation,
ciceknuray@karatekin.edu.tr, 0000-0001-5044-5276****²Çankırı Karatekin University, Faculty of Forestry, Soil Science and Ecology, ebru@karatekin.edu.tr,
0000-0002-5254-8233****Abstract**

Salt stress is a major abiotic stress factor limiting plant growth and development. High salt concentrations in the soil solution can adversely affect plant physiological and biochemical processes by causing osmotic stress, ionic imbalance, and oxidative damage associated with excessive accumulation of reactive oxygen species. Among approaches to alleviate the adverse effects of salt stress, compounds with antioxidant properties have received increasing attention in recent years. This review evaluates the effects of ascorbic acid applications on physiological and biochemical processes in plants exposed to salt stress, based on findings reported in national and international literature. Ascorbic acid is an important antioxidant involved in regulating cellular redox balance and detoxifying reactive oxygen species. Previous studies have reported that ascorbic acid application under salt stress conditions may support antioxidant defense-related processes, limit oxidative damage, and help maintain photosynthetic pigments. In addition, ascorbic acid has been reported to benefit osmotic adjustment, membrane integrity, and ion homeostasis. However, these effects may vary depending on plant species and cultivar, salinity level, ascorbic acid concentration, application method, and application timing. The literature indicates that ascorbic acid application may help alleviate physiological and oxidative damage caused by salt stress in plants. Nevertheless, its effectiveness may vary depending on plant species and application conditions. Therefore, exogenous ascorbic acid application may be considered a supportive strategy for mitigating the adverse effects of salt stress.

Keywords: Ascorbic Acid, Salinity, Oxidative Stress, Antioxidant Defense, Stress Tolerance

GİRİŞ

Kuraklık, aşırı sıcaklık ve ağır metaller gibi abiyotik stres faktörleri arasında yer alan tuz stresi, bitkilerin fizyolojik, biyokimyasal, moleküler ve hücresel mekanizmalarını bozarak bitkisel üretimi ve verimliliği önemli ölçüde tehdit etmektedir (Srivastava et al., 2022; Raza et al., 2022; Korkmaz and Çiçek 2024). Tuz stresi bitki metabolizması üzerinde temel olarak ozmotik/iyonik stres ve reaktif oksijen türlerinin (ROS) birikimiyle tetiklenen oksidatif stres olmak üzere iki ana hat üzerinden yıkıcı etkiler gösterir (Khalid et al., 2022; Anjum et al., 2023; Mishra et al., 2023; Boyno et al., 2025). Bitkiler bu olumsuz etkilere karşı iyon homeostazı, ozmotik denge ve ROS sinyalizasyonu ile entegre çalışan çok katmanlı antioksidan savunma sistemleri geliştirmektedir (Anjum et al., 2023; Boyno et al., 2025). Bu hücresel adaptasyon mekanizmalarında, antioksidan kapasitenin kilit bileşenlerinden biri olan askorbik asit (AsA) ve bunun yanı sıra hidrojen sülfür (H₂S), nitrik oksit (NO) gibi sinyal molekülleri stres toleransının modülasyonunda hayati rol oynamaktadır (Sofa et al., 2015; Raza et al., 2022; Srivastava et al., 2022;). Özellikle endojen ve eksojen sinyal iletim yollarıyla etkileşime giren antioksidan mekanizmalar; süperoksit dismutaz (SOD), peroksidaz (POD) ve katalaz (CAT) gibi enzimlerin yanı sıra askorbik asit aracılı detoxifikasyon süreçlerini düzenleyerek aşırı ROS birikimini engellemekte ve hücre içi redoks dengesini korumaktadır (Sofa et al., 2015; Raza et al., 2022). Sonuç olarak; tuz stresi altındaki bitkilerde askorbik asidin fizyolojik ve biyokimyasal rolleri, bitkinin oksidatif hasardan korunması, hücresel homeostasisin sürdürülmesi ve genel stres toleransının güçlendirilmesi açısından kritik bir hücresel savunma hattı sağlamaktadır.

Tuzlu topraklarda biriken Na⁺ ve Cl⁻ iyonları hücresel iyon dengesini bozarak fotosentez, su potansiyeli ve stomatal davranışlar üzerinde olumsuz etkiler oluşturmakta; su alımının kısıtlanması ve iyon toksisitesi sonucunda bitkisel üretimde ciddi büyüme gerilemelerine yol açmaktadır (Sofa et al., 2015; Qamer et al., 2021; Chen et al., 2022; Boyno et al., 2025). Bu süreçte artan reaktif oksijen türleri (ROS); lipid peroksidasyonu, protein ve DNA hasarı ile hücresel ölümleri tetiklemektedir (Sofa et al., 2015; Punia et al., 2021; Qamer et al., 2021; Mansoor et al., 2022; Mishra et al., 2023). Bitkiler bu yıkıcı etkilere karşı iyon homeostazı, SOS (Salt Overly Sensitive) yolağı, Ca²⁺ dalgalanmaları ve CBL-CIPK sinyal ağları aracılığıyla Na⁺ dışa atımını ve vakuoler hapsini sağlayarak Na⁺/K⁺ dengesini korumaktadır (Abdelaal et al., 2022; Chen et al., 2022; Gupta et al., 2022). Eş zamanlı olarak; prolin, glisinbetain ve şekerler gibi ozmolitlerin akümüasyonu membran ile protein stabilitesini desteklemekte ve su potansiyelini korumaktadır (Sofa et al., 2015; Behera et al., 2022; Mishra et al., 2023; Sinky et al., 2023). Bu adaptasyon mekanizmalarının merkezinde yer alan antioksidan savunma sistemi; SOD, CAT, APX, GR ve POD gibi enzimatik bileşenler ile askorbik asit (AsA), glutatyon (GSH), tokoferoller, karotenoidler ve flavonoidler gibi non-enzimatik moleküller üzerinden ROS birikimini dengelemektedir (Sofa et al., 2015; Punia et al., 2021; Qamer et al., 2021; Abdelaal et al., 2022; Mishra et al., 2023). Ayrıca Absisik asit (ABA), Sitokinin (CK), Indol-3-Asetik asit (IAA), Gibberellil asit (GA), Salisilik asit (SA), Jasmonik Asit (JA) gibi bitki hormonlarının ROS sinyal yolları ile girdiği çapraz etkileşimler (crosstalk), bu savunma ağlarını birbiri ile uyumlu bir şekilde yöneterek strese karşı sistemik bir tolerans kazandırmaktadır (Abdelaal et al., 2022; Ali et al., 2022; Gupta et al., 2022; Anjum et al., 2023; Saccone et al., 2026).

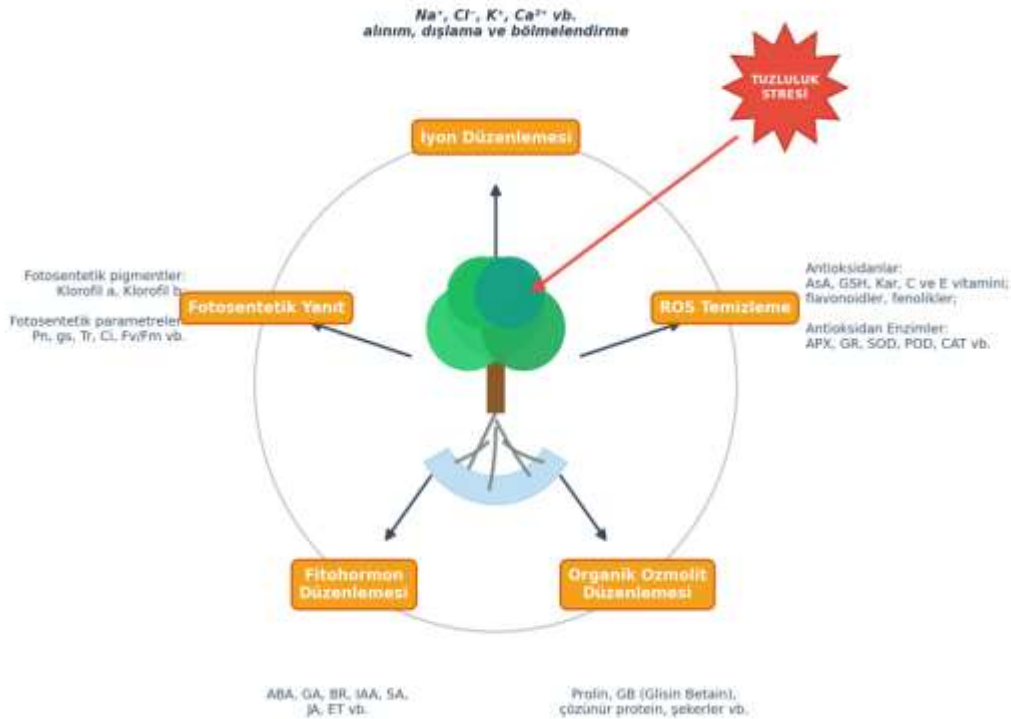
Bitkilerde suda çözünür bir antioksidan olan askorbik asit, AsA-GSH döngüsüne katılarak H₂O₂'nin indirgenmesinde, hücresel redoks durumunun düzenlenmesinde hayati bir role sahiptir. AsA; GSH ve flavonoidler ile ortaklaşa çalışarak ROS süpürme kapasitesini artırmakta, dolaylı yoldan ozmotik düzenlemeyi desteklemekte, fotosentetik kapasiteyi ile fotosistem yanıtlarını korumakta ve stres sinyalizasyonunu modüle etmektedir. Sonuç olarak, tuz stresi altında AsA ile ilişkili AsA-GSH döngüsü aktivitesinin ve hücresel koruma mekanizmalarının güçlendirilmesi, bitkilerin oksidatif hasarla mücadelesinde ve fizyolojik performanslarının sürdürülmesinde temel belirleyici faktörlerden birini oluşturmaktadır (Sofa et al., 2015; Mishra et al., 2023; Mansoor et al., 2022; Abdelaal et al., 2022; Punia et al., 2021).

1. ASKORBİK ASİDİN HÜCRESEL ROLLERİ VE BİYOSENTEZİ

AsA, bitkilerin suda çözünen en temel antioksidan maddelerinden biridir. Kloroplast, mitokondri, sitozol, peroksizom ve çekirdek gibi farklı hücresel yapılarda değişen miktarlarda bulunan bu molekül, AsA-GSH (Askorbat-Glutatyon) döngüsü aracılığıyla hücresel redoks dengesinin korunmasında merkezi bir rol oynar (Biemelt et al., 1998; Polle, 2001; Li et al., 2018; Gantait et al., 2024). Bitkinin ne kadar AsA üreteceği ve bunu dokularına nasıl dağıtacağı; fotosentez aktivitesine, bitkinin gelişim dönemine ve çevresel uyarılara göre şekillenir. Çevresel stres faktörleri, AsA'nın hem toplam miktarını hem de redoks durumunu hücresel ve dokusal düzeyde doğrudan değiştirir (Li et al., 2018; Silina & Golovko, 2001; Shalata et al., 2001;). Kullanılan AsA'nın tekrar aktif antioksidan formuna dönüştürülmesi Foyer-Halliwell-Asada döngüsü sayesinde gerçekleşir. NADPH enerjisiyle desteklenen bu süreç, AsA ve glutatyonun (GSH) redoks durumlarının uyum içinde koordine edilmesini gerektirir (Bánhegyi et al., 2012; Gantait et al., 2024; Kamińska et al., 2024). Ayrıca AsA biyosentezi ve dağılım dinamikleri; ABA, JA ve SA gibi bitki hormonlarının sinyal yolları ve redoks dengesiyle karşılıklı etkileşim halindedir (Li et al., 2018; Sipari et al., 2022).

2. TUZ STRESİ ALTINDAKİ BİTKİLERE ASKORBİK ASİT UYGULAMALARININ ETKİLERİ

Tuz stresi altında bitkilerin dışarıdan uygulanan AsA ile gösterdiği fizyolojik ve biyokimyasal yanıtlar; fotosentetik kapasitenin korunması, hücresel redoks dengesinin güçlendirilmesi ve iyon ile su dengesi süreçleri üzerinden incelenmektedir. AsA uygulamaları, tuz stresine karşı bitki savunmasında kritik mekanizmaları devreye sokarak gelişimi destekler (Desoky et al., 2021; Selim, 2024). Şekil 1'de Bitkilerin tuz stresine karşı uyum mekanizmaları özetlenmiştir.

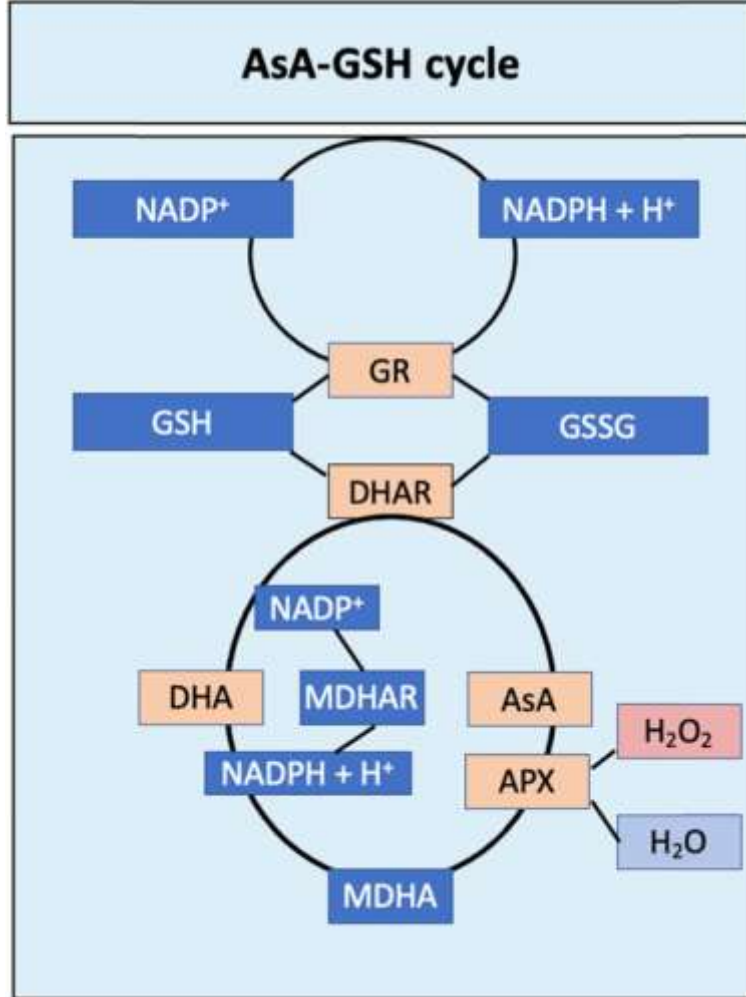


Şekil 1. Bitkilerin tuz stresine karşı uyum mekanizmaları (Yazarlar tarafından Gemini AI desteğiyle şematize edilmiştir)

2.1 Fizyolojik Süreçler Üzerindeki Etkiler

AsA uygulamaları bitkilerin tuz stresi altında gösterdiği temel fizyolojik süreçlerde doğrudan ve dolaylı koruma sağlar:

Fotosentetik Pigmentlerin Korunması: AsA uygulamaları, tuz stresine maruz kalan bitkilerde klorofil ve karotenoid miktarının düşmesini engeller. Bu koruma, AsA'nın zararlı reaktif oksijen türlerini doğrudan temizleme kapasitesi ve AsA-GSH döngüsünü aktif tutması sayesinde gerçekleşir (Desoky et al., 2021; Avasiloaiei et al., 2023; Bouremani et al., 2023; Selim, 2024; Korkmaz and Çiçek 2024). Şekil 2'de AsA-GSH döngüsünün enzimatik işleyiş adımları şematize edilmiştir.



Şekil 2. AsA-GSH döngüsü (Yazarlar tarafından Gemini AI desteğiyle şematize edilmiştir)

Stoma İletkenliği ve Fotosentez Oranı: AsA uygulamaları, gözeneklerin (stoma) düzenli çalışmasını destekler ve net fotosentez oranını artırır. Bu durum, AsA'nın hücrel redoks durumunu dengelemesi ve fotosentetik elektron taşıma zincirini koruması ile ilişkilidir (Desoky et al., 2021; Selim, 2024).

Su İlişkileri ve İçeriği: AsA uygulaması, bitkinin nispi su içeriğini ve su kullanım verimliliğini iyileştirerek tuzun oluşturduğu su kıtlığı hissini hafifletir (Giordano et al., 2021; Caiming et al., 2023; Selim, 2024).

Hücre Zarı Bütünlüğü ve Oksidatif Hasarın Azaltılması: Hücre zarlarının zarar görmesine yol açan hidrojen peroksit birikimini ve lipid peroksidasyonunu (MDA seviyeleri) düşürerek zar yapısını korur (Desoky et al., 2021; Silva et al., 2022; Selim, 2024).

Osmotik Düzenleme ve İyon Dengelemesi: AsA uygulaması; prolin ve çözünebilir şeker gibi koruyucu maddelerin birikimini artırır. Ayrıca zarları koruyarak aşırı sodyum (Na^+) alımını sınırlandırır, potasyum (K^+) seviyelerini korur ve böylece Na^+/K^+ dengesini dolaylı olarak destekler (Silva et al., 2022; Caiming et al., 2023; Selim, 2024).

2.2 Biyokimyasal ve Hücresel Süreçler Üzerindeki Etkiler

Hücresel düzeyde eksojen AsA, antioksidan savunma ağını güçlendirerek metabolik düzeni korur:

Antioksidan Enzimlerin Aktivasyonu: AsA; askorbat peroksidaz (APX), süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT) ve peroksidaz (POD) gibi enzimatik savunma mekanizmalarını uyarır. AsA-GSH döngüsünün işleyişini destekleyerek hücresel redoks dengesini iyileştirir (Abdelaal et al., 2021; Desoky et al., 2021; Silva et al., 2022; Selim, 2024).

Membran Bütünlüğü (MSI): Membran Stabilité İndeksini (MSI) yükseltip MDA seviyelerini düşürerek hücre zarının geçirgenliğini kontrol altında tutar (Giordano et al., 2021; Caiming et al., 2023; Selim, 2024).

Hormon Sinyal Ağları ile Etkileşim: AsA, absisik asit (ABA), jasmonik asit (JA) ve salisilik asit (SA) gibi stres hormonlarının sinyal yolları ile etkileşime girerek bitkinin strese karşı bütüncül bir yanıt vermesini sağlar (Abdelaal et al., 2021; Selim, 2024).

2.3 Uygulama Yöntemleri, Sınırlılıklar ve Varyasyonlar

Eksojen AsA uygulamasının başarısı, kullanılan yöntem ve bitki koşullarına bağlıdır:

Uygulama Biçimleri: Askorbik asit yaprak spreyi, kök sulaması veya tohum ön işlemi (priming) şeklinde verilebilir. Uygulama dozu, zamanlaması ve bitkinin türüne göre elde edilen fayda değişmektedir (Godoy et al., 2021; Selim, 2024).

Kombinasyon Çalışmaları: AsA'nın α -tokoferol (E vitamini) veya diğer biyostimülanlarla birlikte uygulanması sinerjik bir etki yaratarak antioksidan kapasiteyi ve tuz toleransını daha da artırabilir (Godoy et al., 2021; Silva et al., 2022).

Doz ve Bağlam Bağımlılığı: Doz veya uygulama zamanlaması optimum olmadığında beklenen fayda elde edilemeyebilir. Ayrıca, askorbatın farklı redoks formlarının (AsA veya dehidroaskorbat) hücresel hedefleri türden türe farklılık gösterebilir (Río, 2011; Bánhegyi et al., 2012; Desoky et al., 2021; Selim, 2024).

3. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Mevcut araştırmalar bütünsel bir çerçevede değerlendirildiğinde; AsA, tuz stresi altında sürdürülebilir tarımsal uygulamalarda yüksek potansiyele sahip kritik bir biyostimülan ve antioksidandır. Tuz stresi bitkilerde osmotik baskı, iyonik toksisite ve reaktif oksijen türlerinin aşırı birikimiyle ortaya çıkan oksidatif stres gibi üç temel hücresel hasara yol açmaktadır (Boyno et al., 2025; Singh et al., 2025). Askorbik asit ise bu olumsuz etkilere karşı hücresel redoks dengesini koruyarak ve reaktif oksijen türleri süpürme (scavenging) mekanizmalarını tetikleyerek bitkilerin hayatta kalmasını doğrudan desteklemektedir.

Laboratuvar ve sera ortamında elde edilen başarılı sonuçların geniş ölçekli tuzlu saha koşullarına aktarılmasında çeşitli zorluklar bulunmaktadır. Bu doğrultuda gelecekte izlenmesi gereken temel stratejiler şunlardır:

- 1) **Omics Tabanlı Mekanizma Doğrulaması:** HSF/APX gibi genlerin AsA ile koordineli çalışması, gen ekspresyon düzeyleri ve redoks sensörleri üzerinden Omics yaklaşımlarıyla hücresel düzeyde haritalanmalı ve saha şartlarında doğrulanmalıdır (Bilska et al., 2019; Kaur et al., 2021).
- 2) **Dozaj ve Uygulama Protokollerinin Optimizasyonu:** AsA'nın etkisi; uygulanan doza, uygulama yöntemine (yağış riski olan alanlarda yaprak spreyi yerine priming/çanak uygulamaları), toprak özelliklerine (pH, besin durumu) ve türe göre değişiklik göstermektedir. Düşük-orta dozların optimize edildiği protokollere ihtiyaç vardır (Zulfiqar et al., 2022; Queiroz et al., 2023).
- 3) **Çok Modlu Sinerjik Kombinasyonlar (Ko-Kullanım):** AsA'nın H₂S, Salisilik Asit (SA), Melatonin ve Silikon Nanoparçacıkları (SiNPs) gibi diğer sinyal molekülleri veya nanoteknolojik ileti sistemleriyle kombine kullanımının sinerjik etkileri araştırılmalıdır (Kaur et al., 2021; Zulfiqar et al., 2022; Singh, 2025).
- 4) **Çevresel Güvenlik, Ekonomik Analiz ve Politika:** Geniş ölçekli uygulamalarda maliyet-etkinlik, biyogüvenlik regülasyonları ve nano-taşıyıcıların olası ekolojik riskleri değerlendirilmelidir (Gabriela et al., 2023; Singh, 2025; Saccone et al., 2026). İklim değişikliğiyle mücadelede AsA tabanlı biyostimülan yaklaşımlarını modüler arazi kullanımı ve arazi ıslah politikalarıyla entegre eden kavramsal çerçeveler geliştirilmelidir (Psistaki et al., 2024; Murphy, 2025).

Sonuç olarak, AsA tuzlu alanların ıslahı ve marjinal topraklarda sürdürülebilir üretim için güçlü bir biyostimülan adaydır. Ancak bu potansiyelin pratik tarım ve ağaçlandırma projelerine dönüştürülebilmesi için çok disiplinli, uzun vadeli ve kontrollü saha denemeleriyle desteklenmiş bütünsel yönetim modellerine ihtiyaç duyulmaktadır.

KAYNAKLAR

Abdelaal, K., AlKahtani, M., Attia, K., Hafez, Y., Király, L., & Künstler, A. (2021). The role of plant growth-promoting bacteria in alleviating the adverse effects of drought on plants. *Biology*, 10(6), 520. <https://doi.org/10.3390/biology10060520>

Abdelaal, K., Alsubeie, M. S., Hafez, Y., Emeran, A., Moghanm, F., Okasha, S., Omara, R., Basahi, M. A., Darwish, D. B. E., Ibrahim, M. F. M., El-Yazied, A. A., Rashwan, E. A., Elkelish, A., Mady, M. A., & Ibraheem, F. (2022). Physiological and biochemical changes in vegetable and field crops under drought, salinity and weeds stresses: Control strategies and management. *Agriculture*, 12(12), 2084. <https://doi.org/10.3390/agriculture12122084>

Ali, B., Wang, X., Saleem, M. H., Azeem, M. A., Afridi, M. S., Nadeem, M., Ghazal, M., Batool, T., Qayyum, A., Alatawi, A., & Ali, S. (2022). *Bacillus mycoides* PM35 reinforces photosynthetic efficiency, antioxidant defense, expression of stress-responsive genes, and ameliorates the effects of salinity stress in maize. *Life*, 12(2), 219. <https://doi.org/10.3390/life12020219>

Anjum, N. A., Masood, A., Thangavel, P., & Khan, N. A. (2023). Introductory chapter: Making plant life easier and productive under salinity – Updates and prospects. N. A. Anjum & N. A. Khan (Ed.), *Salinity Stress in Plants* içinde. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.113407>

Avasiloaiei, D. I., Calara, M., Brezeanu, P., Murariu, O. C., & Brezeanu, C. (2023). On the future perspectives of some medicinal plants within Lamiaceae botanic family regarding their comprehensive properties and resistance against biotic and abiotic stresses. *Genes*, 14(5), 955. <https://doi.org/10.3390/genes14050955>

Bánhegyi, G., Margittai, É., Szarka, A., Mandl, J., & Csala, M. (2012). Crosstalk and barriers between the electron carriers of the endoplasmic reticulum. *Antioxidants & Redox Signaling*, 16(8), 772–780. <https://doi.org/10.1089/ars.2011.4437>

- Behera, P. P., Saharia, N., Borah, N., Devi, S. H., & Sarma, R. N. (2022). Sorghum physiology and adaptation to abiotic stresses. *International Journal of Environment and Climate Change*, 12(10), 1005–1022. <https://doi.org/10.9734/ijecc/2022/v12i1030891>
- Bilska, K., Wojciechowska, N., Alipour, S., & Kalemba, E. M. (2019). Ascorbic acid The little-known antioxidant in woody plants. *Antioxidants*, 8(12), 645. <https://doi.org/10.3390/antiox8120645>
- Biemelt, S., Keetman, U., & Albrecht, G. (1998). Re-aeration following hypoxia or anoxia leads to activation of the antioxidative defense system in roots of wheat seedlings. *Plant Physiology*, 116(2), 651–658. <https://doi.org/10.1104/pp.116.2.651>
- Bouremani, N., Cherif-Silini, H., Silini, A., Bouket, A. C., Luptáková, L., Alenezi, F. N., Baranov, O. Y., & Belbahri, L. (2023). Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): A rampart against the adverse effects of drought stress. *Water*, 15(3), 418. <https://doi.org/10.3390/w15030418>
- Boyno, G., Danesh, Y. R., Çevik, R., Teniz, N., Demir, S., Calayır, O., Farda, B., Mignini, A., Mitra, D., Pellegrini, M., Porcel, R., & Mulet, J. (2025). Plant-fungus synergy against soil salinity: The cellular and molecular role of arbuscular mycorrhizal fungi. *iScience*, 28(9), 113384. <https://doi.org/10.1016/j.isci.2025.113384>
- Caiming, G., Huang, Q., Rady, M. M., Wang, L., Ihtisham, M., El-awady, H. H., Seif, M., Alazizi, E. M. Y., Eid, R. S. M., Yan, K., Tahri, W., Li, J., Desoky, E. M., & El-Sappah, A. H. (2023). Integrative application of silicon and/or proline improves sweet corn (*Zea mays* L. saccharata) production and antioxidant defense system under salt stress condition. *Scientific Reports*, 13(1), 18012. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-45003-8>
- Chen, Y., Zhang, S., Du, S., Zhang, X., Wang, G., Huang, J., & Jiang, J. (2022). Effects of exogenous potassium (K⁺) application on the antioxidant enzymes activities in leaves of *Tamarix ramosissima* under NaCl stress. *Genes*, 13(9), 1507. <https://doi.org/10.3390/genes13091507>
- Desoky, E. M., Merwad, A. R. M. A., El-Maati, M. F. A., Mansour, E., Arnaout, S. M. A. I., Awad, M. F., Ramadan, M. F., & Ibrahim, S. A. (2021). Physiological and biochemical mechanisms of exogenously applied selenium for alleviating destructive impacts induced by salinity stress in bread wheat. *Agronomy*, 11(5), 926. <https://doi.org/10.3390/agronomy11050926>
- Gabriela, D. B., Horacio, A., Valeria, G. B., et al. (2023). *Azospirillum* sp. and mycorrhizal fungi: key microorganisms in sustainable agriculture. *J Appl Biotechnol Bioeng*, 10(6):199-204. DOI: [10.15406/jabb.2023.10.00349](https://doi.org/10.15406/jabb.2023.10.00349)
- Gantait, A., Masih, S. A., Addesso, R., Maxton, A., & Sofo, A. (2024). Glucosinolates mediated regulation of enzymatic activity in response to oxidative stress in *Brassica* spp. *Plants*, 13(23), 3422. <https://doi.org/10.3390/plants13233422>
- Giordano, M., Petropoulos, S. A., & Roupheal, Y. (2021). Response and defence mechanisms of vegetable crops against drought, heat and salinity stress. *Agriculture*, 11(5), 463. <https://doi.org/10.3390/agriculture11050463>
- Godoy, F., Olivos-Hernández, K., Stange, C., & Handford, M. (2021). Abiotic stress in crop species: Improving tolerance by applying plant metabolites. *Plants*, 10(2), 186. <https://doi.org/10.3390/plants10020186>
- Gupta, A., Mishra, R., Rai, S., Bano, A., Pathak, N., Fujita, M., Kumar, M., & Hasanuzzaman, M. (2022). Mechanistic insights of plant growth promoting bacteria mediated drought and salt stress tolerance in plants for sustainable agriculture. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(7), 3741. <https://doi.org/10.3390/ijms23073741>

- Kamińska, M., Styczynska, A., Szakiel, A., Pączkowski, C., & Kućko, A. (2024). Comprehensive elucidation of the differential physiological kale response to cytokinins under in vitro conditions. *BMC Plant Biology*, 24(1), 539. <https://doi.org/10.1186/s12870-024-05396-8>
- Kaur, H., Hussain, S., Siddiqui, M. H., Al-Huqail, A. A., & Khan, M. I. R. (2022). Hydrogen sulphide and salicylic acid regulate antioxidant pathway and nutrient balance in mustard plants under cadmium stress. *Plant Biology*, 24(4), 660–669. <https://doi.org/10.1111/plb.13322>
- Korkmaz, E., & Çiçek, N. (2024). Investigation of the alleviating effect of liquid seaweed fertilizer on *Lavandula officinalis* under salt stress. *Environmental Monitoring and Assessment*, 196(2), 187. <https://doi.org/10.1007/s10661-024-12345-x>
- Li, B., Wang, X., Li, T., Ma, T., Shalmani, A., Liu, W., Li, W., & Chen, K. (2018). NAD kinases: Metabolic targets controlling redox co-enzymes and reducing power partitioning in plant stress and development. *Frontiers in Plant Science*, 9, 379. <https://doi.org/10.3390/fpls.2018.00379>
- Mansoor, S., Ali Wani, O., Lone, J. K., Manhas, S., Kour, N., Alam, P., Ahmad, A., & Ahmad, P. (2022). Reactive oxygen species in plants: From source to sink. *Antioxidants*, 11(2), 225. <https://doi.org/10.3390/antiox11020225>
- Mishra, N., Jiang, C., Chen, L., Paul, A., Chatterjee, A., & Shen, G. (2023). Achieving abiotic stress tolerance in plants through antioxidative defense mechanisms. *Frontiers in Plant Science*, 14, 1110622. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1110622>
- Murphy, D. J. (2025). Carbon sequestration for global-scale climate change mitigation: Overview of strategies plus enhanced roles for perennial crops. *Crops*, 5(3), 39. <https://doi.org/10.3390/crops5030039>
- Polle, A. (2001). Dissecting the superoxide dismutase-ascorbate-glutathione-pathway in chloroplasts by metabolic modeling: Computer simulations as a step towards flux analysis. *Plant Physiology*, 126(1), 445–462. <https://doi.org/10.1104/pp.126.1.445>
- Punia, H., Tokas, J., Malik, A., Sangwan, S., Rani, A., Yashveer, S., Alansi, S., Hashim, M. J., & El-Sheikh, M. A. (2021). Genome-wide transcriptome profiling, characterization, and functional identification of NAC transcription factors in sorghum under salt stress. *Antioxidants*, 10(10), 1605. <https://doi.org/10.3390/antiox10101605>
- Psistaki, K., Tsantopoulos, G., & Paschalidou, A. K. (2024). An overview of the role of forests in climate change mitigation. *Sustainability*, 16(14), 6089. <https://doi.org/10.3390/su16146089>
- Qamer, Z., Chaudhary, M. T., Du, X., Lu, X., & Guo, L. (2021). Review of oxidative stress and antioxidative defense mechanisms in *Gossypium hirsutum* L. in response to extreme abiotic conditions. *Journal of Cotton Research*, 4(1), 9. <https://doi.org/10.1186/s42397-021-00086-4>
- Queiroz, A. R. de, Hines, C., Brown, J., Sahay, S., Vijayan, J., Stone, J. M., Bickford, N., Wuellner, M. R., Głowacka, K., Buan, N. R., & Roston, R. (2023). The effects of exogenously applied antioxidants on plant growth and resilience. *Phytochemistry Reviews*, 22(2), 407–447. <https://doi.org/10.1007/s11101-023-09862-3>
- Raza, A., Tabassum, J., Mubarik, M. S., Anwar, S., Zahra, N., Sharif, Y., Esan, A. O., & Chen, H. (2022). Hydrogen sulfide: An emerging component against abiotic stress in plants. *Plant Biology*, 24(4), 540–558. <https://doi.org/10.1111/plb.13403>
- Saccone, R., Fascella, G., Bonfante, G., Salvagno, E., Montoneri, E., Baglieri, A., & Puglisi, I. (2026). The role of bio-based products in plant responses to salt and drought stress. *Horticulturae*, 12(1), 95. <https://doi.org/10.3390/horticulturae12010095>

- Selim, D. A. F. H. (2024). Morpho-physiological and biochemical responses of H₂S – polluted lettuce (*Lactuca sativa* L.) plants to ascorbic acid. *Menoufia Journal of Plant Production*, 9(1), 1–15. <https://doi.org/10.21608/mjppf.2024.264023.1040>
- Shalata, A., Mittova, V. O., Volokita, M., Guy, M., & Tal, M. (2001). Response of the cultivated tomato and its wild salt-tolerant relative *Lycopersicon pennellii* to salt-dependent oxidative stress: The root antioxidative system. *Physiologia Plantarum*, 112(4), 487–494. <https://doi.org/10.1034/j.1399-3054.2001.1120405.x>
- Silina, E. B., & Golovko, T. K. (2001). The effect of habitat conditions on the activity of enzymes and content of metabolites of the ascorbate-glutathione cycle in *Plantago media* leaves. *Journal of Siberian Federal University. Biology*, 14(3), 265–273. <https://doi.org/10.17516/1997-1389-0350>
- Singh, K. M., Jha, A. B., Dubey, R. S., & Sharma, P. (2025). Nanoparticle-mediated mitigation of salt stress-induced oxidative damage in plants: Insights into signaling, gene expression, and antioxidant mechanisms. *Environmental Science: Nano*, 12(6), 2983–3017. <https://doi.org/10.1039/d5en00174a>
- Sinky, Sarita, S., Sapna, S., Soni, A., Ahlawat, P., & Sharma, K. D. (2023). Insights into the detrimental impacts and coping mechanisms under salinity stress in mungbean (*Vigna radiata* L.). *Agricultural Reviews*, 44(2), 241–248. <https://doi.org/10.18805/ag.r-2628>
- Sipari, N., Lihavainen, J., & Keinänen, M. (2022). Metabolite profiling of paraquat tolerant *Arabidopsis thaliana* radical-induced cell death1 (rcd1) A mediator of antioxidant defence mechanisms. *Antioxidants*, 11(10), 2034. <https://doi.org/10.3390/antiox11002034>
- Sofo, A., Scopa, A., Nuzzaci, M., & Vitti, A. (2015). Ascorbate peroxidase and catalase activities and their genetic regulation in plants subjected to drought and salinity stresses. *International Journal of Molecular Sciences*, 16(6), 13561–13578. <https://doi.org/10.3390/ijms160613561>
- Srivastava, V., Chowdhary, A. A., Verma, P. K., Mehrotra, S., & Mishra, S. (2022). Hydrogen sulfide-mediated mitigation and its integrated signaling crosstalk during salinity stress. *Physiologia Plantarum*, 174(1), e13633. <https://doi.org/10.1111/ppl.13633>
- Zulfiqar, F., Nafees, M., Chen, J., Darras, A. I., Ferrante, A., Hancock, J. T., Ashraf, M., Zaid, A., Latif, N., Corpas, F. J., Altaf, M. A., & Siddique, K. H. M. (2022). Chemical priming enhances plant tolerance to salt stress. *Frontiers in Plant Science*, 13, 946922. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.946922>

**MANİSA İLİ KÖPRÜBAŞI İLÇESİNİN AGROEKOTURİZM POTANSİYELİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ****Alptekin SAĞIROĞLU¹/ Doç. Dr. Melis ÇERÇİOĞLU²****¹İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ekoturizm Anabilim Dalı, İzmir,
alptekin6161@hotmail.com, <https://orcid.org/0009-0005-0559-6805>****²İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, İzmir,
melis.cercioglu@ikc.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-6985-7745>****Özet**

Ekoturizm, doğal kaynakları koruyarak kırsal kalkınmayı destekleyen sürdürülebilir bir turizm modelidir ve tarımsal üretimle entegre edildiğinde agroekoturizm olarak anılmaktadır. Bu çalışma, Manisa ili Köprübaşı ilçesinde yaşayan tarımsal işletmecilerin ekoturizm konusundaki bilgi düzeylerini, algılarını ve turizm faaliyetlerine katılım niyetlerini nicel bir yaklaşımla değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Araştırma kapsamında 50 tarımsal işletmeci ile yüz yüze anket uygulaması gerçekleştirilmiştir. Yapılandırılmış anket sonuçlarına göre katılımcıların %86'sının erkek olduğu, %56'sının 55 yaş ve üzerinde bulunduğu ve %80'inin lisans veya lisansüstü eğitim mezunu olduğu belirlenmiştir. İşletmecilerin %46'sının daha önce turizm sektöründe deneyim sahibi olduğu, buna karşılık %82'sinin herhangi bir kooperatif veya birliğe üye olmadığı tespit edilmiştir. Katılımcıların yaklaşık %90'ı tarımsal üretim faaliyetlerinin (özellikle zeytin, badem ve ceviz) ziyaretçilere deneyim olarak sunulabileceğini düşünürken, %84.4'ü agroekoturizmin yerel ürün satışını artıracığına inanmaktadır. Ayrıca işletmecilerin %88.4'ü geleneksel üretim yöntemlerinin korunmasını turizm açısından önemli bulmakta ve yine %88.4'ü seyahat acenteleriyle iş birliği yapmaya açık olduğunu ifade etmektedir. Bununla birlikte, ulaşım ve yol koşullarının yeterliliğine yönelik memnuniyet oranı %75.6 düzeyinde kalırken, katılımcıların yaklaşık %85'i Köprübaşı'nda bir ekoturizm projesi başlatılması durumunda gönüllü olarak katılacağını belirtmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda bölgenin agroekoturizm açısından büyük bir potansiyele sahip olduğu ancak kooperatifleşme ve altyapı iyileştirmelerine ihtiyaç duyulduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Agroekoturizm, kırsal kalkınma, Köprübaşı, tarımsal işletmeler, yerel halk algısı

EVALUATION OF THE AGROECOTOURISM POTENTIAL OF KÖPRÜBAŞI DISTRICT IN MANİSA PROVINCE

Alptekin SAĞIROĞLU¹/ Assoc. Prof. Melis ÇERÇİOĞLU²

¹Izmir Katip Celebi University, Institute of Science, Department of Ecotourism, Izmir

alptekin6161@hotmail.com, <https://orcid.org/0009-0005-0559-6805>

²Izmir Katip Celebi University, Faculty of Forestry, Department of Forest Engineering, İzmir,

melis.cercioglu@ikc.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-6985-7745>

Abstract

Ecotourism is a sustainable tourism model that supports rural development while protecting natural resources, and when integrated with agricultural production, it is referred to as agroecotourism. This study aims to evaluate the knowledge levels, perceptions, and willingness to participate in tourism activities of agricultural entrepreneurs living in the Köprübaşı district of Manisa province through a quantitative approach. A face-to-face questionnaire was conducted with 50 agricultural entrepreneurs. According to the structured survey results, 86% of the participants were male, 56% were aged 55 and above, and 80% held undergraduate or postgraduate degrees. It was found that 46% of the entrepreneurs had previous experience in the tourism sector, while 82% were not members of any cooperative or association. Approximately 90% of the participants believe that agricultural production activities (especially olives, almonds, and walnuts) can be offered as an experience to visitors, while 84.4% believe that agroecotourism will increase local product sales. Furthermore, 88.4% of the entrepreneurs consider the preservation of traditional production methods important for tourism, and 88.4% express willingness to cooperate with travel agencies. However, satisfaction with transportation and road conditions remains at 75.6%, while approximately 85% of the participants stated that they would voluntarily participate if an ecotourism project were initiated in Köprübaşı. As a result of the study, it has been determined that the region has significant potential for agroecotourism, but improvements in cooperation and infrastructure are needed.

Keywords: Agricultural enterprises, agroecotourism, Köprübaşı, local community perception, rural development

HAVUÇ (*DAUCUS CAROTA* L.) TOHUMU UÇUCU YAĞI İÇEREN TOPİKAL NANOEMÜLSİYON FORMÜLASYONLARININ GELİŞTİRİLMESİ

Eczacı, Sedanur DURAN1/ Dr. Öğr. Üyesi, İmren ESENTÜRK-GÜZEL2, Arş. Gör. Dr., Aslı GÜRBÜZ YURTSEVER3

1Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Hamidiye Eczacılık Fakültesi, Farmasötik Teknoloji Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye, Eczacılık, eczsedanurduran@gmail.com, 0009-0006-4397-7534

2Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Hamidiye Eczacılık Fakültesi, Farmasötik Teknoloji Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye, Eczacılık, imrenesenturk@gmail.com, 0000-0002-4069-2035

3İstanbul Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Farmasötik Teknoloji Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye, Eczacılık, asli.gurbuz@istanbul.edu.tr, 0000-0002-1389-1581

Özet

Havuç (*Daucus carota* L.) tohumu uçucu yağı, zengin terpenik bileşimi ve antioksidan özellikleri nedeniyle farmasötik ve dermokozmetik topikal uygulamalar açısından dikkat çeken doğal bir kaynak olarak öne çıkmaktadır. Bu çalışmada, havuç tohumu uçucu yağı içeren topikal nanoemülsiyonların geliştirilmesi ve *in vitro* karakterizasyonu amaçlanmıştır. Uçucu yağın bileşimi GC-MS analizi ile belirlenmiştir. Sonra nanoemülsiyon formülasyonları, %1 (a/a) havuç tohumu uçucu yağı, sürfaktan olarak Tween® 20 ve distile su kullanılarak yüksek enerjili ultrasonikasyon yöntemiyle hazırlanmıştır. Farklı yağ/sürfaktan oranları denenmiş; ultrasonikasyon süresi 5-20 dakika arasında değerlendirilmiş ve %35 ile %50 amplitüd koşulları karşılaştırılmıştır. Damlacık büyüklüğü ve polidispersite indeksi (PDI) sonuçları doğrultusunda, yağ/sürfaktan oranları 1:1, 1:2, 1:3, 1:4 ve 2:1 olan 5 formülasyon ileri karakterizasyon çalışmaları için seçilmiş ve çalışmalara %50 amplitüdde, 20 dakika sonikasyon süresiyle devam edilmiştir. Seçilen formülasyonlarda damlacık büyüklüğü yaklaşık 33–185 nm, PDI 0,19–0,34, zeta potansiyeli -18–3 mV, pH 3,51–3,99 ve iletkenlik 0,02–0,04 mS/cm aralığında bulunmuştur. Viskozite analizi, seçilen nanoemülsiyon formülasyonlarının düşük viskoziteye sahip olduğunu göstermiştir. Formülasyonların stabilitesi 25 ± 2 °C/%60 ± 5 bağıl nem ve 4 ± 2 °C koşullarında 3 ay boyunca değerlendirilmiş; damlacık büyüklüğü, PDI, zeta potansiyeli, pH ve iletkenlikteki değişimler izlenmiştir. Santrifüj testi yapılmış ve formülasyonlarda çökme veya faz ayrımı gözlenmemiştir. 3 aylık stabilite çalışması sonucunda, farklı saklama koşullarında formülasyonların fiziksel stabilitelerini koruduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak, havuç tohumu uçucu yağı içeren stabil topikal nanoemülsiyon formülasyonları başarıyla geliştirilmiş olup, biyolojik aktivite çalışmalarının tamamlanmasının ardından bu sistemlerin farmasötik ve dermokozmetik topikal uygulamalardaki potansiyelinin daha kapsamlı biçimde ortaya konabileceği düşünülmektedir. Teşekkür: Bu proje, TÜBİTAK 2209-A (Proje No: 1919B012326584) kapsamında desteklenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Daucus carota* L., havuç tohumu uçucu yağı, nanoemülsiyon, topikal uygulama.

**DEVELOPMENT OF TOPICAL NANOEMULSION FORMULATIONS CONTAINING CARROT
(DAUCUS CAROTA L.) SEED ESSENTIAL OIL****Pharmacist, Sedanur DURAN¹ / Assist. Prof. Dr., İmren ESENTÜRK-GÜZEL² / Res. Assist. Dr., Ash
GÜRBÜZ YURTSEVER³****¹University of Health Sciences, Hamidiye Faculty of Pharmacy, Department of Pharmaceutical
Technology, Istanbul, Türkiye, Pharmacy, eczsedanurduran@gmail.com, 0009-0006-4397-7534****²University of Health Sciences, Hamidiye Faculty of Pharmacy, Department of Pharmaceutical
Technology, Istanbul, Türkiye, Pharmacy, imrenesenturk@gmail.com, 0000-0002-4069-2035****³Istanbul University, Faculty of Pharmacy, Department of Pharmaceutical Technology, Istanbul,
Türkiye, Pharmacy, asli.gurbuz@istanbul.edu.tr, 0000-0002-1389-1581****Abstract**

Carrot (*Daucus carota* L.) seed essential oil is a natural source of interest for pharmaceutical and dermocosmetic topical applications due to its rich terpenic composition and antioxidant properties. This study aimed to develop topical nanoemulsions containing carrot seed essential oil and characterize them *in vitro*. The composition of the essential oil was determined by GC–MS analysis. Nanoemulsion formulations were then prepared by high-energy ultrasonication using 1% (w/w) carrot seed essential oil, Tween® 20 as the surfactant, and distilled water. Different oil-to-surfactant ratios were investigated; sonication times ranging from 5 to 20 min were evaluated, and amplitudes of 35% and 50% were compared. Based on droplet size and polydispersity index (PDI), 5 formulations with oil-to-surfactant ratios of 1:1, 1:2, 1:3, 1:4, and 2:1 were selected for further characterization, and subsequent studies were conducted at 50% amplitude for 20 min. The selected formulations exhibited droplet sizes of approximately 33–185 nm, PDI values of 0.19–0.34, zeta potentials of –18 to –3 mV, pH values of 3.51–3.99, and conductivity values of 0.02–0.04 mS/cm. Viscosity analysis demonstrated that the selected nanoemulsion formulations exhibited low viscosity. Stability was evaluated for 3 months at 25 ± 2 °C/60 ± 5% relative humidity and 4 ± 2 °C by monitoring changes in droplet size, PDI, zeta potential, pH, and conductivity. Centrifugation testing revealed no sedimentation or phase separation. Following the 3-month stability study, the formulations maintained their physical stability under different storage conditions. In conclusion, stable topical nanoemulsion formulations containing carrot seed essential oil were successfully developed. Following the completion of biological activity studies, the potential of these systems for pharmaceutical and dermocosmetic topical applications can be further evaluated. Acknowledgment: This project was supported by TÜBİTAK 2209-A (Project No: 1919B012326584).

Keywords: *Daucus carota* L., carrot seed essential oil, nanoemulsion, topical application.

TEATRIN İLKİN FORMALARI VƏ ONUN QƏDİM YUNANISTANDA TƏŞƏKKÜLÜ**Aynur Zahir qızı Bədəlova****Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universitetinin müəllimi****<https://orcid.org/my-orcid?orcid=0009-0002-9288-6218>****badalovaaynurrr@gmail.com****Xülasə**

Qədim Yunan teatrı dünya teatr tarixində peşəkar səhnə sənətinin formalaşdığı ilk mədəni mühitlərdən biri hesab olunur. Onun əhəmiyyəti qədim dövrün mədəni irsi və sonrakı əsrlərdə Avropa dramaturgiyasının, aktyor sənətinin və səhnə estetikasının inkişafına istiqamət verən əsas mənbələrdən biri kimi qiymətləndirilir. Bu baxımdan antik teatr tarixi mərhələ, həm də teatr sənətinin nəzəri və təcrübi əsaslarını formalaşdıran mədəni hadisə kimi dəyərləndirmək daha məqsədəuyğundur. Qədim yunanların dünyagörüşündə teatr dini ayinlərlə sıx bağlı olsa da, zaman keçdikcə onun imkanları genişlənmiş, ictimai və mənəvi məsələlərin müzakirə olunduğu bədii məkana çevrilmişdir. Məhz bu xüsusiyyət qədim yunan teatrlarını bir çox qədim mədəniyyətlərin mərasim xarakterli tamaşalarından fərqləndirir. Burada səhnə dini mərasimlərin tərkib hissəsi olsa da, insanın daxili aləmini, cəmiyyətlə münasibəti və əxlaqi mahiyyəti ifadə edən sənət vasitəsinə çevrilir. Teatrın təşəkkülü Dionis məktəbi ilə bağlı olsa da, onun inkişafını dini amillərlə izah etmək kifayət etmir. Dionisin şərəfinə təşkil olunan mərasimlər teatrın ilkin formalarının yaranmasına təkan vermiş, lakin sonrakı dövrdə dramaturgiyanın, aktyor sənətinin və səhnə quruluşunun inkişafı bu mərasimləri yeni məzmunla zənginləşdirmişdir. Bu proses göstərir ki, qədim yunan teatrı teatr tarixinin başlanğıcı, dramaturji düşüncənin, aktyor sənətinin və səhnə mədəniyyətinin inkişaf istiqamətlərini müəyyənləşdirən mühüm mədəni sistem kimi çıxış etmişdir. Sonrakı dövrlərdə teatrın məzmunu dəyişsə də, antik teatrın formalaşdırdığı əsas prinsiplər dünya teatr sənətinin inkişafında öz əhəmiyyətini qoruyub saxlamışdır.

Açar sözlər: teatr, sənət, məzmun, mahiyyət, prinsip.

Abstract

Ancient Greek theater is considered one of the first cultural environments in the history of world theater where professional stage art was formed. Its importance is assessed as the cultural heritage of the ancient era and one of the main sources guiding the development of European dramaturgy, acting and stage aesthetics in subsequent centuries. From this point of view, it is more appropriate to evaluate ancient theater as a historical stage, as well as a cultural event that formed the theoretical and practical foundations of theater art. Although theater was closely connected with religious rituals in the worldview of the ancient Greeks, over time its capabilities expanded and it became an artistic space where social and spiritual issues were discussed. It is this feature that distinguishes ancient Greek theater from the ceremonial performances of many ancient cultures. Although the stage here is an integral part of religious ceremonies, it becomes an artistic medium that expresses the inner world of man, his relationship with society and his moral essence. Although the formation of theater is associated with the Dionysian school, it is not enough to explain its development with religious factors. The ceremonies organized in honor of Dionysus gave impetus to the emergence of the initial forms of theater, but in the later period, the development of dramaturgy, acting and stage design enriched these ceremonies with new content. This process shows ancient Greek theater served as the beginning of theater history, an important cultural system that determined the development directions of dramaturgical thought, acting and stage culture. Although the content of theater changed in later periods, the basic principles formed by ancient theater retained their importance in the development of world theater art.

Keywords: theater, art, content, principle, essence

Giriş

Teatrın yaranması sənət tarixinin ən mürəkkəb hadisələrindən biridir. Bu mürəkkəblik, ilk növbədə, teatrın başlanğıcını dəqiq tarix, konkret müəllif və ya müəyyən bir əsərlə əlaqələndirməyin mümkün olmaması ilə bağlıdır. Teatr hazır və tamamlanmış şəkildə meydana çıxmamış, insanın kollektiv yaşayış təcrübəsində mövcud olan müxtəlif davranış və ifadə formalarının uzunmüddətli inkişafı nəticəsində təşəkkül tapmışdır. Bu baxımdan teatrın tarixini yalnız ilk yazılı dram əsərinin yaranmasından başlamaq onun mahiyyətini məhdudlaşdırmaq demək olardı. S. Luninin “Yunan teatri” əsərində də teatrın yaranma anının insanın diqqətindən yayınmış bir proses olduğu qeyd edilir. Müəllif xalq oyunlarını teatrın ilk forması hesab edir və belə oyunların müxtəlif xalqların həyatında mövcud olduğunu vurğulayır. Bu yanaşmaya görə, yazılı və ədəbi teatr meydana gəlməzdən əvvəl müxtəlif xalqlarda sadə, yazısız və kollektiv xarakter daşıyan teatr formaları artıq mövcud idi. Beləliklə, teatrın inkişaf tarixini araşdırarkən əsas məsələ “ilk teatr tamaşası nə vaxt göstərilmişdir?” sualına cavab tapmaqdan daha çox, insanın hansı səbəblərdən teatrın yaranmasına zəmin hazırladığını müəyyənləşdirməkdir.

Teatrın ilkin mərhələsini müəyyənləşdirən əsas xüsusiyyətlərdən biri oyundur. İnsan öz gündəlik həyatında gördüyü hadisələri təqlid edir, müəyyən hərəkətləri təkrar edir, başqa insanın davranışını canlandırır və bununla da reallığı sadəcə müşahidə etməkdən onu yenidən yaratmağa keçir. Bu baxımdan oyun teatr düşüncəsinin ilkin təzahürlərindən biri kimi qiymətləndirilə bilər. Luninin fikrində xalq oyunlarının xüsusi əhəmiyyət daşıması təsadüfi deyil. Müəllif oyunu tamaşa xarakteri daşıyan və insanın estetik ehtiyacını ödəyən ilkin fəaliyyət forması kimi nəzərdən keçirir. Burada hələ dramaturq, aktyor, səhnə və yazılı mətn kimi peşəkar teatr komponentləri yoxdur. Lakin gələcək teatrın əsasını təşkil edəcək mühüm elementlər – hərəkət, təqlid, iştirak, müşahidə və kollektivlik artıq mövcuddur. Xalq oyunlarının mühüm xüsusiyyəti onların kollektiv xarakteridir. Oyun yalnız onu həyata keçirən şəxsin fəaliyyəti ilə məhdudlaşmır, onu müşahidə edən və emosional şəkildə qəbul edən insanlar da prosesin iştirakçısına çevrilirlər. Beləliklə, ilkin mərhələdə aktyor və tamaşaçı arasındakı sərhəd müasir teatrdakı qədər müəyyən deyil. İnsan bəzən həm oyunun iştirakçısı, həm də onun müşahidəçisi olur. Bu xüsusiyyət teatrın sonrakı inkişafında tamaşaçının formalaşması üçün mühüm zəmin yaradır. Teatrın ilkin formasında yazılı mətnin olmaması da mühüm cəhətdir. Şifahi, verbal vasitələr burada əsas rol oynayır. Hərəkət, jest, mimika, səs və ritm insanın fikrini və emosiyasını çatdıran əsas vasitələrə çevrilir. Deməli, teatrın ilkin mərhələsində söz bədən və hərəkət dili daha qədim və universal kommunikasiya forması kimi çıxış edir.

Teatrın ilkin formalarının digər mühüm mənbəyi ritual və mərasimlərdir. İnsan cəmiyyətinin inkişafının erkən mərhələlərində həyatın mühüm hadisələri xüsusi mərasimlərlə müşayiət olunurdu. Doğum, nikah, ölüm, məhsul yığımı, dini bayramlar və kollektiv yürüşlər müəyyən estetik quruluşa malik fəaliyyətlər idi. Qədim Yunanıstanda dini dünyagörüşünün ictimai həyatın müxtəlif sahələrinə güclü təsir göstərməsi mərasimlərin səhnələşdirilməsinə əlverişli şərait yaratmışdır. Yunanların dini ayinlərində mahnı və rəqsin mühüm yer tutduğu, tanrılarla bağlı hadisələrin obrazlı şəkildə canlandırıldığı və bu təsvirlərin sonradan daha mürəkkəb tamaşa formalarına çevrildiyini göstərmək olar. Burada teatrın yaranması baxımından mühüm olan cəhət mərasimin dini məzmununda olmaqla yanaşı, həm də müəyyən “səhnə” quruluşuna malik olmasıdır. Məsələn, toy mərasimində iştirakçılar müəyyən ardıcılıqla hərəkət edir, xüsusi geyimlərdən istifadə edir, mahnı oxuyur, rəqs edir. Mənbələrdə yunan toy mərasiminin müxtəlif mərhələlərdən ibarət olduğu, gəlinin xüsusi geyimdə, musiqi və məşəllərlə müşayiət olunan yürüşlə ər evinə aparıldığı və mərasimin mahnı və rəqslərlə davam etdiyi təsvir edilir. Dəfn mərasimlərdə də oxşarlıq müşahidə edilir. Xüsusi geyim, musiqi, kollektiv ağı, hərəkət və mərasim ardıcılığı hadisəyə müəyyən dramatik quruluş verirdi. Beləliklə, insan həyatının ən mühüm məqamları artıq kollektiv şəkildə “tamaşa olunan” hadisələrə çevrilirdi. Bu xüsusiyyətlər isə teatr sənətinin mahiyyətində sonrakı dövrlərdə də qorunub saxlanılmışdır.

Teatrın ilkin mərhələsində rəqs və musiqinin rolu xüsusilə böyükdür. Müasir teatrdakı rəqs və musiqi çox vaxt əlavə ifadə vasitələri kimi qəbul edilsə də, qədim mərhələdə onlar dramatik ifadənin əsas komponentləri olmuşdur. Qədim yunan dünyasında rəqs insanın emosional və düşüncə vəziyyətini hərəkətlə ifadə edən xüsusi bir dil

funksiyasını yerinə yetirirdi. Rəqsin insan hərəkətlərini təqlid etdiyi, fikri və hissləri hərəkət vasitəsilə çatdırdığını vurğulamaq olar. Musiqi də eyni şəkildə kollektiv emosianın formalaşmasına xidmət edirdi. Yunanların gündəlik həyatında mahnı və rəqsin geniş yayılması nəticəsində insanlar erkən yaşlardan ritm, hərəkət və kollektiv ifa təcrübəsi qazanırdılar. Bu mühitdə xorun formalaşması üçün də əlverişli zəmin yaranmışdı.

Beləliklə, teatrın inkişafında söz, hərəkət və musiqinin sintezi xüsusi əhəmiyyət daşıyır. İnsan əvvəlcə öz fikrini və hissini bədən hərəkətləri, ritm və səs vasitəsilə ifadə edir, daha sonra bu ifadə formaları müəyyən hadisəni canlandırmaq məqsədi ilə birləşir. Bu prosesin mühüm nümunələrindən biri Demetra ilə Persefonanın mifinə əsaslanan misteriyadır. Mənbədə həmin mərasimdə sözün əsas ifadə vasitəsi olmadığı, obrazların mimika və bədən hərəkətləri ilə təqdim edildiyi göstərilir. Beləliklə, mifoloji süjet pantomimik ifadəyə çevrilir. Bu nümunə teatrın sözlü dramdan əvvəl mövcud olan vizual və hərəkət əsaslı formalarının əhəmiyyətini aydın şəkildə nümayiş etdirir.

Teatrın Yunanıstanda yüksək inkişaf səviyyəsinə çatmasının səbəblərindən biri teatrallığın bütövlükdə ictimai həyatın xarakterinə nüfuz etməsi idi. Yunan cəmiyyətində müxtəlif bayramlar, dini yürüşlər, yarışlar, musiqi və poetik müsabiqələr geniş yayılmışdı. Mənbələrdə yunan həyatının doğumdan ölümə qədər müxtəlif mərasimlərlə müşayiət olunduğu göstərilir. İnsanların gündəlik həyatda mahnı oxuması, rəqs etməsi və kollektiv mərasimlərdə iştirak etməsi nəticəsində səhnə davranışı cəmiyyətin təbii həyat tərzinin bir hissəsinə çevrilmişdi. Xüsusilə yarış prinsipi yunan mədəniyyətinin mühüm xüsusiyyətlərindən biri idi. İdman yarışlarından başqa, poeziya, musiqi, natiqlik və digər sənət sahələrində də müsabiqələr keçirilirdi. Bu zaman sənətkar yalnız özünü ifadə etmir, eyni zamanda ictimai qiymətləndirməyə məruz qalırdı. Deməli, tamaşaçı burada sənət hadisəsinin qiymətləndirilməsində iştirak edən fəal sosial qüvvəyə çevrilirdi. Bu məqam teatrın mahiyyətini anlamaq baxımından olduqca vacibdir. Beləliklə, teatr yalnız aktyorun səhnədəki fəaliyyəti ilə yaranmır. Tamaşaçı da teatr hadisəsinin ayrılmaz hissəsidir. Teatrın əsas qüvvələri sırasında şair, aktyor və tamaşaçı xüsusi olaraq fərqləndirilir, tamaşaçının reaksiyası, zövqü və tələbləri teatrın gələcək istiqamətlərinə təsir göstərən mühüm amil kimi təqdim edilir. Səhnədə müəyyən hadisə canlandırılır, aktyor onu təqdim edir, tamaşaçı isə həmin hadisəni emosional və intellektual baxımdan qəbul edir. Beləliklə, teatr yaradıcısı ilə auditoriya arasında qarşılıqlı münasibət yaradan kollektiv sənət formasıdır.

Qədim Yunanıstanda teatrın formalaşması ilə bağlı ən mühüm məsələlərdən biri Dionis mərasimləridir. Dionisin teatr sənətinə təsir göstərən əsas ilahi obrazlardan biri olduğunu xüsusi vurğulamaq olar. Dionislə bağlı müxtəlif bayramların, o cümlədən kənd Dionisiyalrı, Antesteriyalar, Leneyalar və Böyük Dionisiyalar kimi mərasimlərin mövcudluğu qeyd edilir. Bu bayramlarda mahnı, rəqs, poetik və dramatik yarışlar mühüm yer tuturdu. Burada əsas məsələ dini mərasimin tədricən bədii tamaşa xüsusiyyəti qazanmasıdır. Dionis mərasimlərinin mifoloji məzmununda ölüm, iztirab, yenidən doğuluş və sevinc kimi bir-birinə zidd emosional vəziyyətlər birləşirdi. Bu isə dramatik konflikt üçün zəngin məzmun yaradırdı. Dionis mərasimlərinin teatrın yaranmasındakı əhəmiyyətini yalnız dini amillə izah etmək kifayət deyil. Burada kollektiv iştirak, musiqi, rəqs, poetik mətn, ritm, hərəkət, obrazlaşma və tamaşaçının iştirakı kimi gələcək teatrın əsas vasitələri bir araya gəlirdi. Bu elementlərin sintezi teatr sənətinin daha mürəkkəb formasının yaranmasına imkan verirdi.

Beləliklə, teatrın yaranmasının əsasını insanın gerçəkliyi təqlid etmək, onu obrazlaşdırmaq və kollektiv şəkildə yenidən yaşamaq ehtiyacı təşkil edir. Ritualdan oyuna, oyundan mərasimə, mərasimdən tamaşaya və nəhayət, yazılı dramaturgiyaya doğru gedən bu proses teatrın mürəkkəb genezisini meydana gətirmişdir. Qədim Yunanıstanda isə həmin vasitələr yüksək estetik səviyyədə birləşərək dünya teatrının sonrakı inkişafına güclü təsir göstərən bədii sistemin yaranmasına şərait yaratmışdır.

Ədəbiyyat

1. Novruzov, T. C. Qədim dünya ədəbiyyatı tarixi / T. C. Novruzov. – Bakı, 2003. – 576 s.
2. Поляков, Е.Н. Римский театр – история становления / Е.Н. Поляков // Вестник ТГАСУ. – 2013. – № 2 (39). – С. 9–23
3. Лунин С. Греческий театр. Очерк. Вологда: Издание Вологодского Областного Отделения Государственного Издательства, 1922.

MƏTN DİLÇİLİYİNİN YARANMA TARİXİ**Qasımova Nigar Azad qızı****Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti, müəllim****<https://orcid.org/0000-0002-2458-2469>****email: gasimovanigar90@gmail.com**

Dilçiliyin bir sahəsi olan Mətn dilçiliyi XX əsrin ikinci yarısı, 1960-1970-ci illərdə yaranmışdır. Mətn dilçiliyi – mətnin quruluşunu, məna bütövlüyünü, əlaqəliliyini, yaranma və fəaliyyət qanunauyğunluqlarını öyrənir. Burada tədqiqat mətn səviyyəsində aparılır. Mətn müəyyən məqsədlə yaradılan, məna və struktur baxımından bir-biri ilə əlaqəli olan cümlələrin bütöv sistemidir. Mətn şifahi və yazılı ola bilər və kommunikativ məqsəd daşıyır. Mətn müəyyən şəraitdə və kontekstdə yaranır. Mətn dilçiliyinin obyekt – məndir. O mətnin:

- quruluşunu;
- komponentləri arasındakı əlaqəni;
- semantik bütövlüyünü;
- kommunikativ məqsədini;
- yaranma və qavranılma prosesini;
- janr və üslub xüsusiyyətlərini;
- müəllif və oxucu arasındakı kommunikativ münasibəti;
- mətnin kontekst və situasiya ilə əlaqəsini öyrənir.

Mətnin əsas əlamətləri: bütövlük, əlaqəlilik, informativlik, tamlıq və kommunikativlikdir. Mətn dilçiliyində ən mühüm anlayışlar koheziya və koherensiyadır.

Koheziya – mətnin formal grammatik əlaqəliliyidir. Məndə koheziya yaradan vasitələrə əvəzliliklər, təkrarlar, bağlayıcılar, ellipsis, sinonimlər, leksik təkrarlar aiddir.

Koherensiya – mətnin məna və məntiqi baxımdan bütövlüyüdür. Mətn müxtəlif səviyyələrdən: söz, söz birləşməsi, cümlə, mürəkkəb sintaktik bütöv, abzasdan təşkil olunur.

Mətnin ən mühüm struktur vahidlərindən biri abzasdır. Abzas müəyyən bir mikromövzunu ifadə edir. Mətnin strukturu üç əsas hissədən: giriş, əsas hissə və nəticədən ibarət olur. Mətn dilçiliyində mətnin quruluşu 2 səviyyədə nəzərdən keçirilə bilər: mikrostruktur və makrostruktur səviyyəsində. Mətnin mikrostrukturunu onun ayrı-ayrı cümlələri və cümlələr arasında əlaqələri əhatə edir. Makrostruktur mətnin ümumi məzmununu, əsas ideyasını və böyük strukturunu əhatə edir.

Mətnin informasiya quruluşunda tema və rema anlayışlarından istifadə olunur. Tema – haqqında danışılanlardır. Rema tema haqqında verilən yeni informasiyadır: *Aysel (tema) universitetə (rema) getdi.*

Mətn dilçiliyində intertekst və ya intertekstuallıq anlayışı mühüm yer tutur. İntertekstuallıq bir mətnin digər mətnlərlə əlaqəsini ifadə edir. Məsələn, bədii əsərdə başqa bir əsərdən sitat gətirilməsi və ya həmin əsərə işarə edilməsi intertekstual əlaqə yaradır.

Mətn dilçiliyində sintaqm, qavram, sözlər nitqin, mənanın və strukturun fərqli səviyyələrini təmsil edən əsas anlayışlardır. Sintaqm – cümlə daxilində xüsusi intonasiya, vurğu və fasilə (nitq intervalı) ilə bir-birindən ayrılan, müəyyən məna bütövlüyü yaradan söz və ya sözlər qrupudur. Qavram (Konsept) – insan şüurunda hər hansı bir əşyanın, hadisənin, anlayışın ümumi və mədəni-mənəvi mənasını əks etdirən koqnitiv (zehni) vahiddir. Sözlər – konkret nitq situasiyasında real olaraq səslənən və ya yazılan, kommunikativ niyyətə (məqsədə) xidmət edən nitq vahididir.

Mətn dilçiliyi sintaksis, semantika, praqmatika, üslubiyyat, sosiolinqvistika, psixolinqvistika ilə sıx bağlıdır.

“Nostratik dilçilik” nədir? Nostratik termini ilk dəfə 1903-cü ildə danimarkalı dilçi Holger Pedersen tərəfindən işlədilmişdir. Nəzəriyyəyə görə təxminən 20 min il əvvəl Nostratik ulu dil mövcud olmuşdur. Sonralar bu dil parçalanaraq dil ailələrinə ayrılmışdır. Nostratik dilçiliyin əsas nümayəndələrindən biri Aharon Dolqopolski olmuşdur. O, Nostratik lüğəti hazırlamış və nəzəriyyəni inkişaf etdirmişdir. Aharon Dolqopolski daha çox nostratik leksik materialın müqayisəsi ilə məşğul olmuşdur. Dolqopolski nostratik proto-dilin leksik fondunun rekonstruksiyası istiqamətində tədqiqatlar aparmışdır. İlliç-Svitiç və Dolqopolski birlikdə Nostratik dilçiliyin Moskva məktəbinin əsasını qoyan alimlər kimi tanınır. Daha sonra Nostratik dilçiliklə bağlı tədqiqatlar Vladimir Dipo, Sergey Starostin tərəfindən davam etdirilmişdir.

Azərbaycanda mətn dilçiliyi ilə Qəzənfər Kazmov, Baba Məhərrəmli, Xalis Səyyad Qocayev, Ramiz Əsgər məşğul olmuşlar.

Açar sözlər: mətn dilçiliyi, tema, rema, koheziya, koherensiya, intertekstuallıq, mikrostruktur, makrostruktur.

HISTORY OF THE EMERGENCY OF TEXT LINGUISTICS

Text linguistics, a branch of linguistics, was created in the second half of the 20th century, in the 1960s-1970s. Text linguistics studies the structure of the text, its meaning integrity, coherence, regularities of formation and activity. Here, research is conducted at the text level. A text is a complete system of sentences created for a specific purpose and related to each other in terms of meaning and structure. A text can be oral or written and has a communicative purpose. A text is created in certain conditions and context. The object of text linguistics is the text. It studies the following text:

- structure;
- the relationship between its components;
- semantic integrity;
- communicative purpose;
- the process of creation and perception;
- genre and style features;
- the communicative relationship between the author and the reader;
- the relationship of the text with the context and situation.

The main features of the text are: integrity, coherence, informativeness, completeness and communicativeness. The most important concepts in text linguistics are cohesion and coherence.

Cohesion is the formal grammatical coherence of the text. The means that create cohesion in the text include pronouns, repetitions, connectors, ellipsis, synonyms, lexical repetitions.

Coherence is the integrity of the text in terms of meaning and logic. The text is composed of various levels: word, phrase, sentence, complex syntactic whole, paragraph.

One of the most important structural units of the text is the paragraph. A paragraph expresses a certain microtopic. The structure of the text consists of three main parts: introduction, main part and conclusion. In text linguistics, the structure of the text can be considered at 2 levels: at the level of microstructure and macrostructure.

The microstructure of the text includes its individual sentences and the relationships between sentences. Macrostructure covers the general content, main idea and large structure of the text.

The concepts of theme and rheme are used in the information structure of the text. Theme – what is being talked about. Rhema is new information given about the theme: Aysel (theme) went to university (rhema).

The concept of intertext or intertextuality plays an important role in text linguistics. Intertextuality expresses the relationship of a text with other texts. For example, quoting or referring to another work in a work of art creates an intertextual relationship.

In text linguistics, syntagm, concept, utterance are the main concepts representing different levels of speech, meaning and structure. Syntagm is a word or group of words that are separated from each other by special intonation, emphasis and pause (speech interval) within a sentence, creating a certain sense integrity. Concept – a cognitive (mental) unit that reflects the general and cultural-spiritual meaning of any object, event, or concept in the human mind. Discourse – a speech unit that is actually spoken or written in a specific speech situation and serves a communicative intention (purpose).

Text linguistics is closely related to syntax, semantics, pragmatics, stylistics, sociolinguistics, and psycholinguistics.

What is “Nostratic linguistics”? The term Nostratic was first used in 1903 by the Danish linguist Holger Pedersen. According to the theory, the Nostratic great language existed about 20 thousand years ago. Later, this language was divided into language families. One of the main representatives of Nostratic linguistics was Aharon Dolgopolsky. He prepared the Nostratic dictionary and developed the theory. Aharon Dolgopolsky was mainly engaged in the comparison of Nostratic lexical material. Dolgopolsky conducted research in the direction of reconstructing the lexical fund of the Nostratic proto-language. Illich-Svitich and Dolgopolsky are known together as the scientists who founded the Moscow school of Nostratic linguistics. Later, research on Nostratic linguistics was continued by Vladimir Dipo and Sergey Starostin.

In Azerbaijan, text linguistics was engaged in by Gazanfar Kazmov, Baba Maharramli, Khalis Sayyad Gojayev, Ramiz Asgar.

Keywords: text linguistics, theme, rheme, cohesion, coherence, intertextuality, microstructure, macrostructure.

**ÇİNGİZ AYTMATOVUN “AĞ GƏMİ” VƏ “GÜN VAR ƏSRƏ BƏRABƏR” ƏSƏRLƏRİNDƏ
MİLLİLİYİN TƏZAHÜR FORMALARI****Prof. Dr. Elman Guliyev****Azərbaycan, Bakı, Azərbaycan Dövlət Pedagoji Universiteti****Türkoloji merkezin Türk edebiyatı bölümünün başkanı, Orcid: 0000-0001-5413-9479,****elman.guliyev1958@gmail.com****Özet**

Ç.Aytmatov bir sənətkar kimi tarixə münasibətdə daha çox mə- suliyyətli , həssas və diqqətli. O, bütün məqamlarda mənsub ol- duğu xalqın – qırğızların tarixinə, onun günümüze qədər keçdiyi şərəfli yola, milli maraqlarına, ideallarına sədaqətli olmuş, bütün mil- li-mənəvi dəyərlərinə əsl vətəndaş-yazıçı mövqeyindən yanaşmışdır. Müəllifin digər əsərlərində olduğu kimi “Gün var əsrə bərabər” əsə- rində də tarix və milliliyin geniş təzahürünə rast gəlirik.Ç. Aytmatov “Gün var əsrə bərabər” əsərində mif və əfsanələrə geniş yer versə də, yaradıcılığında onları ilk dəfə fantastik süjetlər şəklində təqdim edir. Ç.Aytmatov fantastikanı reallığa uyğunlaşdırır, nəticədə hadisələr həqiqət təsiri bağışlayır. Əsərdə milli-mənəvi dəyərlərin qorunması , gələcək nəsillərə ötürülməsi məsələləri əsas müəllif konsepsiyasını təşkil edir.

Ağ gəmi haqqında nağılda müəyyən mənada keçmiş və gələcəyin simvolları vardır. Bu simvolda inam və ümid yaşayır. Ona görə də 7yaşlı uşağın balıq olub özünün ümid rəmzi Ağ gəmiyə çatmaq istəyi böyükdür. Mömin babanın Ana maralı öldürməsi ilə hər şey bitmir, əsas odur ki, insan milli ideali qəlbində yaşatmağı bacarır və onu gələcək nəsillərə ötürə bilir. Gələcək nəsillər isə onu yenidən həm yaşadır və həm də ideal səviyyəsində özündən sonrakılara çatdırırlar.

Anahtar kelimeler: Çingiz Aytmatov, “Ağ gəmi”, “Gün var əsrə bərabər”, milli, dəyər

**THE MANIFESTATIONS OF NATIONALITY IN THE WORKS "WHITE SHIP" AND "THE
DAY IS EQUAL TO A CENTURY" BY CHENGIS AYTMATOV****Summary**

As an artist, Ch. Aytmatov is more responsible, sensitive and careful in relation to history. At all times, he was loyal to the history of the people he belonged to - the Kyrgyz, to the glorious path he has taken until today, to his national interests and ideals, and he approached all national and moral values from the position of a true citizen-writer. As in the author's other works, we find a broad manifestation of history and nationality in the work “Day is equal to century”. Although Aytmatov gives ample space to myths and legends in his work "Day is equal to century", he presents them in the form of fantastic plots for the first time in his work. Ch. Aytmatov adapts fiction to reality, as a result, the events give the effect of truth. In the work, the main concept of the author is the protection of national and moral values and their transmission to future generations. In a certain sense, the tale about the white ship contains symbols of the past and the future. Faith and hope live in this symbol. Therefore, the desire of a 7-year-old child to become a fish and reach the White Ship, a symbol of hope, is great. Everything does not end when the believing grandfather kills the mother deer, the main thing is that a person is able to keep the national ideal alive in his heart and pass it on to future generations. And the future generations both keep it alive and convey it to the next ones at the ideal level.

Key words: Chingiz Aytmatov, "White ship", "Day is equal to century", national, value

GİRİŞ

Çingiz Aytmatovun “Ağ gəmi”, “Gün var əsrə bərabər” və başqa əsərlərində reallıqla mifiklik paralelləşir, müəllif məqsədinə xidmət göstərmək baxımından bəzən birincinin, bəzən də ikincinin aparıcı olduğu nəzərə çarpır. Ona görə də istər “Əlvida, Gülsarı” (Tanabay, Gülsarı, Vəhşi qaz, Ağ dəvə), istər “Ağ gəmi” əsərində (Mömin baba, Ana maral), istərsə də “Gün var əsrə bərabər” əsərlərində Ç.Aytmatov obrazlara daha çox “fenomenoloji şərh verir”, onlarda “həyat əlaməti axtarır” (N.Cəfərov). Bu kəşfin, bu yeniliyin uğuru kimi biz Tanabay- Gülsarı, Mömin baba- Ana maral və s. eyniliyindən tam mənada danışa bilirik. Çünki “Ağ gəmi”də Mömin baba- Ana maral , “Əlvida , Gülsarı”da isə Tanabay – Gülsarı və s. paralelliyi obrazların və hadisələrin mahiyyətinin açılmasında mühüm rol oynayır.

“Ağ gəmi”də yazıçı 7 yaşlı uşağın iki nağılının olması faktı ilə sonrakı hadisələrə keçid alır. Qeyd edək ki, bu nağıllarda təfərrüat şərtlilikdə ehtiva olunur. Nağılların biri Ana maral, digəri Ağ gəmi haqqındadır. Bu nağıllar müəyyən mənada keçmiş və gələcəyin sim- vollarıdır. Hər iki simvolda inam və ümid yaşayır. Ona görə də 7 yaşlı uşağın balıq olub özünün ümid rəmzi Ağ gəmiyə çatmaq istəyi böyükdür. Maraqlıdır ki, əsərdə hadisələrin çətin və gərgin məqam- larında bu rəmzlər daha çox yada düşür, müqəddəs varlıq kimi on- lardan kömək istənilir. Məs. Mömin babanın diləyi, “Buynuzlu ana maral, sən kömək elə, qoyma tir ilişə, qoyma at yıxıla” və 7 yaşlı uşağın yalvarışları, “Buynuzlu ana maral, Bekey xalaya buynuzunda beşik gətir! Səndən çox xahiş edirəm, ona beşik gətir. Qoy onların uşağı olsun” şəklində ifadə olunan sözlərində Buynuzlu ana maralın ümid obyektinin müqəddəsliyi təsdiqlənir. Bu mənada “Ağ gəmi”-də Orozqulun bu günkü fiziki və mənəvi işgəncələrinə məruz qalan Mömin babanın, 7 yaşlı oğlanın və Bekey xalanın haqqın əbədiyyətinə inamı itmir. Əsərdə səslənən son sözlər insan idealının əbədiyyətinin təsdiqinə çevrilir: “İndi mən yalnız bunu deyə bilərəm, uşaq qəlbi-nin barışa bilmədiklərini sən rədd etdin. Təsəllim də elə budur. Sən şimşək kimi yaşadın bircə dəfə çaxdın və söndün. Şimşəyi çaxdıran göydür. Göy isə əbədidir. Bu da mənim təsəllimdir. Bir də təsəllim budur ki, insanda uşaq vicdanı toxumun rüşeymi kimidir, rüşeymsiz dən cücərməz. Bizi dünyada nələr gözləyir, gözləsin... Haqq əbədi olaraq yaşayacaqdır...”

Əsərin sonunda Mömin babanın öz idealı olan Ana maralı məcbu- riyyət qarşısında qalaraq öldürməsi ilk baxışda oxucuda totalitar ma- raqların insan (milli) maraqlarına güc gəlməsi təsirini yaradır. Əslin- də burada ideya öz ifadəsini zahiri görüntüdə yox, alt qatda gizlənən fikirlərdə tapmış olur. Müəllif demək istəyir ki, Mömin babanın Ana maralı öldürməsi ilə hər şey bitmir, əsas odur ki, insan milli idealı qəlbində yaşatmağı bacarır və onu gələcək nəsillərə ötürə bilər. Gələ- cək nəsillər isə onu yenidən həm yaşadır və həm də ideal səviyyə- sində özündən sonrakılara çatdırırlar.

Ç.Aytmatovun 1975-ci ildə qələmə aldığı “Erkən gələn durnalar” povesti 1941-1945-ci illər müharibəsi zamanı arxa cəbhədəki insan- ların həyatını əks etdirmək baxımından xarakterikdir. Əsərin 15 yaşlı qəhrəmanı Sultanmurad öz dostları olan Anatay, Eskinbəy, Kubatqul və digərləri ilə müharibə dövrünün acı həyatını yaşayırlar. Onun atası Bek-bay müharibəyə getmişdir. Lakin ailəsi 2 aya yaxın bir vaxtda ondan məktub gəlmədiyinə görə narahatçılıq keçirir. Kəndin kişiləri cəbhəyə getdiyi üçün burada qalanlar yalnız yaşlılar, qadınlar və uşaqlardır. Kənd camaatı aclıq çəkdiyi üçün kolxoz sədri Tinalıyev Aksay çölündə buğda əkdirmək qərarına gəlir. İşçi qüvvəsinin olmadığını nəzərə alan kolxoz sədri Sultanmuradı və onun sinif yoldaşlarını işləmək üçün sahəyə aparır. Məktəbli uşaqlar yorulmaq bilmədən işləyərək, yaza qədər bütün işləri görüb başa çatdırırlar. Yazın gəlməsinə az qalmış Aksay çölün- də erkən gələn durnaların görünməsi hamını təəccübləndirir. İnsanlar təəccüblənsələr də sevinirdilər. Onlara elə gəlirdi ki, bu il məhsul bol olacaq. Lakin durnalar ovçuların onları vuracağını hiss etdikləri üçün bu sahələrdən uzaqlaşır. Bundan qəzəblənən ovçular gecə ikən uşaq- ların əl- ayaqlarını bağlayır, şum üçün istifadə olunacaq atları qaçıırırlar. Bununla da uşaqların ümidləri puç olur. Müəllif bu əsərdə iki müxtəlif insan qrupunu və düşüncə tərzini üz-üzə saxlayır. Əsərdə Tinalıyev baş- da olmaqla zəhmətkeş kənd camaatı, o cümlədən Sultanmurad və onunsinif yoldaşları vətənpərvər və işguzar insanlar kimi təqdim olunur. Ya- zıçı ikinci qütbə isə

oğrular və vətəni düşünməyən insanları saxlayır. Ç. Aytmatov əsərdəki ideyanı da bu münasibətlər daxilində formalaşdırır və oxucuya çatdırır.

Ç. Aytmatov bir sənətkar kimi tarixə münasibətdə daha çox məsuliyyətli, həssas və diqqətlidir. O, bütün məqamlarda mənsub olduğu xalqın – qırğızların tarixinə, onun günümüzə qədər keçdiyi şərəfli yola, milli maraqlarına, ideallarına sədaqətli olmuş, bütün milli-mənəvi dəyərlərinə əsl vətəndaş-yazıçı mövqeyindən yanaşmışdır. Müəllifin digər əsərlərində olduğu kimi “Gün var əsrə bərabər” əsərində də tarix və milliliyin geniş təzahürünə rast gəlirik.

Ç. Aytmatov “Gün var əsrə bərabər” əsərində mif və əfsanələrə geniş yer versə də, yaradıcılığında onları ilk dəfə fantastik süjetlər şəklində təqdim edir. Ç. Aytmatov fantastikanı reallığa uyğunlaşdırır, nəticədə hadisələr həqiqət təsiri bağışlayır. Təsadüfi deyildir ki, ədib bu barədə fikirlərini oxucularla belə bölüşür: “Mən (Ç. Aytmatov E.Q.) bu əsərimdə də, əvvəllər olduğu kimi, yenə də həyatın, yaşa-yış tərzinin təcrübəsi kimi qiymətləndirilən keçmiş nəsillərdən bizə miras qalmış miflərə, əfsanələrə istinad etmişəm. Bununla yanaşı yazıçılıq təcrübəmdə ilk dəfə olaraq fantastik süjetə müraciət etmişəm. Lakin nə bu, nə də o biri mənim üçün əsas məqsəd daşmır, bu ancaq təfəkkür metodu, real gerçəkliyi öyrənmə və yozum vasitəsidir”. Ona görə də əsər boyu yazıçının “kosmik əhvalatları” öyrənmə və yozumunda əsas məqsədi “yer kürəsində yaşayan adamların gələcəkdə baş verə biləcək fəlakətinin potensial gücünü tam aydınlığı ilə təsvir etməkdir”dir.

“Gün var əsrə bərabər” Ç. Aytmatov yaradıcılığında fantastik süjetlər əsasında yazılmış ilk romandır. Əsərdə fantastika həyatı daha geniş dairədə görmək və dərk etmək üçün işlədilən metaforadır. Onu da qeyd edək ki, Ç. Aytmatov müsahibələrinin birində Azərbaycan dilinə tərcümədə əsərin adının bu şəkildə olması ilə razılaşmadığını bildirmişdir. Belə ki, romanın rus dilindəki adında (“İ долше века длитса ден”) “gün” (den) sözünün ehtiva etdiyi mənə müsbət anlamda işlədilməmişdir. Əsərdə “əsrədən bətrə”, “baş çatması əsr qədər davam edən”, “baş çatıb qurtarmayan, əsrə bərabər bezdirici, yorucu və sitemli gündən” söhbət gedir.

Boranlı Yedigey əsərin baş qəhrəmanıdır. “Hər günü bir əsrə bərabər” olan bu müdrik insan xalq ruhunun ifadəçisidir. Yedigey zəhmətsevər insandır. Onun düşüncələrində əsas yeri mənəviyyata, insanlığa zidd olan problemləri həll etmək tutur. Müəllif bu problemləri həll etməkdə öz qəhrəmanının mənəvi gücünə inanır, eyni zamanda ona etibar edir, bir növ onun simasında özünü görür. Ç. Aytmatovun öz sözləri ilə desək “Yedigey, necə deyirlər, dünyanın yükünü çiyində saxlayan adamlardandır. Mənim anlayışıma görə o, öz dövrünün adamıdır. Öz dövrünə qırılmaz tellərlə bağlıdır. Onun qiyməti də məhz bundadır ki, öz dövrünün oğludur.

Romanda qarşıya qoyulan problemlərə bu keçmiş cəbhəçi, hazırda dəmiryol fəhləsi olan şəxsin taleyinin prizmasından baxmağa, bu problemləri onun anlayışı, onun gözü ilə həll etməyə çalışmışam. O, məhz bu keyfiyyətlərinə görə də mənə vacib olmuşdur. Mən bu işi öz anlayışım səviyyəsində həll etməyə çalışmışam”.

Ç. Aytmatov Yedigeyin zəhmətkeş və həyatsevərliyini bütünlükdə insanın mənəvi aləminin zənginliyi, eyni zamanda şəxsiyyət amili ilə sıx bağlayır. Ona görə də əsərdə Yedigeyin “zəhmət adamı” obrazı onun “təsərrüfat adamı” olmasında açıqlanmış, mənəvi aləminin zənginliyində üzə çıxır. “Boranlı Yedigey təkcə öz təbiəti və məşğuliyyət tərzinə görə zəhmət adamı olaraq qalmır. O, ruhən zəhmətkeşdir. Ruhən zəhmətkeş adam isə həmişə düşünür, özünə suallar verir” (Ç. Aytmatov).

Məs., Sarı-Özək kosmodromundan göyə qalxan kosmik raketin məhz niyə gecə vaxtı uçuşa başlaması, onun içində neçə nəfər heyətin olması, indiyə qədər belə uçuşları nəyə görə müşahidə edə bilməməsi və s. barədə Yedigeyin özü-özünə verdiyi suallar əsərdə səslənən çoxsaylı sualların yalnız cüzi bir hissəsini təşkil edir. Maraqlıdır ki, oxucu üçün onun xarakteri daha çox “suallar dünyasında” formalaşan təəssürlərdə açılır. “Gün var əsrə bərabər” romanında Yer kürəsinin dərinliklərindən tutmuş kainatın ənginliklərinə qədər uzanan, onu idarə etmək iqtidarında olan insan zəkasının şərh işləmə, müharibələrə “qida verməsi” pislənir. Müəllif əsərdə öz məqsədini “Lesnoy qrud” planetindən yerdəki “şəhər işləri” müşahidə edən kosmonavtların fikirləri əsasında təqdim edir. İki müxtəlif dövlət və müxtəlif ideologiya təfəkkürünə malik kosmonavtlar (Sovet-Amerika) başqa

planetdə düşüncə, əqidə birliyi nümayiş etdirirlər. Onlar göydə yerdəki kimi düşün-mürlər. “Lesnoy qrud” planeti sakinlərinin bəşəri düşüncə tərzini onlardan fikir dəyişikliyinə səbəb olur. Çünki səma planetinin adamları yerdəki insanların ərazi, sərvət uğrunda müharibələrinə təəssüf edirlər. Rə- manda hər cür ədaləti və rəqabəti yer üzərindən yox etmək arzusu və onunla bağlı suallar bəşəriyyətin maraqları səviyyəsindən təqdim olu- nur. Bu cəhət müəllifin əsərlə bağlı fikirlərində də əksini tapır: “Bu gün ən proqressiv fikir, ancaq beynəlxalq gərginliyin azaldılması fikri ola bilər. Bu gün bundan daha məsul bir vəzifə yoxdur. Bəşəriyyət sülh şəraitində yaşamağı öyrənmə bilməsə, məhv olub gedəcək”.

Ç.Aytmatov bəşəriyyətin gələcək taleyində insan zəkasının ro- lundan danışarkən, onun milli-mənəvi etnik təfəkkür formasının bu taledəki təsir roluna da böyük diqqət yetirir. Bu mənada manqurdlaş- ma yaddaşı itirmə prosesi ilə bağlı əsərdə səslənən əfsanədə bir xalqı bağlı olduğu tarixdən, milli-mənəvi dəyərlərdən uzaqlaşdırmaq si- yasəti tənqid edilməklə, millətin həyatındakı faciə göstərilməklə ya- naşı, həm də bəşəriyyəti müstəmləkəyə, işğala sürükləyən məhkum- lar ordusu yaratmaqla onları istismar edən qüvvələr ittiham edilir. Çünki əsərdə juan-juanların işğal etdikləri ərazidəki gənclərin başına dəri keçirib onların beynlərini sıxmaqla yaddaşdan məhrum etmək planları kökündən, tarixindən ayrılmış bir xalqın timsalında istismara məhkumluğunun göstəricisidir. Müəllif əsərə yazdığı müqəddimədə bu fikri belə təsdiqləyir: “Ta qədimlərdən bu günə kimi insanı fərdi keyfiyyətlərdən məhrum etmək imperiya, imperialistlər və hegemon- çuluq iddiasında olanların məqsədi olmuşdur.

Keçmişini unudan adam dünyada öz yerini, mövqeyini təzədən müəyyən etmək zərurəti qarşısında qalır. Öz xalqının və başqa xalq- ların əldə etdiyi tarixi təcrübədən məhrum edilmiş adam tarixi pers- pektivdən kənarda qalır, yalnız bu günün qayğısı ilə yaşamağa qabil olur”.

Əsərdə tarixin yaddaşı, milli yaddaş heykəli Nayman Ana ilə manqurdlaşmış oğlu Joloman arasında gedən söhbət milli faciənin ən yüksək nöqtəsi kimi təqdim olunur. Milli yaddaşsızlıq manqurdlaşma nəticəsində Joloman nə anasını, nə atasını, nə tayfasını, nə də özünü tanıyır. Buna görə də sual kimi səslənən ananın etirazlarında bir mil- li harayın sədaları eşidilir: “Torpağı almaq olar, malı-dövləti almaq olar, lap adamın həyatını da almaq olar, deyə ana söylədi, ancaq ada- mın hafizəsinə kim qəsd edə bilər, bunu kim fikirləşib tapıb?! Pər- vədigara, varsansa bunu insanların beyninə necə salmışan?! Məgər dünyada zülm, şəhər azdır?!”

Müəllif Nayman-Ananın oğlu tərəfindən oxla vurulub öldürülməsini əsərdə milli maraqla totalitar maraqların toqquşması kimi dünyanın ən böyük “zülm-şəri” hesab edir. Nayman Ananın basdırıldığı Ana-Beyit (Ana məskəni) qəbiristanlığının dağıdılmasına Yedigeyin etiraz və ha- rayı da mahiyyət etibarı ilə bu toqquşmanın davamını xatırladır. Müəllif yaşadığımız əsrin ən böyük faciəvi ziddiyyətini də totalitar maraqların sahib- lərinin əməlləri ilə bağlayır. Əsərdə manqurdlaşmış Sabitcan, Taksınba-yev və s. obrazlar bu əməlləri həyata keçirən icraçılardır. Ç.Aytmatov romanda Yedigey və Sabitcanı qarşı-qarşıya qoymaqla dünya ziddiy- yətlərinin mənzərəsi fonunda milli mənəviyyətə imperialist maraqların təcavüzünü əks etdirmişdir. Və əslində müəllif əsər boyu maraqlı gediş- lə ümumiləşmədən fərdiliyə və əksinə fərdiləşmədən ümumiləşməyə keçidi təmin etmiş, hadisələrin təsir gücünü artırmışdır. Bu əsərdə də müəllif imperiya və hegemonçuluq şəraitində milli unutqanlıq faciələri ilə üz-üzə dayanan adamların həyat problemlərini ön plana çəkir. Buna görə də əslində dünyanın heç bir yerində olmayan Sarı Özək və Nevadakoşmodromları həyatın iki tərəfinin qəbul edilmiş şərti anlamındadır. “Gün var əsrə bərabər” romanında tarixilik, tarixi dəyərlər ictimai möv- cudluğun şərti kimi verilir¹. Yazıçı bu şərtilik daxilində Yer kürəsinin gələcək taleyi üçün zəhmət adamının daşdığı məsuliyyəti onun özünə xatırlatmaq istəyir. Əsərdə səslənən “biz hara gedirik, bu yol bizi hara aparıb çıxaracaq?” sözləri müəyyən mətləblərə aydınlıq gətirmək baxı- mından səciyyəvidir.

“Çingiz xanın ağ buludu” povesti “Gün var əsrə bərabər” romanı- na əlavə kimi yazılmışdır. Çünki Ç.Aytmatov “Gün var əsrə bərabər” romanında qələmə aldığı repressiya mövzunu “Çingiz xanın ağ bu- ludu” povestində davam etdirir. Əsərin qəhrəmanı Abutalıb repressiya

qurbanlarının ümumiləşdirilmiş obrazıdır. Abutalıb xalq təmsillərini, rəvayətlərini və s. toplayaraq xalqın keçmişini qorumağa və gələcək nəsillərə ötürməyə çalışır. Bu hal sovet rejiminin əleyhinə olan addım kimi qiymətləndirilir və o, həbs edilir. Əsərdə təqdim olunan Tansık- bayev sovet rejiminin təmsilçisidir. Onun yeganə məqsədi insanları sovet rejimi qarşısında günahlandırmaq və onları həbs etdirməkdir. Müəllif əsərdə Çingiz xanla Stalin dövrünü müqayisə edərək göstər- mək istəmişdir ki, bütün zamanlarda totalitarizm bəşəriyyət üçün fəlakətdən başqa bir şey deyildir. “Çingiz xanın ağ buludu” povestində yazıçı türk mifologiyasından, adət-ənənə motivlərindən məharətlə is- tifadə etmiş, onları milli-mənəvi aspektdən dəyərləndirmişdir. Ç.Aytmatov xalqına qəlbən bağlı olan, onun keçmişinə, bu gü- nünə, gələcəyinə biganə qalmayan görkəmli yazıçı və böyük şəxsiyyətdir.

KAYNAKLAR

- I. Aytmatov Ç. Ana tarla. Povest. Bakı, “Azərnəşr”, 1966.
- II. Aytmatov Ç. Seçilmiş əsərləri. Bakı, “Çaşıoğlu”, 2004.
- III. Aytmatov Ç. Cəmilə. Povest. Bakı, “Uşaqgəncnəşr”, 1961.
- IV. Aytmatov Ç. Gün var əsrə bərabər. Roman və povestlər. Bakı, “Yazıçı”, 1987.
- V. Aytmatov Ç. Əlvida Gülsarı. Povest. Bakı, “Gənclik”, 1969.

DİL QAYDALARININ ÖYRƏDİLMƏSİNDƏ OYUN TEXNOLOGİYALARININ ROLU**Qasımova Maya Rəhim qızı****Pedaqogika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent***Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti, Azərbaycan, maya0866@gmail.com*<https://orcid.org/0000-0001-9116-4331>**Xülasə**

Müasir təhsil prosesində şagirdlərin yalnız nəzəri biliklərə yiyələnməsi deyil, əldə etdikləri bilikləri praktik fəaliyyət zamanı tətbiq edə bilməsi əsas məqsədlərdən biri kimi müəyyənləşdirilir. Bu baxımdan dil qaydalarının öyrədilməsi zamanı ənənəvi izah və çalışmalarla yanaşı, şagirdlərin fəallığını, motivasiyasını və müstəqil fəaliyyətini təmin edən müasir pedaqoji texnologiyalardan istifadə xüsusi əhəmiyyət daşıyır. Belə texnologiyalardan biri oyun əsaslı təlimdir. Oyun texnologiyaları dil qaydalarının mexaniki əzbərlənməsindən daha çox, onların konkret kommunikativ situasiyalarda tətbiqinə imkan yaradır. Məqalədə oyun texnologiyalarının dil qaydalarının mənimsənilməsinə təsiri, onların pedaqoji imkanları və ibtidai siniflərdə tətbiq mexanizmləri araşdırılır. Dil qaydalarının öyrədilməsində didaktik oyunların, qrup oyunlarının, problem əsaslı oyunların və rəqəmsal oyun elementlərinin istifadəsi nəzərdən keçirilir. Tədqiqatların təhlili göstərir ki, məqsədyönlü şəkildə hazırlanmış oyun əsaslı fəaliyyətlər şagirdlərin təlim motivasiyasını və dərstdə iştirakını artırmaqla yanaşı, qaydaların tətbiqi üzrə praktik bacarıqların inkişafına da şərait yarada bilər. Bununla belə, oyunun təlim məqsədinə uyğun seçilməsi, yaş xüsusiyyətlərinin nəzərə alınması və oyun nəticələrinin pedaqoji qiymətləndirmə ilə əlaqələndirilməsi əsas şərtlərdir.

Açar sözlər: dil qaydaları, oyun texnologiyaları, oyun əsaslı təlim, ibtidai təhsil, dil tədrisi, təlim motivasiyası, interaktiv təlim, qrammatika.

Abstract. In contemporary education, the development of students' ability to apply acquired knowledge in practical contexts has become one of the important objectives of the learning process. In this regard, teaching language rules requires not only traditional explanation and practice-based activities but also modern pedagogical approaches that enhance students' motivation, active participation, and independent learning. Game-based learning is one such approach. Game technologies create opportunities for students to move beyond mechanical memorization of language rules and apply them in meaningful linguistic and communicative contexts. This article examines the role of game-based learning technologies in teaching language rules, with particular emphasis on their application at the primary education level. The study discusses the pedagogical potential of didactic games, group-based activities, problem-solving games, and digital game-based tasks in facilitating the acquisition of language rules. The analysis indicates that appropriately designed game-based activities can increase students' learning motivation and engagement while contributing to the development of practical skills in applying grammatical and language rules. At the same time, the effectiveness of game-based learning depends on selecting activities that correspond to instructional objectives, students' age and developmental characteristics, and the systematic integration of games with assessment and reflection. Therefore, game technologies should be viewed not as an alternative to traditional teaching methods, but as a complementary pedagogical tool that enriches language instruction and supports the conscious and practical acquisition of language rules.

Keywords: language rules, game-based learning, game technologies, primary education, language teaching, grammar instruction, learning motivation, interactive learning, didactic games.

Dil insanın kommunikativ fəaliyyətinin əsas vasitələrindən biri olmaqla yanaşı, onun düşünmə, ifadə etmə və sosiallaşma proseslərinin də mühüm komponentidir. İbtidai təhsil mərhələsində dil bacarıqlarının sistemli şəkildə formalaşdırılması sonrakı təhsil pillələrində şagirdin akademik nailiyyətlərinə birbaşa təsir göstərir. Bu mərhələdə şagirdlər söz, cümlə, nitq hissələri, orfoqrafik və sintaktik normalar kimi dil hadisələri haqqında ilkin sistemli təsəvvürlər əldə edirlər.

Dil qaydalarının öyrədilməsində əsas çətinliklərdən biri onların şagird üçün mücərrəd xarakter daşımasıdır. Qaydanın müəllim tərəfindən izah edilməsi onun şagird tərəfindən avtomatik şəkildə mənimsənilməsi demək deyil. Şagird qaydanı yalnız yadda saxlamamalı, həm də onu müxtəlif dil situasiyalarında tanımalı, izah etməli və tətbiq etməlidir. Bu səbəbdən dil qaydalarının tədrisində bilikdən bacarığa keçidi təmin edən metod və vasitələrə ehtiyac yaranır.

Məhz bu baxımdan oyun texnologiyaları xüsusi pedaqoji imkanlara malikdir. Oyun uşağın təbii fəaliyyət formalarından biri olmaqla, təlim məzmununun daha fəal və emosional şəkildə mənimsənilməsinə şərait yaradır. Oyun əsaslı öyrənmə üzrə aparılmış sistemlik araşdırmalar ibtidai təhsildə oyun elementlərinin müxtəlif fənlər üzrə istifadə edildiyini və tədqiqatların əksəriyyətində müsbət nəticələrin müşahidə olunduğunu göstərir.

Dil qaydası – müəyyən dil vahidlərinin işlənmə xüsusiyyətlərini sistemləşdirən normativ bilikdir. Lakin ibtidai sinif şagirdi üçün bu bilik yalnız tərif və formul şəklində təqdim edildikdə onun mənimsənilməsi çətinləşə bilər. Buna görə dil qaydalarının öyrədilməsində nəzəri izahla praktik fəaliyyəti əlaqələndirmək vacibdir. Məsələn, şagirdə yalnız “isim əşyanın adını bildirir” qaydasını əzbərlətmək kifayət etmir. Şagird həmin qaydanı mətn daxilində tətbiq etməli, isimləri digər nitq hissələrindən fərqləndirməli, cümlədə onların funksiyasını müəyyən etməli və müstəqil nümunələr tapmalıdır.

Bu baxımdan dil qaydalarının tədrisi üç mərhələli model üzrə təşkil edilə bilər: **müşahidə → qaydanın müəyyənləşdirilməsi → tətbiq.**

Oyun texnologiyaları məhz bu mərhələlərin bir-biri ilə əlaqələndirilməsinə imkan verir. Şagird əvvəlcə oyun situasiyasında dil faktı ilə qarşılaşır, sonra həmin faktı müşahidə edir və nəhayət qaydanı tətbiq etməklə tapşırığı yerinə yetirir. Yəni şagird biliyi hazır şəkildə qəbul edən deyil, fəaliyyət zamanı kəşf edən və tətbiq edən subyektə çevrilir.

Oyun texnologiyası təlim məqsədlərinə çatmaq üçün oyun strukturundan, qaydalarından, məqsədlərindən və motivasiya mexanizmlərindən istifadəni nəzərdə tutur. Burada əsas məsələ dərslərin sadəcə “əyləncəli” keçirilməsi deyil. Oyun pedaqoji məqsədə xidmət etməli və konkret öyrənmə nəticəsinə istiqamətlənməlidir.

Oyun əsaslı təlimlə bağlı araşdırmalarda oyun fəaliyyətinin şagirdin fəallığını, motivasiyasını və sosial qarşılıqlı əlaqəsini dəstəkləyə bildiyi vurğulanır. UNESCO-nun Təhsil üzrə IIEP Learning Portalında yayımlanan araşdırma icmalında da playful learning yanaşmasının şagirdin araşdırma, eksperiment və sosial qarşılıqlı fəaliyyət imkanlarını genişləndirdiyi qeyd olunur.

Dil tədrisində oyun texnologiyasının əhəmiyyəti xüsusilə böyükdür. Çünki dil qaydaları yalnız nəzəri məlumat deyil, praktik istifadə sistemidir. Oyun şagirdə qaydanı “öyrənməkdən” daha çox, qaydanı “işlətmək” imkanı yaradır.

Bu prosesdə aşağıdakı mexanizmlər mühüm rol oynayır:

- təkrarın təbii şəkildə təşkili;
- dərhal əks əlaqənin verilməsi;
- şagirdin aktiv iştirakının təmin olunması;
- fərdi və qrup fəaliyyətinin təşkili;

- səhvdən qorxmadan yenidən cəhd etmək imkanının yaradılması;
- qaydanın müxtəlif kontekstlərdə tətbiqi.

Dil qaydalarının öyrədilməsində oyun texnologiyalarının tətbiqi təlim motivasiyasının artırılmasına imkan yaradır. Belə ki, dil qaydalarının mexaniki şəkildə əzbərlənməsi ibtidai sinif şagirdində marağın azalmasına səbəb ola bilər. Oyun isə tapşırığa məqsəd, problem və nəticə elementi əlavə edir. Məsələn, müəllim “Səhvi tap” oyunu təşkil edə bilər. Lövhədə müxtəlif cümlələr təqdim olunur və şagirdlərdən hansı cümlədə dil qaydasının pozulduğunu müəyyənləşdirmək tələb edilir. Bu zaman şagird yalnız qaydanı xatırlamır, onu konkret dil materialına tətbiq edir.

Oyun texnologiyalarının tətbiqi qaydaların təkrarını təmin edir. Dil qaydalarının mənimsənilməsində təkrar mühüm rol oynayır. Lakin eyni tipli tapşırığın dəfələrlə yerinə yetirilməsi monotonluq yarada bilər. Oyun texnologiyası təkrarı müxtəlif fəaliyyət formalarına çevirir.

Məsələn:

1-ci mərhələ: qaydanı müəyyən et;

2-ci mərhələ: düzgün nümunəni seç;

3-cü mərhələ: səhvi tap;

4-cü mərhələ: öz nümunəni yarat.

Beləliklə, eyni qayda müxtəlif əməliyyatlar vasitəsilə təkrar olunur.

Oyun texnologiyaları əks əlaqənin sürətləndirilməsini təmin edir. Oyunlarda nəticə, bir çox hallarda, dərhal görünür. Şagird cavabının düzgün və ya səhv olduğunu müəyyən edə bilər. Rəqəmsal oyunlarda isə avtomatik geribildirim bu prosesi daha da sürətləndirə bilər.

İbtidai siniflərdə tətbiq oluna bilən oyun modellərinə nəzər yetirək:

“Söz ovçusu” oyunu

Şagirdlərə müəyyən bir mətn təqdim edilir. Müəllim konkret dil vahidinin “ovlanması” tapşırır. Məsələn: “Payız səhəri idi. Sarı yarpaqlar sakitcə yerə tökülürdü. Uşaqlar məktəbə tələsirdilər.”

Tapşırıq: Mətnə isimləri tapın və onların hansı suala cavab verdiyini müəyyənləşdirin.

Beləliklə, oyun oxu, müşahidə və qrammatik təhlil fəaliyyətlərini birləşdirir.

“Qaydanı tap” oyunu

Şagirdlərə müxtəlif nümunələr təqdim olunur, lakin qaydanın özü əvvəlcədən söylənilmir. Şagirdlər nümunələri müqayisə edərək ümumi qanunauyğunluğu müəyyən etməyə çalışırlar.

Bu model şagirdin **induktiv düşünmə bacarığının** inkişafına xidmət edir.

“Dil domino-su”

Kartların bir tərəfində sual, digər tərəfində cavab yerləşdirilir. Məsələn:

İsim nə bildirir? → Əşyanın adını.

“Kitab” hansı nitq hissəsidir? → İsim.

İsim hansı suallara cavab verir? → Kim? nə? hara?

Şagirdlər kartları məntiqi ardıcılıqla birləşdirərək “domino” zənciri yaradırlar.

“Şehirli ağac”

Müəllim lövhədən ağac şəkli asır və deyir:

– Bu şehirli ağacdır. Ağacın çoxlu budaqları var. Hər budaq xanalardan ibarətdir. Xananın sayına müvafiq mürəkkəb isimlər seçilib yazılmalıdır. İsimlər təxminən aşağıdakı mənaları bildirməlidir:

- Ət yeyən quşlardan birinin adı
- Xörək adı
- Oxuyan quşlar
- Şəhər adı
- Əsər adı
- Tərkibində *şah* sözü olan mürəkkəb adlar
- Heyvan adı
- Dəniz adı
- Bir-birinə yaxın və zidd olan 5 mürəkkəb ad.

“Kim daha yaxşı redaktordur?”

Şagirdlərə səhvlərlə zəngin qısa mətn təqdim edilir. Onlar mətnin “redaktoru” rolunda çıxış edərək səhvləri müəyyənləşdirir və düzəlişlər aparırlar.

Bu oyun yalnız qaydanın tanınmasını deyil, qaydanın mətn daxilində tətbiqini tələb edir.

Müasir təhsil mühitində oyun texnologiyaları yalnız ənənəvi didaktik oyunlarla məhdudlaşmır. Rəqəmsal viktorinalar, interaktiv testlər, bal toplama sistemləri və oyunlaşdırılmış tapşırıqlar da dil qaydalarının tədrisində istifadə edilə bilər.

Aparılmış tədqiqatların təhlili göstərir ki, təlimdə oyun elementlərinin tətbiqi şagirdlər arasında sağlam rəqabət mexanizminin işə salınmasında, motivasiya, iştiraka həvəs, məmnunluq hissələrinin yüksəlməsində müsbət nəticə verir. Bununla belə, rəqəmsal oyunların qeyd-şərtsiz istifadəsi birmənalı olaraq hələ effektiv təlim demək deyil. Oyunun məzmunu təlim məqsədindən uzaqlaşarsa, şagirdin diqqəti dil qaydasından daha çox xal toplamağa və yarışa yönəli bilər. Bu səbəbdən müəllim üçün əsas prinsip belə ifadə oluna bilər: **oyun məqsəd deyil, təlim məqsədinə çatmaq vasitəsidir.**

Oyun əsaslı təlimdə müəllimin rolu ənənəvi “məlumat ötürən” mövqedən təşkilatçı, fasilitator və istiqamətləndirici mövqeyə keçir. Müəllim: təlim məqsədini müəyyənləşdirməli; həmin məqsədə uyğun oyun seçməli; oyunun qaydalarını aydın izah etməli; bütün şagirdlərin iştirakını təmin etməli; proses zamanı müşahidə aparmalı; səhvləri pedaqoji əks əlaqəyə çevirməli; oyundan sonra nəticəni ümumiləşdirməlidir.

Xüsusilə son mərhələ mühüm əhəmiyyət daşıyır. Oyun başa çatdıqdan sonra müəllim “Bu oyunda hansı qaydanı tətbiq etdik?”, “Hansı səhvlərə yol verdik?”, “Bu qaydanı başqa cümlədə necə istifadə edə bilərik?” kimi suallar vasitəsilə refleksiya təşkil etməlidir. Beləliklə, oyun fəaliyyəti sadəcə əyləncə olaraq qalmır və şagirdin şüurlu öyrənmə fəaliyyətinə çevrilir.

Oyun texnologiyalarının üstünlükləri ilə yanaşı, müəyyən məhdudiyyətləri də mövcuddur. Sistematik tədqiqatlar göstərir ki, oyun əsaslı dil təlimində texniki problemlər, uyğun olmayan əməkdaşlıq, tapşırıqın həddindən artıq çətinliyi və yüksək koqnitiv yük kimi problemlər yarana bilər.

Digər mühüm məsələ rəqabətdir. Həddindən artıq rəqabət bəzi şagirdlərin motivasiyasını artırır, digərlərində isə əksinə, narahatlıq yarada bilər. Buna görə oyunların yalnız “ən sürətli cavab verən qalibdir” prinsipi ilə qurulması məqsədəuyğun deyil.

Bundan əlavə, bütün dil qaydalarının oyun vasitəsilə öyrədilməsi də zəruri deyil. Bəzi mürəkkəb və abstrakt mövzular üçün izah, müşahidə, müqayisə, modelləşdirmə və yazılı çalışmalar daha səmərəli ola bilər.

Deməli, oyun texnologiyası digər metodları əvəz edən universal vasitə deyil, **təlim metodları sisteminin bir komponentidir.**

Dil qaydalarının öyrədilməsində oyun texnologiyalarının səmərəliliyini təmin etmək üçün aşağıdakı prinsiplərə riayət etmək məqsədəuyğundur:

Məqsədyönlülük prinsipi. Hər bir oyunun konkret təlim nəticəsi olmalıdır.

Yaşa uyğunluq prinsipi. Oyunun qaydaları və məzmunu şagirdlərin yaş və inkişaf xüsusiyyətlərinə uyğun seçilməlidir.

Sadədən mürəkkəbə prinsipi. Əvvəlcə qaydanın tanınması, daha sonra tətbiqi və yaradıcı istifadəsi təmin edilməlidir.

Fəallıq prinsipi. Oyunda yalnız bir neçə şagird deyil, mümkün qədər bütün sinif iştirak etməlidir.

Əks əlaqə prinsipi. Şagird öz səhvini görməli və onun düzəldilməsi üçün imkan əldə etməlidir.

Refleksiya prinsipi. Oyundan sonra şagird nə öyrəndiyini və hansı qaydanı tətbiq etdiyini izah etməlidir.

Fərdiləşdirmə prinsipi. Müxtəlif hazırlıq səviyyəsində olan şagirdlər üçün tapşırıqların çətinlik dərəcəsi fərqləndirilə bilər.

Nəticə. Dil qaydalarının öyrədilməsi ibtidai təhsil prosesində şagirdlərin dil bacarıqlarının formalaşdırılmasının mühüm istiqamətlərindən biridir. Lakin qaydaların yalnız izah və əzbərləmə yolu ilə mənimsədilməsi onların praktik istifadəsini hər zaman təmin etmir. Bu baxımdan oyun texnologiyaları dil qaydalarının öyrənilməsini daha fəal, interaktiv və tətbiqyönlü prosesə çevirmək üçün əhəmiyyətli imkanlar yaradır.

Oyun əsaslı fəaliyyətlər vasitəsilə şagird qaydanı müşahidə edir, nümunələri müqayisə edir, səhvləri müəyyənləşdirir, düzgün variantı seçir və müstəqil nümunə yaradır. Bu proses dil qaydasının yalnız yadda saxlanılmasına deyil, onun praktik fəaliyyətə keçirilməsinə şərait yaradır.

Elmi ədəbiyyatın təhlili də oyun əsaslı təlimin ibtidai təhsildə və dil öyrənməsində müsbət potensiala malik olduğunu göstərir. Xüsusilə rəqəmsal oyunlar və oyunlaşdırılmış fəaliyyətlər motivasiya, iştirak və öyrənmə nəticələrinə müsbət təsir göstərə bilər. Bununla yanaşı, onların effektivliyi oyunun özündən daha çox, **oyunun pedaqoji məqsədə uyğunluğundan, müəllimin fasilitator rolundan və fəaliyyətin düzgün qiymətləndirilməsindən** asılıdır.

Beləliklə, dil qaydalarının öyrədilməsində oyun texnologiyalarından istifadə ənənəvi təlimin alternatividir, onu tamamlayan və zənginləşdirən metodik vasitə kimi qiymətləndirilməlidir. Məqsədyönlü və sistemli tətbiq olunduqda oyun texnologiyaları ibtidai sinif şagirdlərinin dil qaydalarını şüurlu mənimsəməsinə, praktik tətbiq etməsinə və dil fəaliyyətinə marağının artmasına mühüm töhfə verə bilər.

Ədəbiyyat:

1. Azərbaycan Respublikasının ümumtəhsil məktəbləri üçün fənn kurikulumları (I-IV siniflər). Bakı: Mütərcim, 2008, 495 s.
2. Hüseynov H. Azərbaycan dili dərslərində fonetik oyunlar. Bakı: Çarşıoğlu, 2000, 32 s
3. Hüseynov H. Azərbaycan dili dərslərində leksik oyunlar. Bakı: Azər nəşr, 2000, 30 s.
4. Hüseynov H. Azərbaycan dili dərslərində qrammatik oyunlar. Bakı: Azər nəşr, 2004
5. Kərimov Y.Ş. İbtidai siniflərdə Azərbaycan dilinin tədrisi metodikası. Bakı: “Səda”, 2013, 552 s.
6. Uşağa istiqamətləndirilmiş tədris proqramı. Bakı: Yeni nəsil, 2003, 229 s.
7. Аникеева Н.П. Воспитание игрой: кн. для учителя. М.: Просвещение, 2011. 144 с.
8. Букатов В.М., Ершова А.П. Нескучные уроки: обстоятельное изложение социогровых технологий обучения школьников. Петрозаводск: VERSO, 2008. 187 с
9. Yang, L., & Li, R. (2024). Research trends of game-based language learning in K-12 education: A systematic review of SSCI articles during 2009–2022. *Journal of Computer Assisted Learning*. <https://doi.org/10.1111/jcal.12944>.
10. Winthrop, R., Ziegler, L., Handa, R., & Fakoya, F. (2019). *How playful learning can help leapfrog progress in education*. Brookings Institution / UNESCO IIEP Learning Portal.

AZƏRBAYCAN DİALEKTLƏRİNİN MÜQAYİSƏLİ TƏHLİLİ

Baş müəllim Arzu Kərimova
Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti,
Azərbaycan dili və onun tədrisi texnologiyası kafedrası
E-poçt: arzukarimova15@gmail.com
ORCID: 0000-0002-2662-6015

AZERBAIJAN DIALECTS' ANALYSIS

Arzu Karimova

Özet

Sunulan bu makale, çağdaş Azərbaycan dilbiliminin önemli ve sürekli araştırmaya ihtiyaç duyulan alanlarından biri olan diyalektoloji meselelerine, daha somut olarak ise Azerbaycan dilinin farklı bölgelerinde oluşmuş diyalekt (ağız) ve şivelerinin karşılaştırmalı-tarihsel analizine adanmıştır. Bilindiği üzere, her bir milli dilin, o cümleden Azerbaycan dilinin zenginliği ve tarihi gelişim kuralları yalnızca onun standartlaştırılmış edebi dili ile değil, aynı zamanda canlı konuşma dili olan bölgesel varyantları – diyalektleri ile belirlenir. Araştırmanın temel nesnesi olarak Azerbaycan dilinin kabul edilmiş dört ana diyalekt grubu: Doğu (Bakü, Kuba, Şamahı, Lenkeran, Muğan), Batı (Gence, Kazah, Karabağ, Ayrım), Kuzey (Şeki, Zakatala, Kah, Oğuz) ve Güney (Nahçıvan, Ordubad, Tebriz, Erdebil) grupları seçilmiştir. Bu gruplar arasındaki spesifik farklılıklar fonetik, morfolojik, sentaktik ve leksik düzeylerde kendini belirgin bir şekilde göstermektedir. Araştırma çalışmasında karşılaştırmalı-tarihsel, yapısal-anlamsal ve betimsel yöntemler kompleks bir şekilde kullanılarak, şivelerin diyalektal özellikleri derinlemesine analiz edilmiştir. İncelemeler sırasında özellikle ünlü ve ünsüz seslerin farklı konumlardaki nöbetleşmesi (değişimi), ünlü uyumu kuralının korunma veya bozulma dereceleri, asimilasyon (benzeşme) ve disimilasyon (aykırılışma) gibi temel fonetik olaylar geniş çapta araştırılmıştır. Bununla birlikte, makalede gramer kategorilerinin, özellikle ismin hal ve iyelik eklerinin, fiilin zaman, kip ve şahıs son eklerinin bölgelere göre gösterdiği çok biçimlilik (polimorfizm) detaylı bir şekilde odak noktasına taşınmıştır. Leksik düzeyde yapılan karşılaştırmalı analizler kanıtlamaktadır ki, her bir diyalekt grubu kendi yapısında eski Türk kökenli arkaizmleri güvenilir bir şekilde korumakla birlikte, coğrafi alana bağlı olarak komşu halkların dillerinin (Farsça, Arapça, Rusça ve çeşitli Kafkas dillerinin) leksik etkisine de maruz kalmıştır. Makalenin sonuçlarına göre, Batı diyalekt grubu çağdaş Azerbaycan edebi dilinin leksik ve gramer normunun oluşmasında temel dayanak rolünü oynamıştır. Ancak diğer diyalekt grupları da dilin genel leksik fonunun zenginleşmesinde yeri doldurulamaz bir hammadde kaynağıdır. Sonuç itibarıyla, diyalektlerin karşılaştırmalı olarak incelenmesi Azerbaycan dilinin etnogenezinin, tarihi gramerinin ve genel Türk leksikolojisinin karanlık noktalarının aydınlatılması için büyük bilimsel önem taşımaktadır. Bu araştırma, gelecekte bölgelere göre yeni diyalektoloji atlaslarının hazırlanması, ayrıca etimolojik sözlüklerin zenginleştirilmesi yönünde teorik bir zemin oluşturabilir.

Anahtar kelimeler: Azerbaycan dili, diyalektoloji, karşılaştırmalı dilbilim, fonetik sistem, leksik arkaizmler.

COMPARATIVE ANALYSIS OF AZERBAIJANI DIALECTS

Arzu Karimova

Abstract

This presented article is devoted to the issues of dialectology, which is one of the important fields of modern Azerbaijani linguistics that constantly needs research, and more specifically, to the comparative-historical analysis of the dialects and vernaculars formed in different regions of the Azerbaijani language. As is known, the richness and historical patterns of development of every national language, including the Azerbaijani language, are determined not only by its standardized literary language but also by its territorial variants—dialects, which are the living spoken language. The accepted four main dialect groups of the Azerbaijani language were selected as the main object of the research: the Eastern (Baku, Guba, Shamakhi, Lankaran, Mughan), Western (Ganja, Gazakh, Karabakh, Ayrim), Northern (Shaki, Zagatala, Gakh, Oghuz), and Southern (Nakhchivan, Ordubad, Tabriz, Ardabil) groups. The specific differences between these groups manifest themselves prominently at the phonetic, morphological, syntactic, and lexical levels. In the research work, the dialectal features of the vernaculars were deeply analyzed using comparative-historical, structural-semantic, and descriptive methods in a complex manner. During the analyses, especially the alternation of vowel and consonant sounds in different positions, the degrees of preservation or violation of the law of harmony (vowel harmony), and major phonetic events such as assimilation and dissimilation were extensively investigated. Along with this, the polymorphism shown by grammatical categories, including noun case and possession suffixes, and verb tense, mood, and personal endings across regions, was brought into detailed focus in the article. The comparative analyses conducted at the lexical level prove that each dialect group, while reliably preserving ancient Turkic-origin archaisms in its structure, has also been subjected to the lexical influence of the languages of neighboring peoples (Persian, Arabic, Russian, and various Caucasian languages) depending on its geographical area. According to the conclusions of the article, the Western dialect group has played a foundational role in the formation of the lexical and grammatical norms of the modern Azerbaijani literary language. However, the other dialect groups are also indispensable raw material sources for enriching the general lexical fund of the language. Consequently, the comparative study of dialects bears great scientific significance for clarifying the obscure points of the ethnogenesis, historical grammar, and common Turkic lexicology of the Azerbaijani language. This research can serve as a theoretical basis for the preparation of new dialectological atlases by regions in the future, as well as in the direction of enriching etymological dictionaries.

Keywords: Azerbaijani language, dialectology, comparative linguistics, phonetic system, lexical archaisms.

AZƏRBAYCAN DİALEKTLƏRİNİN MÜQAYİSƏLİ TƏHLİLİ

XÜLASƏ.

Təqdim olunan bu məqalə müasir Azərbaycan dilçiliyinin mühüm və daim araşdırmaya ehtiyac duyulan sahələrindən biri olan dialektologiya məsələlərinə, daha konkret olaraq, Azərbaycan dilinin müxtəlif regionlarında formalaşmış dialekt və şivələrin müqayisəli-tarixi təhlilinə həsr edilmişdir. Məlum olduğu kimi, hər bir milli dilin, o cümlədən Azərbaycan dilinin zənginliyi və tarixi inkişaf qanunauyğunluqları yalnız onun standartlaşdırılmış ədəbi dili ilə deyil, həm də canlı danışq dili olan ərazi variantları – dialektləri ilə müəyyənləşdirilir. Tədqiqatın əsas obyekti olaraq Azərbaycan dilinin qəbul edilmiş dörd əsas dialekt qrupu: Şərq (Bakı, Quba, Şamaxı, Lənkəran, Muğan), Qərb (Gəncə, Qazax, Qarabağ, Ayrım), Şimal (Şəki, Zaqatala, Qax, Oğuz) və Cənub (Naxçıvan, Ordubad, Təbriz, Ərdəbil) qrupları seçilmişdir. Bu qruplar arasındakı spesifik fərqliliklər fonetik, morfoloji, sintaktik və leksik səviyyələrdə özünü qabarıq şəkildə nümayiş etdirir. Tədqiqat işində müqayisəli-tarixi, struktur-semantik və təsviri metodlardan kompleks şəkildə istifadə edilərək, şivələrin dialektal xüsusiyyətləri dərinlən analiz edilmişdir. Təhlillər zamanı xüsusilə sait və samit səslərin müxtəlif mövqelərdəki əvəzlənməsi, ahəng qanununun qorunma və ya pozulma dərəcələri, asimilyasiya və dissimilyasiya kimi əsas fonetik hadisələr geniş araşdırılmışdır. Bununla yanaşı, məqalədə qrammatik kateqoriyaların, o cümlədən ismin hal və mənsubiyyət şəkilçilərinin, feilin zaman, şəkil və şəxs sonluqlarının regionlar üzrə göstərdiyi polimorfizm detallı şəkildə diqqət mərkəzinə gətirilmişdir. Leksik səviyyədə aparılan müqayisəli təhlillər sübut edir ki, hər bir dialekt qrupu öz strukturunda qədim türk mənşəli arxaizmləri etibarlı şəkildə qoruyub saxlamaqla bərabər, coğrafi arealdan asılı olaraq qonşu xalqların dillərinin (fars, ərəb, rus və müxtəlif Qafqaz dillərinin) leksik təsirinə də məruz qalmışdır. Məqalənin nəticələrinə əsasən, Qərb dialekt qrupu müasir Azərbaycan ədəbi dilinin leksik və qrammatik normasının formalaşmasında təməl baza rolunu oynamışdır. Lakin digər dialekt qrupları da dilin ümumi leksik fondunun zənginləşməsində əvəzsiz xammal mənbəyidir. Nəticə etibarilə, dialektlərin müqayisəli öyrənilməsi Azərbaycan dilinin etnogenezinin, tarixi qrammatikasının və ümumtürk leksikologiyasının qaranlıq məqamlarının aydınlaşdırılması üçün böyük elmi əhəmiyyət daşıyır. Bu tədqiqat gələcəkdə regionlar üzrə yeni dialektoloji atlasların hazırlanması, habelə etimoloji lüğətlərin zənginləşdirilməsi istiqamətində nəzəri baza rolunu oynaya bilər.

Açar sözlər: Azərbaycan dili, dialektologiya, müqayisəli dilçilik, fonetik sistem, leksik arxaizmlər.

GİRİŞ.

Dil hər bir xalqın tarixi yaddaşını, mədəni irsini, adət-ənənələrini və milli kimliyini qoruyub saxlayan ən mühüm mənəvi sərvətdir. Cəmiyyətin inkişafı, müxtəlif tarixi-siyasi proseslər və mədəni əlaqələr birbaşa olaraq dilin strukturunda, onun lüğət tərkibində öz əksini tapır. Hər hansı bir milli dilin tam və hərtərəfli şəkildə dərk edilməsi yalnız onun rəsmi status daşıyan, normalaşdırılmış ədəbi dil variantının deyil, eyni zamanda müxtəlif bölgələrdə xalq tərəfindən gündəlik ünsiyyətdə istifadə olunan canlı danışq dilinin – dialekt və şivələrinin tədqiq edilməsindən asılıdır. Müasir dövrdə qloballaşma proseslərinin sürətlənməsi, urbanizasiya, miqrasiya, eləcə də kütləvi informasiya vasitələrinin və internetin dominant rolu ədəbi dilin cəmiyyətdə daha sürətlə yayılmasına səbəb olur. Bu müsbət tendensiya ünsiyyəti asanlaşdırsa da, digər tərəfdən regional danışq xüsusiyyətlərinin, yəni əsrlər boyu formalaşmış unikal dialektlərin zəifləməsinə, bəzən isə tamamilə yaddan çıxaraq məhv olması təhlükəsinə yol açır. Məhz bu səbəbdən, Azərbaycan dilinin zəngin dialektlərinin elmi əsaslarla öyrənilməsi, qeydə alınması və onların ədəbi dillə müqayisəli şəkildə təhlil edilməsi müasir dilçiliyin ən aktual məsələlərindən birinə çevrilmişdir. Məqalənin aktuallığı da məhz itmək təhlükəsi ilə üz-üzə qalan bu zəngin mənəvi xəzinənin qeydə alınması, xalqın etnogenezi, tarixi kökləri və başqa xalqlarla miqrasiya və mədəni əlaqələri barədə dəyərli informativ bazanın sistemləşdirilməsi zərurətindən irəli gəlir. Dialektlər dilin keçmişini özündə ehtiva edən canlı bir arxivdir; rəsmi ədəbi dildə çoxdan unudulmuş arxaik sözlər, qrammatik konstruksiyalar və qədim səs kompleksləri məhz bölgələrdəki şivələrdə yaşamaqdadır.

Təqdim edilən bu tədqiqat işinin əsas məqsədi Azərbaycan dilinin mövcud olan əsas dialekt və şivə qruplarının fonetik, morfoloji və leksik xüsusiyyətlərini hərtərəfli, dəqiq və müqayisəli şəkildə təhlil etməkdir. Bu əsas məqsədə çatmaq üçün məqalə qarşısında bir sıra konkret vəzifələr müəyyənləşdirilmişdir. İlk növbədə, Azərbaycan dilinin Şərq, Qərb, Şimal və Cənub dialekt qruplarının sərhədləri və formalaşma xüsusiyyətləri xarakterizə olunmalı, bu qrupların qəbul edilmiş təsnifatına nəzər salınmalıdır. İkincisi, həmin qruplar arasındakı fonoloji qanunauyğunluqlar, o cümlədən səs əvəzlənmələri konkret dil faktları ilə izah edilməlidir. Üçüncü olaraq, ismin və feilin qrammatik kateqoriyalarında müşahidə olunan regionlararası fərqliliklər, şəkilçi variantları ardıcıl olaraq diqqətə çatdırılmalıdır. Sonuncu mühüm vəzifə isə hər bir dialektin özünəməxsus leksik bazasının, o cümlədən arxaizmlərin və alınma sözlərin yaranma səbəblərini həm dildaxili inkişaf tendensiyaları, həm də ekstralingvistik (xarici) faktorlar kontekstində aydınlaşdırmaqdır. İnanırıq ki, bu tədqiqat Azərbaycan dilinin dialektoloji mənzərəsinin daha əhatəli şəkildə öyrənilməsinə, eləcə də dilimizin tarixi qrammatikasının və ümumtürk dilçiliyi problemlərinin tədqiqinə öz töhfəsini verəcəkdir.

ƏSAS HİSSƏ.

1. Azərbaycan dialektlərinin coğrafi təsnifatı və ümumi mənzərəsi. Azərbaycan dilçiliyində dialekt və şivələrin elmi şəkildə öyrənilməsi və sistemləşdirilməsi prosesi XX əsrin ortalarından etibarən daha intensiv və fundamental xarakter almağa başlamışdır. Bu sahənin formalaşmasında və nəzəri əsaslarının yaradılmasında bir sıra görkəmli alimlərin xidmətləri əvəzsizdir. Tədqiqatlarda şivələrin təsnifatı zamanı əsas etibarilə coğrafi və qrammatik prinsiplər vəhdət şəklində götürülür. Akademik M.Şirəliyev Azərbaycan dialektlərini geniş arealda tədqiq edərək onları coğrafi mövqeyinə və səciyyəvi dil xüsusiyyətlərinə görə böyük qruplara ayırmışdır. Müəllif birmənalı olaraq vurğulayır ki, "Azərbaycan dilinin şivələri öz xarakterik xüsusiyyətlərinə görə dörd qrupa bölünür: Şərq qrupu (Bakı, Quba, Şamaxı, Lənkəran, Muğan şivələri), Qərb qrupu (Gəncə, Qazax, Qarabağ, Ayrım şivələri), Şimal qrupu (Şəki, Zaqatala-Qax şivələri) və Cənub qrupu (Naxçıvan, Ordubad, Təbriz şivələri)" [1, s. 14]. Hər bir qrupun öz daxilində də müəyyən mikrofərqlər – şivələr və keçid formaları mövcuddur. Bu fərqlər tarix boyu ərazidə məskunlaşan fərqli türk tayfalarının (oğuz, qıpçaq, qarluq) inteqrasiyası və yerli coğrafi şəraitin, eləcə də qonşu xalqların dil əlaqələrinin təsiri altında yaranmışdır. Məsələn, Qərb dialektləri qədim oğuz qolunun ən saf elementlərini mühafizə edirsə, Şimal dialektlərində qıpçaq mənşəli fonetik və morfoloji xüsusiyyətlər daha qabarıqdır. İndi isə bu fərqlilikləri lingvistik səviyyələr üzrə müqayisəli şəkildə təhlil edək.

2. Fonetik səviyyədə müqayisəli xüsusiyyətlər. Azərbaycan dialektlərinin bir-birindən və ədəbi dildən fərqlənməsində həlledici rollardan birini fonetik proseslər oynayır. Həm saitlərin, həm də samitlərin tarixi inkişafı regionlar üzrə müxtəlif cür getmişdir. Şərq dialekt qrupunda (xüsusən Bakı, Quba, Şamaxı ərazilərində) ən çox rast gəlinən fonetik hadisə qapalı saitlərin açıq saitlərə (i>e, ü>ö, u>o) keçməsidir. Məsələn, ədəbi dildəki "üzük", "böyük", "uşaq" sözləri bu şivələrdə *özüy, böyüg, oşax* kimi tələffüz olunur. Eyni zamanda söz ortasında kar samitlərin cingiltilməsi (p>b, t>d, k>g) Şərq qrupuna xasdır.

Bunun əksinə olaraq, Qərb dialekt qrupunda (Qazax, Gəncə, Qarabağ) fonetik sistem daha fərqli mənzərə nümayiş etdirir. Burada "q" samitinin "x" və ya "ğ" kimi tələffüzü sabit fonetik qanunauyğunluqdur (məsələn: *qaşiq – xaşix, qonaq – xonax*). Qərb qrupunun spesifik fonetik sistemi haqqında Ə.Rəcəbli yazır: "Qərb qrupu şivələrində, xüsusən Qazax dialektində ədəbi dildəki 'k' samitinin sözün əvvəlində 'y' kimi tələffüz olunması (köynək – yöynəy, külək – yüləy) və 'b' samitinin 'v' ilə əvəzlənməsi (baba – vava) qədim oğuz dillərinin birbaşa yadigarıdır" [2, s. 89].

Şimal qrupunda (Şəki, Zaqatala) qonşu qafqaz dillərinin təsiri, habelə qədim qıpçaq elementlərinin qorunması səbəbindən boğaz samitlərinin möhkəmliyi diqqəti cəlb edir. Bundan başqa, ahəng qanununun pozulması və spesifik sait səslərin yaranması ən çox bu zonada qeydə alınır. Xüsusilə Şəki dialektində "ə" saitinə meylliliyin "a" ilə əvəzlənməsi (məsələn: *gəlırəm – gəlirəm, gedirəm – gediram*) bu şivənin ən tanınan vizit kartıdır. Tədqiqatçı M.İslamov Şimal şivələrinin səs tərkibi barədə belə bir mühüm fikri qeyd edir: "Şimal şivələri Azərbaycan dilinin ən mürəkkəb vokalizasiya sisteminə malik ərazisidir ki, burada spesifik diftonqlaşma halları və uzun saitlər vasitəsilə mən fərqləndirmələri özünü çox aydın göstərir" [3, s. 112].

Cənub qrupunda (Naxçıvan, Təbriz, Ordubad) isə ahəng qanununun incəlik-qalınlıq baxımından ciddi şəkildə pozulması, eyni zamanda uzun saitlərin mövcudluğu diqqət çəkir. Fars dilinin tarixi fonetik təsiri nəticəsində bu bölgənin nitqində spesifik melodiya və ritm yaranmışdır. Məsələn, *dava-dərman, xeyir-da* kimi ifadələrdə "a" saitinin normadan artıq uzanması qeydə alınır.

3. Morfoloji sistemdə dialektal təzahürlər. Qrammatik quruluş baxımından dialektlərin müqayisəli təhlili göstərir ki, morfoloji dəyişikliklər fonetik fərqlər qədər kəskin olmasa da, kifayət qədər zəngindir. İsimlərin hallanmasında müxtəlif şəkilçi variantları mövcuddur. Məsələn, Şərq dialektlərində çıxışlıq halın şəkilçisi çox vaxt həmrəhlik bildirən "ilə" qoşmasının fonetik variantı olan *-nan/-nən* şəkilçisi ilə qarışdırılır və ya eyni funksiyada işlənir (məsələn: *evdən – evnən, bizdən – biznən*). Qərb dialektlərində isə yönlük halın *-a/-ə* şəkilçisi bəzən ismin kökündəki dar saiti genişləndirərək, yaxud yanaşı gələn səslərin təsiri ilə asimilyasiyaya uğrayır (məsələn: *suya – sıya, evə – əvə*).

Morfoloji fərqlər feil sistemində daha qabarıqdır. Ədəbi dildəki indiki zaman şəkilçisi *-ır, -ir, -ur, -ür* Şimal (Şəki, Zaqatala) şivələrində tamamilə fərqli struktura malik olur. Burada feilin sonuna *-iy, -if* və ya heç bir zaman şəkilçisi artırılmadan birbaşa şəxs sonluğu əlavə edilir (məsələn: *alır – aliy, gəlir – gəlif*). Tədqiqatçı A.Axundov bu müxtəlifliyi tarixi inkişafı bağlayaraq qeyd edir: "Dialektlərdəki morfoloji fərqlər, xüsusən feil formalarındakı rəngarənglik qədim qəbilə və tayfa dillərinin müstəqil inkişaf meyllərinin müasir dövrə qədər gəlib çatmış relikt qalıqlarıdır" [4, s. 204].

Mənsubiyyət kateqoriyasında Cənub qrupu şivələrində maraqlı xüsusiyyətlər qorunur. Məsələn, Naxçıvan dialektində I şəxs təkdə mənsubiyyət şəkilçisindən sonra hal şəkilçisi gəldikdə *-m* səsi *-n* səsinə çevrilir (*kitabımı – kitabını*). Eyni zamanda şəxs əvəzliliklərinin yönlük hal forması ədəbi dildə *mənə, sənə* olduğu halda, bəzi Qərb və Cənub şivələrində qədim türk mənşəli *mağa, sağa* formalarında işlənir. Bu da Mahmud Qaşqarlı dövründən qalan morfoloji elementlərin hələ də dildə canlı olduğunu təsdiq edir.

4. Leksik xüsusiyyətlər və dialektal lüğət fondu. Azərbaycan dialektlərinin leksikası dilin ən dinamik və ən zəngin təbəqəsidir. Coğrafi fərqlər, iqtisadi fəaliyyət növləri, təsərrüfat formaları və qonşu xalqlarla təmaslar birbaşa lüğət tərkibinə təsir etmişdir. Dialektizmləri mənşəyinə görə bir neçə qrupa ayırmaq olar:

arxaizmlər (ədəbi dildən çıxmış qədim türk sözləri), etnoqrafizmlər (yalnız müəyyən bölgəyə xas əşya və adətləri bildirən sözlər) və alınmalar.

Qərb dialektlərində qədim maldarlıq və əkinçilik mədəniyyəti ilə bağlı zəngin arxaik leksika qorunub saxlanmışdır. Məsələn, bu gün ədəbi dildə istifadə edilməyən, lakin "Kitabi-Dədə Qorqud" dastanlarında aktiv şəkildə rast gəlinən *sayru* (xəstə), *davar* (qoyun-keçi sürüsü), *qəlbi* (hündür), *tuluq* (dəridən hazırlanmış qab), *sıyka* (hamar) kimi sözlər məhz Qazax, Gəncə, Borçalı şivələrində gündəlik leksikonda yer alır.

Şərq dialektlərində isə xüsusi yerli məişət sözləri ilə bərabər tat və fars dillərinin təsiri ilə yaranmış leksik vahidlər geniş yer tutur. Şimal dialektlərində avar, ləzgi, saxur, gürcü dillərindən keçmiş, eləcə də rus dilindən assimilyasiya olunmuş spesifik məişət sözlərinə rast gəlinir. M.Şirəliyev məhz bu lüğət zənginliyini dərk edərək, dialektlərin etimoloji tədqiqatlar üçün əhəmiyyətini xüsusi vurğulayır və yazır: "Dialektlərin lüğət tərkibi Azərbaycan dilinin tarixi leksikologiyasının yazılmasında misilsiz və əvəzedilməz xammal mənbəyidir; belə ki, dildə mövcud olan bir çox sözlərin kökünü və etimologiyasını regionlardakı dialekt materialları olmadan açmaq və elmi əsaslandırmaq qeyri-mümkündür" [1, s. 310].

Bundan əlavə, eyni bir əşya fərqli regionlarda tamamilə fərqli leksik vahidlərlə ifadə oluna bilər. Məsələn, ədəbi dildəki "qarğıdalı" sözü Şəkidə *pəsək*, Qərb zonasında *kəbə*, Cənubda isə *məkkə* adlanır. Ədəbi dildəki "çömçə" sözü isə ayrı-ayrı şivələrdə *kəfkir*, *çanaq*, *abqərdən* formalarında özünü göstərir. Bütün bu zənginlik Azərbaycan xalqının müxtəlif tarixi-mədəni şəraitlərdə formalaşmış geniş düşüncə tərzinin leksik inikasıdır.

5. Sintaktik fərqliliklərə dair mülahizələr. Sintaktik quruluş baxımından dialektlər ədəbi dildən çox ciddi şəkildə fərqlənməyə də, müəyyən sintaktik konstruksiyaların işlədilməsində lokal xüsusiyyətlər özünü büruzə verir. Cənub qrupu şivələrində (Təbriz, Ərdəbil) sintaktik səviyyədə fars dilinin təsiri aydın görünür. Burada "ki" bağlayıcısı ilə bağlanan tabeli mürəkkəb cümlələrin həddindən artıq istifadəsi, habelə bəzi hallarda xəbərin cümlənin sonunda deyil, ortasında və ya əvvəlində gəlməsi (inversiya halları) ədəbi dil normasından sapmalar kimi qeydə alınır. N.Xudiyev tarixi sintaksisi analiz edərkən belə bir məqamı qeyd edir: "Canlı xalq danışığı dilində, xüsusən Naxçıvan və Qarabağ şivələrində, feili bağlama tərkiblərinin budaq cümləni əvəz etməsi funksiyası daha qədim və daha zəngin türk intonasiyasını qorumaqdadır" [5, s. 165].

Şimal və Şərq dialektlərində də fərqli sintaktik qəliblərə rast gəlmək mümkündür. Məsələn, şəxs əvəzliliklərinin cümlədə subyekt kimi zərurət olmadan təkrarlanması və ya xüsusi sual əvəzliliklərinin cümlənin sintaktik strukturunu dəyişərək spesifik intonasiya yaratması yerli xarakter daşıyır. Eyni zamanda sual ədatlarının (mı/mi/mu/mü) istifadəsində regionlar arasında ciddi fərqlər var; Qərb şivələrində bu ədatlar feilin kökünə və ya zaman şəkilsinə birləşdiyi halda, bəzi Şərq şivələrində şəxs sonluğundan sonra artırılır.

Bütün bu linqvistik səviyyələrdə aparılan paralellər onu deməyə əsas verir ki, Azərbaycan dilinin dialektlərinin hər biri müstəqil bir mikro-dil sistemi kimi özünəməxsus qaydalara və qanunauyğunluqlara malikdir. Ədəbi dil norması isə məhz bu zənginliklərin süzgəcdən keçirilmiş, ictimai razılaşma əsasında cıllanmış formasıdır.

NƏTİCƏ.

Azərbaycan dialektlərinin elmi və çoxşaxəli müqayisəli təhlili bir daha təsdiq edir ki, dilimizin ərəzi variantları son dərəcə zəngin, rəngarəng və tarixi baxımdan ölçüyəgəlməz dərəcədə qiymətli xüsusiyyətlərə malikdir. Məqalə çərçivəsində aparılan geniş araşdırma nəticəsində aşağıdakı konkret elmi ümumiləşdirmələri və qənaətləri irəli sürmək mümkündür:

Birincisi, Azərbaycan dilinin coğrafi prinsiplər əsasında müəyyənləşdirilmiş hər dörd dialekt qrupu (Şərq, Qərb, Şimal və Cənub) özünəməxsus sabit fonetik, morfoloji və leksik qanunauyğunluqlara malik formasiyalardır. Müasir dövrdə Azərbaycan ədəbi dilinin formalaşmasında qrammatik və fonetik cəhətdən Qərb dialektlərinin və Bakı-Şamaxı şivələrinin rolu həlledici və əsas təməl olsa da, ədəbi dilin lüğət tərkibinin

zənginləşməsində bütün regionların şivələrinin rolu mütləq və əvəzedilməzdir. Hər bir bölgə özündə dilin spesifik bir tarixi kəsiyini dondurub saxlamışdır.

İkincisi, fonetik və morfoloji təhlillər riyazi dəqiqliklə sübut edir ki, dialektlərdə rast gəlinən səs əvəzlənmələri, hal və zaman şəkilçilərindəki fərqliliklər sadəcə kortəbii dialektal "xətarlar" və ya "qüsurlar" deyil, bilavasitə qədim türk dillərinin fonetik inkişaf mərhələlərinin məntiqi davamıdır. Şimal şivələrində kəskin qıpçaq təbəqəsi, Qərb və Cənub şivələrində isə qədim oğuz mənşəli elementlər üstünlük təşkil etməkdədir ki, bu da Azərbaycan xalqının formalaşmasında iştirak edən tayfa ittifaqlarının dil müxtəlifliyindən xəbər verir.

Üçüncüsü, qrammatik strukturda, xüsusən feil sistemində, şəkil formalarında və mənsubiyyət kateqoriyasında ortaya çıxan dialektal müxtəliflik dilimizin qrammatik potensialının struktur cəhətdən nə qədər çevik və geniş imkanlara malik olduğunu nümayiş etdirir. Bu qrammatik formalar əslində dilin ehtiyat fondunu təşkil edir.

Dördüncüsü, leksik baxımdan dialektlərin lüğət tərkibi yalnız başqa dillərdən gələn alınma sözlərin hesabına deyil, həm də ədəbi dildən müxtəlif dövrlərdə sıxışdırılıb çıxarılmış türk mənşəli arxaizmlərin hesabına zəngindir. Qərb bölgəsində bu gün işlənən onlarla söz birbaşa olaraq VIII əsr Orxon-Yenisey abidələri, "Kitabi-Dədə Qorqud" dastanı və Mahmud Qaşqarlının "Divanü lüğət-it-türk" əsərindəki leksika ilə üzvi şəkildə səsleşir və eynilik təşkil edir.

Yekun olaraq qəti şəkildə qeyd etmək lazımdır ki, qloballaşan dünyada müasir ədəbi dilin təsiri altında sürətlə sıradan çıxan dialektlərin qorunması, müntəzəm olaraq yeni və təkmilləşdirilmiş dialektoloji lüğətlərin, səs arxivlərinin və atlasların tərtib edilərək gələcək nəsillərə ötürülməsi həm mühüm elmi, həm də müqəddəs milli bir vəzifədir. Dialektologiya yalnız linqvistik faktları qeydə alan dar bir dilçilik sahəsi deyil, eyni zamanda Azərbaycan xalqının gen yaddaşını, fəlsəfəsini, məişət tarixini oxuyan və deşifrə edən geniş bir elm sahəsidir. Dialektlər yaşadıqca, xalqın tarixi kökləri də daim yaşayacaqdır.

ƏDƏBİYYAT SİYAHISI

- 1.Axundov, A. (2002). *Azərbaycan dilinin izahlı lüğəti və dialektologiya məsələləri*. Bakı: Elm.
- 2.İslamov, M. (1968). *Azərbaycan dilinin şivələri*. Bakı: Elm.
- 3.Xudiyev, N. (2000). *Azərbaycan ədəbi dili tarixi*. Bakı: Maarif.
- 4.Rəcəbli, Ə. (2003). *Azərbaycan dialektologiyası*. Bakı: Mütərcim.
- 5.Şirəliyev, M. (2008). *Azərbaycan dialektologiyasının əsasları*. Bakı: Şərq-Qərb.

TƏLİM VƏ TƏRBIYƏNİN VƏHDƏTİ PROSESİNDƏ MÜƏLLİM VƏ VALİDEYNLƏRİN ROLU**Azərbaycan-Bakı, Könül Məmmədova****Orcid id: 0000-0001-8664-4912, könül.1970@mail.ru****Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti, Filologiya fakültəsi, Azərbaycan dili və onun tədrisi
texnologiyası kafedrası****AÇAR SÖZLƏR:** təlim, tərbiyə, təhsil, rəqəmsal texnologiyalar

Təlim, tərbiyə və təhsilin vəhdətindən danışarkən müəllimin rolunu xüsusi qeyd etmək lazımdır. Müəllim yalnız bilik ötürən şəxs deyil. O, həm də şəxsiyyət formalaşdırıcı pedaqoqdur. Şagirdin və tələbənin müəllimə münasibəti çox vaxt onun fənnə münasibətinə də təsir edir. Müəllimin peşəkarlığı yalnız mövzunu yaxşı bilməsi ilə ölçülmür. Müəllim eyni zamanda auditoriyanı idarə etməyi, müxtəlif xarakterli öyrənənlərlə işləməyi, onların fərdi xüsusiyyətlərini nəzərə almağı və sağlam psixoloji mühit yaratmağı bacarmalıdır. Xüsusilə ali məktəbdə bu məsələ daha da əhəmiyyətlidir. Tələbə artıq müstəqil şəxsiyyət kimi formalaşma mərhələsindədir. Ona yalnız göstəriş vermək deyil, düşünmək, seçim etmək və məsuliyyət daşımaq imkanları yaratmaq lazımdır.

Müəllimin tələbəyə münasibətində hörmət və tələbkərlilik bir-birini tamamlamalıdır. Həddindən artıq sərtlik tələbəni dərstdən uzaqlaşdırır, həddindən artıq yumşaqlıq isə məsuliyyət hissəsinin zəifləməsinə gətirib çıxara bilər. Ən düzgün yanaşma tələbkərliliklə humanist münasibətin balanslaşdırılmasıdır.

Təlim şəxsiyyətin inkişafına birbaşa təsir göstərir. Yaxşı təşkil edilmiş təlim insanda yalnız bilik deyil, həm də müəyyən düşüncə vərdişləri formalaşdırır. Məsələn, problemli situasiyalar üzərində işləmək tələbəni düşünməyə və qərar qəbul etməyə məcbur edir. Müzakirələr onun fikrini əsaslandırmaq bacarığını inkişaf etdirir. Qrup işi əməkdaşlıq və qarşılıqlı hörmət vərdişlərini gücləndirir. Tədqiqat tapşırıqları müstəqillik yaradır. Beləliklə, təlim metodunun seçilməsi özü də tərbiyəvi nəticəyə təsir edə bilər. Əgər bütün təlim prosesi yalnız müəllimin danışması və tələbənin dinləməsi formasında qurularsa, tələbənin fəallığı və müstəqil düşünməsi üçün imkanlar məhdudlaşa bilər. Əksinə, öyrənməyə düşünmək, sual vermək, mübahisə etmək və öz mövqeyini əsaslandırmaq imkanı verildikdə onun şəxsiyyət kimi inkişafına da şərait yaranır.

Təlim və tərbiyənin vəhdətindən danışarkən yalnız məktəbin və ya müəllimin fəaliyyətinə diqqət yetirmək kifayət deyil. Şəxsiyyətin formalaşmasında ailə və sosial mühit də mühüm rol oynayır. Uşaq məktəbdə bir davranış modeli, ailədə isə başqa davranış modeli görürsə, bu ziddiyyət onun formalaşmasına mənfi təsir göstərə bilər. Buna görə ailə ilə təhsil müəssisəsinin əməkdaşlığı vacibdir. Ailə uşağın ilk tərbiyə mühitidir. Uşaq ilk dəfə hörməti, məsuliyyəti, əmək münasibətini, ünsiyyəti və davranış qaydalarını ailədə öyrənir. Məktəb isə bu ilkin təcrübəni sistemləşdirir və genişləndirir. Cəmiyyət də bu prosesin mühüm iştirakçısıdır. Kütləvi informasiya vasitələri, sosial şəbəkələr, internet, dost çevrəsi və digər sosial təsirlər gənclərin dünyagörüşünə ciddi təsir göstərir. Ona görə də müasir dövrdə tərbiyəni yalnız məktəbin üzərinə qoymaq düzgün yanaşma deyil.

Müasir dövrdə rəqəmsal texnologiyalar təhsil prosesinin ayrılmaz hissəsinə çevrilmişdir. Şagird və tələbələr internet vasitəsilə böyük həcmdə informasiya əldə edə bilirlər. Bu, təlim üçün geniş imkanlar yaratsa da, müəyyən problemlər də meydana çıxır.

İnternetdən düzgün istifadə etmək, etibarlı mənbəni saxta məlumatdan ayırmaq, şəxsi məlumatları qorumaq, müəllif hüquqlarına hörmət etmək və rəqəmsal ünsiyyət qaydalarına əməl etmək də tərbiyənin müasir istiqamətlərindəndir. Bu baxımdan rəqəmsal savadlılıqla yanaşı, rəqəmsal məsuliyyət də formalaşdırılmalıdır.

Süni intellektin təhsil prosesinə daxil olması da bu məsələni daha aktual edir. Tələbə süni intellektdən istifadə edə bilər, lakin onun təqdim etdiyi məlumatı yoxlamağı, mənbəni qiymətləndirməyi və öz düşüncəsini qorumağı bacarmalıdır. Əks halda texnologiya təlimi asanlaşdırmaq əvəzinə müstəqil düşünmənin zəifləməsinə səbəb ola bilər.

Qiymətləndirmə də təlim və tərbiyənin vəhdətinə təsir edən mühüm vasitələrdən biridir. Əgər qiymətləndirmə yalnız nəticəyə əsaslanırsa, şagird və ya tələbə bəzən biliyi mənimsəməkdən daha çox yüksək bal almağa çalışa bilər. Bu isə təhsilin məqsədini daralda bilər. Ədalətli və şəffaf qiymətləndirmə isə tələbədə məsuliyyət və özünəinam yaradır. Şagird bilməlidir ki, onun zəhməti nəzərə alınır və qiymətləndirmə obyektiv meyarlara əsaslanır. Müəllim qiymətləndirmə zamanı yalnız səhvi göstərməklə kifayətlənməməli, səhvin necə düzəldilə biləcəyini də izah etməlidir. Belə yanaşma qiymətləndirməni cəzalandırıcı vasitədən inkişafetdirici vasitəyə çevirir.

Müasir pedaqogikada insan şəxsiyyətinə hörmət xüsusi əhəmiyyət daşıyır. Hər bir şagirdin və tələbənin fərqli qabiliyyəti, xarakteri, marağı və inkişaf tempi vardır. Müəllim bütün öyrənənlərdən eyni nəticəni eyni vaxtda gözləməməlidir. Əsas məsələ hər bir şəxsin inkişafına imkan yaratmaqdır. Humanist yanaşma tələbkarlığı aradan qaldırmır. Əksinə, tələbkarlığın insan şəxsiyyətinə hörmət əsasında qurulmasını nəzərdə tutur. Şagirdin səhv etməsi onun bacarıqsız olması demək deyil. Səhv öyrənmə prosesinin təbii hissəsidir. Müəllim səhvi alçaltdırmaq vasitəsinə deyil, inkişaf üçün imkana çevirməlidir.

Təlim, tərbiyə və təhsilin vəhdətinin əsas prinsiplərinə diqqət yetirmək lazımdır:

1. Məqsədyönlülük prinsipi.

Təlim və tərbiyə müəyyən məqsədə xidmət etməlidir. Müəllim dərsin sonunda yalnız hansı biliklərin mənimsənildiyini deyil, hansı bacarıq və keyfiyyətlərin inkişaf etdiyini də düşünməlidir.

2. Şəxsiyyətə hörmət prinsipi.

Öyrənən şəxs təlim prosesinin passiv obyekti deyil, fəal iştirakçısıdır.

3. Fəallıq və müstəqillik prinsipi.

Şagird və tələbəyə müstəqil düşünmək, sual vermək, fikir söyləmək və qərar qəbul etmək imkanı verilməlidir.

4. Sistemlilik prinsipi.

Təlim və tərbiyə epizodik deyil, davamlı proses olmalıdır.

5. Həyatla əlaqəlilik prinsipi.

Öyrənilən bilik real həyatla əlaqələndirilməlidir. İnsan bilməlidir ki, öyrəndiyi məlumat ona həyatda harada lazım olacaq.

6. Fərdi yanaşma prinsipi.

Öyrənənlərin fərdi xüsusiyyətləri və imkanları nəzərə alınmalıdır.

7. Əməkdaşlıq prinsipi.

Müasir müəllim ilk növbədə özünü daim inkişaf etdirən şəxs olmalıdır. Cəmiyyət dəyişdikcə müəllimin qarşısında duran vəzifələr də dəyişir.

Müasir müəllim:

- öz fənnini yaxşı bilməli;
- pedaqoji və psixoloji biliklərə malik olmalı;
- tələbə və şagirdlərlə düzgün ünsiyyət qurmalı;
- texnologiyalardan məqsədyönlü istifadə etməli;
- tənqidi və yaradıcı düşünməyi təşviq etməli;

- ədalətli və obyektiv olmalı;
- fərdi xüsusiyyətləri nəzərə almalı;
- öz davranışı ilə nümunə göstərməli;
- öyrənənlərdə məsuliyyət və müstəqillik formalaşdırmalıdır.

Ən əsası isə müəllim özünün də öyrənən olduğunu unutmamalıdır. Müəllimin daim inkişaf etməsi onun tələbələrinə verdiyi ən yaxşı tərbiyə nümunələrindən biridir. Təlim, tərbiyə və təhsil bir-birindən ayrı proseslər deyil. Onlar insanın şəxsiyyət kimi formalaşmasına xidmət edən vahid pedaqoji sistemin müxtəlif tərəfləridir. Təlim insana bilik və bacarıq verir, tərbiyə həmin bilik və bacarıqlardan necə istifadə etməli olduğunu formalaşdırır, təhsil isə bütün bu proseslərin nəticəsində şəxsiyyətin inkişafını təmin edir.

Əsl təhsil yalnız yüksək qiymət alan, çoxlu məlumat bilən insan yetişdirmək deyil. Əsl təhsil düşünən, məsuliyyətli, dürüst, əməksevər, başqalarının hüquq və fikirlərinə hörmət edən, öz qərarlarına cavabdeh olan və cəmiyyətə fayda verməyə çalışan şəxsiyyət yetişdirməlidir.

Bu baxımdan müəllimin hər bir dərsi həm təlim, həm də tərbiyə imkanına malikdir. Dərsdə verilən bilik, müəllimin münasibəti, tələbəyə göstərilən hörmət, ədalətli qiymətləndirmə, müzakirə mədəniyyəti və əməkdaşlıq mühiti birlikdə şəxsiyyətin formalaşmasına təsir edir.

Bu gün təhsil qarşısında duran əsas vəzifələrdən biri də məhz “bilən insan”dan “düşünən və düzgün davranan insan”a keçidi təmin etməkdir. Bunun üçün təlim biliklə, tərbiyə dəyərlə, təhsil isə şəxsiyyətin hərtərəfli inkişafı ilə əlaqələndirilməlidir. Nəticə etibarilə, təlimsiz təhsil natamam, tərbiyəsiz təlim isə məqsədsizdir. Bu üç anlayışın qarşılıqlı vəhdəti təmin edildikdə təhsil insanın yalnız intellektual deyil, həm də mənəvi və sosial inkişafına xidmət edən bütöv bir prosesə çevrilir. Məhz belə təhsil cəmiyyətin gələcəyini formalaşdırır. Çünki məktəbdə və universitetdə formalaşan hər bir şəxsiyyət gələcəkdə ailənin, peşə mühitinin və bütövlükdə cəmiyyətin bir hissəsinə çevrilir. Buna görə də təlim, tərbiyə və təhsilin vəhdəti yalnız pedaqoji prinsip deyil, həm də sağlam və inkişaf edən cəmiyyət quruculuğunun əsas şərtlərindən biridir.

THE IMPACT OF LANGUAGE ANXIETY ON SECOND LANGUAGE LEARNING

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: Language anxiety, second language learning, foreign language learners, motivation, language education.

Learning a second language is an important part of education and communication in today's globalized world. However, many learners experience anxiety during the language learning process. They may feel nervous when speaking, answering questions, writing, or taking examinations.

Language anxiety is a feeling of worry, fear, or tension associated with learning or using a second language. Horwitz, Horwitz, and Cope (1986) identified foreign language anxiety as a specific type of anxiety related to language learning. Understanding this problem is important because high levels of anxiety can make language learning more difficult.

Causes of Language Anxiety

There are several factors that can cause language anxiety. One of the most common is **fear of making mistakes**. Students may worry that their classmates or teachers will criticize them when they use incorrect grammar or pronunciation.

Another important factor is **fear of negative evaluation**. Learners may feel stressed when they believe that their performance will be judged negatively. Limited vocabulary and grammar knowledge can also make students feel insecure when communicating.

Speaking activities can be particularly stressful for anxious learners. Students may know the answer but avoid speaking because they are afraid of making mistakes in front of others.

Impact on Second Language Learning

Language anxiety can have several negative effects on learners. Highly anxious students may participate less in classroom activities and avoid communication with other learners. As a result, they have fewer opportunities to practice the target language.

Anxiety can also reduce motivation and self-confidence. Students who repeatedly experience stress may develop negative attitudes toward language learning. In some cases, they may believe that they are not capable of learning a second language.

Language anxiety can also affect academic performance. Anxiety may make it more difficult for students to concentrate, remember information, and demonstrate their actual language abilities.

Strategies for Reducing Language Anxiety

Teachers play an important role in reducing language anxiety. First, they should create a **supportive and friendly classroom environment** where mistakes are considered a natural part of learning.

Second, teachers can use **pair and group activities** before asking students to speak in front of the whole class. This can help learners become more confident.

Positive and constructive feedback is also important. Instead of focusing only on mistakes, teachers should recognize students' progress and strengths.

Finally, students should be encouraged to develop their language skills through regular practice. Games, discussions, role-play, and digital learning activities can make language learning more enjoyable and less stressful.

Language anxiety can significantly influence second language learning. Fear of mistakes, negative evaluation, limited language proficiency, and communication difficulties are among its major causes. High levels of anxiety may reduce students' motivation, confidence, participation, and academic performance.

Therefore, teachers should create supportive learning environments and use activities that encourage communication and reduce fear of mistakes. By addressing language anxiety, educators can help learners become more confident and successful second language users.

MODERN DÖNEMDE YAZILMIŞ ÇOCUK HİKAYELER HARİTASI**Doçent Doktor, AYGUN AHMADOVA****Azerbaycan Devlet Pedaqoji Universitesi, Edebiyat öğretim teknolojisi bölümü
(ahmadovaa708@gmail.com) ORCID: 0000-0002-2464-2513****Özet**

Hayatının Önde gelen akademisyenler, eleştirmenler, okuyucular ve hatta meslektaşları, Alavia Babayeva'nın hiçbir eser yazmamış olsa bile, "İnsanlar ve Kaderler" romanıyla Azerbaycan edebiyatı tarihinde iz bırakacağını kesin bir dille vurguladılar. Bu romanda Alavia Babayeva, yaratıcı potansiyelini açık ve silinmez bir şekilde kanıtladı. Büyük bir derinlikle şöyle yazdı: "Zorlu yüzyılımızda en zor şey insan olmaktır. İster bilim insanı, ister sanatçı, ister bakıcı olun, fark etmez. Gururla ilan edilen insan unvanına layık değilseniz, hiçbir şey değilsiniz!" Hayatının 75 yılını edebiyatımızın gelişimine adanmış Alavia Hanım, yetenekli ve çalışkan bir yazardır. Kendi kaderi birçok kahramanının hayatına benzeyen Alavia Babayeva, 63'ten fazla kitabın yazarıdır. Öykü ve anlatılardan oluşan bu düzyazı örnekleri arasında 9 roman bulunmaktadır. Ağırlıklı olarak yetişkinler için yazan yazar, çocukları da unutmamıştır. Yazarın hayatından esinlenerek çocuklar için yazdığı "Öğretmenim", "Altın Buzacı", "Hikayeler", "Yalnız Ağaç", "Köy Yollarında", "Dut Ağacı", "Sihirli Adımlar", "Göçebeler", "Sonbaharda", "Arikhana'da", "Yalnız Değilim", "Yapraklar Ne Fısıldıyordu?", "Yeniden Bahar Geldi", "Ayran" gibi öyküler, kısa öyküler ve animasyon filmler genç okurların sempatisini kazanmıştır. Okurlarımız her zaman onun "Şehirden Kaçan Cüce" öyküsünü ilgiyle okurlar. Alaviyya Babayeva 12 Ağustos 1921'de Bakü'de doğdu. Liseden mezun olduktan sonra doktor olmak isteğiyle Tıp Fakültesine girdi. Üçüncü sınıfta gelecekteki hayatının edebiyatla bağlantılı olduğunu fark etti. Bu nedenle AUL Filoloji Fakültesine yöneldi. Ayrıca lise yıllarında şiir yazdığını da ekleyelim. Belki de bu yüzden düzyazısının dili tatlı ve dokunaklıdır.

Edebi kariyerine 1936 yılında "Edebiyat Gazetesi"nde yayımlanan "İki Hayat" öyküsüyle başladı. "Azerbaycanlı Kadın" dergisinde sorumlu sekreter, "Ganjlik" yayınevinde modern edebiyat bölümü başkanı ve daha sonra baş editör oldu. A. Babayeva, Moskova'daki Azerbaycan Edebiyatı On Yılı'na ve diğer ülkelerde düzenlenen edebi etkinliklere aktif olarak katıldı. Bir süre Azerbaycan Yazarlar Birliği'nde çeviri bölümü başkanlığı da yaptı. A. Babayeva, Sovyet döneminde sadece Azerbaycan'da değil, müttefik cumhuriyetlerde de tanınmış ve sevilmiş bir yazardı. Kitapları birçok yabancı ülkede yayımlandı. Alaviyya Babayeva, gençlik yıllarından itibaren 1937'nin korkunç baskılarını yaşamış ve hayatında birçok zorluk ve talihsizlikle karşılaşmış bir kişiydi. Ardı ardına yazdığı ilgi çekici eserler, Alaviyya Babayeva'ya okuyucuların sempatisini ve sevgisini kazandırdı. Yazarın 1964 yılında yazdığı "Gölge" adlı kısa romanı da ilgiyle karşılandı. Alavia Babayeva'nın eserleri Rusya, Çin, Fransa, İran, Japonya, Türkiye, İsrail ve diğer ülkelerde yayımlandı. Yazarın ilk kitabı "Öğretmenim", 1950 yılında "Ushakganjeshr"de yayımlandı. Ardından, sırasıyla "Hikayeler", "Tek Ağaç", "Köy Yolları", "Sonbaharda", "Bahar Geldi", "Dut Ağacı", "Zambak Başak", "Göçebeler", "İnsanlar ve Kaderler", "Neredesin Dostum, Nerede?", "Elveda", "Deli Sona", "Son Konor" gibi eserleri yayımlandı.

Anahtar kelimeler: çok zor, kısa öyküler, bir yazar, çeviri bölümü, baş editör

MAP OF CHILDREN'S STORIES WRITTEN IN THE MODERN ERA**Associate Professor, Aygun Ahmadova****Azerbaijan State Pedagogical University, Department of Literature Teaching Technology
(ahmadovaa708@gmail.com) ORCID: 0000-0002-2464-2513****Abstract**

Prominent scholars, critics, readers, and even colleagues have unequivocally emphasized that even if Alavia Babayeva had not written any works, she would have left her mark in the history of Azerbaijani literature with the novel "People and Fates". In this novel, Alavia Babayeva confirmed her creative potential with a clear and indelible seal. She wrote with great depth: "The most difficult thing in our difficult century is to be a human being. Whether you are a scientist, an artist, or a caregiver, it makes no difference. If you are not worthy of the title of a human being that is proudly pronounced, you are nothing!" Alavia khanum, who has dedicated 75 years of her life to the development of our literature, is a talented and hardworking writer. Alavia Babayeva, whose own fate is similar to the lives of a number of her heroes, is the author of more than 63 books. Among these prose samples consisting of stories and narratives, there are 9 novels. The author, who wrote mainly for adults, did not forget about children. The stories and short stories and animated films written by the writer for children, from their lives, such as "My Teacher", "Golden Calf", "Stories", "The Lonely Tree", "On the Village Roads", "Mulberry Tree", "Magic Steps", "Nomads", "In the Fall", "In the Arikhana", "I am not alone", "What were the Leaves whispering about", "It was spring again", "Ayran" have won the sympathy of young readers. Our readers always read her story "The Dwarf Escaped from the City" with interest. Alaviyya Babayeva was born on August 12, 1921 in Baku. After graduating from high school, she entered the Medical Institute with the desire to become a doctor. In the third year, she realized that her future life was connected with literature. Therefore, she turned to the Philology Faculty of the AUL. Let us also add that she wrote poetry during her high school years.

She began her literary career with the story "Two Lives" published in the "Literary Newspaper" in 1936. She was a responsible secretary in the "Azerbaijani Woman" magazine, head of the modern literature department at the "Ganjlik" publishing house, and then editor-in-chief. A. Babayeva actively participated in the Decade of Azerbaijani Literature in Moscow, as well as in literary events held in other countries. For a while, the writer was also the head of the translation department at the Azerbaijan Writers' Union. A. Babayeva was well known and loved not only in Azerbaijan during the Soviet period, but also in the allied republics. Her books were published in several foreign countries. Alaviyya Babayeva was a person who experienced the terrible repressions of 1937 in her life from her teenage years, and faced many difficulties and misfortunes in life. The interesting works she wrote one after another earned Alaviyya Babayeva reader sympathy and love. The novella "The Shadow" written by the writer in 1964 was also met with interest. Alavia Babayeva's works have been published in Russia, China, France, Iran, Japan, Turkey, Israel and other countries. The author's first book, "My Teacher", was published in "Ushakganjneshr" in 1950. Then, one after another, her "Stories", "Single Tree", "Country Roads", "In Autumn", "It's Spring Again", "Mulberry Tree", "Lily Spikelet", "Nomads", "People and Fates", "Where Are You, Friend, Where", "Farewell", "Deli Sona", "Son Konor", etc. were published.

Keywords: very difficult, short stories, a writer, translation department, chief editor

GİRİŞ

Alimlər, tənqidçilər, oxucular, hətta həmkarları birmənalı olaraq vurğulayırdılar ki, əgər Ələviyyə Babayeva heç bir əsər yazmasaydı belə, “Adamlar və talelər” romanı ilə Azərbaycan ədəbiyyatı tarixində iz qoymuş olardı. Ələviyyə Babayeva bu romanında yaradıcılıq imkanlarını aydın və pozulmaz bir möhürlə təsdiq edib. Qələmini çox dərinlərə işlədərək yazırdı: “Bizim çətin əsrimizdə ən çətinini insan olmaqdır. İstər alim, istər sənətkar ol, istər xəstə baxıcısı ol, fərqi yoxdur. Əgər sən qürurla səslənən insan adına layiq deyilsənsə, heç bir şeydən!” Ömrünün 75 ilini ədəbiyyatımızın inkişafına həsr edən Ələviyyə xanım istedadlı və zəhmətkeş yazıçı olmuşdur. Öz taleyi ilə bir sıra qəhrəmanlarının həyatına bənzəyən Ələviyyə Babayeva 63-dən çox kitabın müəllifidir. Hekayə və povestlərdən ibarət olan bu nəsr nümunələrinin arasında yazıçının 9 romanı da var. Əsasən böyük üçün yazan müəllif uşaqları da yaddan çıxarmayıb. Yazıçının balacalar üçün, onların həyatından yazdığı “Mənim müəlliməm”, “Qızılı buzov”, “Hekayələr”, “Tək ağac”, “Kənd yollarında”, “Tut ağacı”, “Hörüklər”, “Payızda”, “Arıxanada”, “Mən tək deyiləm”, “Yarpaqlar nə haqda pıçıldaşırdı”, “Yenə bahardır”, “Ayrılan” hekayələr və povestlər kitabları və cizgi filimləri balaca oxucuların rəğbətini qazanıb. Onun “Cırdan şəhərdən qaçıb” povestini oxucularımız həmişə maraqla oxuyurlar.

Ə.Babayeva uşaq ədəbiyyatına böyük ehtiyac olduğunu hiss etdiyindən yaradıcılığını bu istiqamətə də yönəlmiş, həm orijinal hekayələri, povestləri, nağılları, həm də tərcümələri ilə bu sahədəki boşluğu doldurmağa çalışmışdır. Ə. Babayevanın tərbiyəvi xarakter daşıyan hekayələri çoxdur. Bu əsərlərin balaca qəhrəmanlarının hərəkətləri, davranışlarının təsviri göstərir ki, o, uşaq dünyasına yaxından bələddir, onların psixologiyasından xəbərdardır. Bu baxımdan yazıçının “Sehrli pillələr”, “Çörəkli yer”, “Süsən sünbül”, “Sən Laləyə oxşama”, “Böyütkən mürəbbəsi”, “Çörək əhvalatı” hekayələri uğurlu hesab olunur. Onun nağılları öz yığcamlığı, dərin ictimai mənası, tərbiyəvi əhəmiyyəti ilə diqqəti cəlb edir. Onun uşaqlar üçün yazdığı hekayələrində xalqlar dostluğu, səmimi yoldaşlıq mövzuları əsas yer tutur. Bu əsərlərdə sırf nəsihətçiliyə, quru didaktizmə rast gəlmirik. Əxlaqi nəticə təsvir olunan hadisələrlə üzvü surətdə bağlı olur. Təsvir boyu yazıçı ibrətli nəticələr üçün zəmin yaradır. Yazıçını düşündürən tərbiyəvi problemlər bunlardır: əməyə məhəbbət, böyüklərə hörmət, hər şeyi tez öyrənmək həvəsi, oyuncaqlarla rəftar. Bu hekayələrdə qoyulan məsələlərin bədii həlli də bir daha sübut edir ki, yazıçı uşaq psixologiyasına dərinlən bələddir.

Ələviyyə xanımın əsərlərində tərbiyə məsələləri ön planda dayanır. O, uşaqlar üçün yazdığı hekayələrində balaca oxucularının maraqlı bədii obrazlarını yaratmağa nail olur. Onun əsərləri-roman, povest və hekayələri ciddi axtarışların məhsuludur. “Dalaşdılar, barışdılar”, “Alapars” hekayələrini misal göstərmək olar. “Dalaşdılar, barışdılar” hekayəsində hər dəfə boş şeyin üstündə dalaşan, sonra peşmançılıq hissi keçirən, özləri də bilmədən barışan Fuadla Elxanın daxili dünyasına nüfuz edilir. Yaxşı cəhətdir ki, müəllif nəsihət yolunu tutmur, hadisələrin ümumi axarı isə uşağın özünü düşünməyə, yersiz hərəkətlərdən çəkəndirməyə səsləyir. “Alapars” hekayəsində isə ilanların qənimi köpək alapars haqqında məlumat verilir. Alaparsla ilanın döyüş səhnəsinin təsviri canlıdır. Yaz və yay aylarında günlərini kənddə babasının yanında keçirən uşağın ayrı-ayrı təbiət hadisələrinin sirrini öyrənməyə, bitkiləri tanımağa çalışması da inandırıcı lövhələrlə əks olunub. Hekayə aşağıdakı sözlərlə bitir: “Bu dünyada gərəksiz bitki, gərəksiz heyvan yoxdur. Hər şeyin həm xeyirli, həm də zərərli cəhətləri var”. “Sehrli pillələr” kitabındakı “Çörək əhvalatı” hekayəsində “Dürdanənin atası eyvanda uzun yeşiklərin, dibçəklərin içərisində gül əvəzinə sünbül bəslərdi. Burada cürbəcür sünbüllər olardı: açıq sarı, qızılı, uzun qılçıqlı, iri dənli, sısqı dənli. Ata hey bu dibçəklərin, yeşiklərin başına dolanar, kəhrəba kimi sarı dənli nəlbəkinin içinə tökü baxardı. Dürdanə bir gün dedi:-Bu nədir?! Dibçəkdə sünbül əkərlər. Evimizdə hara baxırsan sünbüldür, adamın ürəyi darıxır...” “Bəlkə sabah olmadı” romanı, Ələviyyə Babayevanın həm Azərbaycanda, həm də xarici ölkələrdə çap edilən məşhur romanının adıdır. Bu xiffət dolu sualın ahəngində qərribə bir niskil, daha doğrusu, giley duyulur.

Ömrünü ictimai həyata, ədəbiyyata, yaradıcılığa, bədii tərcüməyə bağlayan Ələviyyə Babayeva Azərbaycanın müstəqillik dövründə də maraqlı əsərlər yazmışdır.. Onun 1985-ci ildə yazdığı “Səni axtarıram” kitabı da ictimai quruluş da olan çatışmamazlıqları oxuculara çatdırmaq baxımından çox cəsarətli bir addım idi. Tənqidçi Qulu

Xəlilov bu əsəri “həqiqətən yüksək vüsətli roman” adlandırmışdı. Jurnalistlərin, mətbuat işçilərinin həyatından bəhs edən bu əsər haqqında Ələviyyə Babayeva vaxtilə belə söyləmişdi: “Mən jurnalist peşəsinin nə qədər çətin, nə qədər keşməkeşli və nə qədər gərəkli, jurnalist adlanan adamların insanın səadəti, ədalətin bərqərar olması uğrunda mübarizə edən, bu yolda bəzən hətta səadətini itirən mərd qəhrəmanlar olduğunu qələmə almışam”. Müəllif bu əsərində çox haqlı olaraq jurnalistləri “qızılaxtaranlar” adlandırır. Özü bu kəlmənin mahiyyətini belə açır: “Qızılaxtaranların həyatı dağlarda, düzlərdə, məhrumiyyətlər qaynağında keçir. Ən adi rahatlığa-yumşaq yatağa, isti yeməyə çox vaxt həsrət qalırlar.”

XX əsrin 70-ci illərində Ələviyyə Babayevanın çapdan çıxmış “Adamlar və talelər” adlı kitabı ədəbi aləmdə böyük əks-səda doğurdu. İnsanların dəfələrlə oxuduğu, maraqla qarşıladığı bu kitab elə bir rəğbət qazanıb ki, hətta bir neçə il təkrar nəşr olunub. Ələviyyə Babayeva deyirdi: “Bizim çətin əsrimizdə ən çətinini insan olmaqdır. İstər alim, istər sənətkar ol, istər xəstə baxıcısı ol, fərqi yoxdur. Əgər sən qürurla səslənən insan adına layiq deyilsənsə, heç bir şeydən!” “Rəngbərəng yuxular”, 2000-ci il. Müəllif bu povestində keçdiyi enişli-yoxuşlu həyat yoluna nəzər salır, gördüyü, təmasda olduğu insanların, məşhur şairlərin, yazıçıların və ziyalıların öz yaradıcılığına böyük təsirini qeyd edir. Həmçinin o, ömrü boyu üzləşdiyi çətinlikləri, maraqlı hadisələri, üzləşdiyi bəzi təsirli məqamları yaddan çıxarmır. Onun ən böyük ideali ədalət, düzlük, vicdan təmizliyi olub və əsərlərində həyat həqiqətinin gözlə görünməz düynələrini açmağa çalışıb. “Rəngbərəng yuxular” əsəri müəllifin yaşadığı mürəkkəb və faciəli zamanın tarixi-ədəbi salnaməsidir. Əsərin elə ilk səhifəsində yazıçının ədəbiyyata verdiyi qiymətin, ədəbiyyat haqqında söylədiyi fikirlərin şahidi oluruq. “Ədəbiyyat, sənət elə bir halədir ki, bu haləyə düşən adam heç vaxt xilas ola bilmir. Bu yolla irəliləyənin bu yolda dönüklüyü yada düşür”.

Müəllif bu əsərdə görkəmli sənət fədailərinin başlarına gələn faciələrə, onlara atılan böhtanlara göz yuma bilmir və repressiya qurbanlarının həbsindən ürək ağrısı ilə yazır. Yazıçı eyni zamanda uşaqlıq illərini tez-tez xatırlayır. O, hafizəsinin çox güclü olduğunu, Müşfiqin ona söylədiyi “Yalnız ağac” şeirini yaddaşına həkk edib təzədən şairə əzbər söylədiyini və şairi heyrləndirdiyini uşaq sevincilə yadına salır. Əsərdə Müşfiqlə yanaşı, onunla eyni vaxtada yaşayıb yaradan S.Vurğun, H.Cavid, S.Mümtaz da xatırlanır və sifarişlə onların əleyhinə məqalələr yazan mənəviyyətsiz, vəzifəpərəst, xudbin alimlər ifşa olunurlar. Müəllif “Rəngbərəng yuxular” əsərində müxtəlif mövzulara müraciət edərək bəzən keçmişə qayıdır. Gördüyü, şahidi olduğu hadisələri yaddaşında çözləyir, ya da uzaq ölkələrə səfərlərindən danışır. Keçən əsrin otuzuncu illərində həbs olunan, uzaq Sibirə sürgün edilən insanların qaldıqları yerləri, meşələri, onların yaşadıkları soyuq həbs düşərgələrini görmək arzusunda olduğunu deyir. Ə.Babayeva yazır ki, o iki dəfə Sibirdə olub. H.Cavidin sürgün olduğu İrkutsk şəhərini ikiyə bölən Anqara çayının sahilində həmkarları ilə Cavid yada salıb, fikirləşib-haqsız tökülən qan yerdə qalacaqmı? İnqilab bizə, Sibirə nə verdi? O vaxtlarda Sibir proqressiv, cəsarətli adamların katorqa yeri idi, sonralar da. Bu meşələrdə ağac mişarlayan dustaqları qış yuxusundan oyanan ac ayılar hücum çəkib aparırdılar. Müəllif ürək ağrısı ilə müsəvat zabiti olmuş və elə buna görə də həbs edilib Sibirə sürgün olunmuş dayısının da belə bir faciə ilə üzləşdiyini xatırlayır.

Qarabağ müharibəsi başlayandan yazıçı tez-tez çadır şəhərciklərinə gedir, orada məskunlaşan qaçqınlarla görüşür, onların acınacaqlı həyat şəraitini təsvir edir. Yazıçı valideynləri ermənilər tərəfindən gözü qabağında öldürülən balaca Samirənin simasında Qarabağ müharibəsində əsir götürülən uşaqların taleyinə acır. Povestdə müəllif yazır: “Mən çadır şəhərciyində yayın isti günlərində olmuşam. Gil torpaqda ot-ələf bitmir, mal, qoyun saxlamaq mümkün deyil. Su yoxdur, dəyər, əkin, tikinti də yoxdur. Heç toyuq, cücə də o istiyə, susuzluğa davam gətirmir”. Belə çadırların birində əmisinin himayəsində yaşayan dili tutulmuş (erməni separatçıları tərəfindən gözünün qabağında ata-anası öldürülərkən həyəcədən dili tutulub) Samirəni görür və ona xeyirxah insanların köməyi ilə yardım edir, qızın dili açılır. Sonralar müəllif bu balaca, şair təbiətli qızı evində qarşılayır. Samirənin yazdığı yurd həsrətli, nisgilli şeirlərinə qulaq asır. Onu şəhərə gəzməyə aparanda qızcığazın gözləri dənizə sataşır, heyrlənir. Bu qədər də su olar?-soruşur və sonra deyir: “Çadır şəhərində suyun o qədər həsrətini çəkmişdim ki...” Müəllif ikinci qəhrəmanından-şairə Lamiyədən söz açır. Onun soyuq çadırdə yerdə əyilib şeir yazmasına acır.

“İstedadlı insan üçün münbit şərait, qayğı olmalıdır. Yoxsa, dövrünün dəli küləkləri bu çiçəkləri vaxtsız soldurarlar”,-deyir yazıçı. Daha sonra yazır: “Şeirini dizi üstə qoyub kətil üzərində yazan, şair bala, görün, bu çoxmu çəkəcək. Sən havaxta kimi tövlə sakini olacaqsan.” Deyə ürək ağrısını yaradıcılığında ifadə edir.

Ələviyyə Babayeva 1921-ci il avqustun 12-də Bakıda anadan olub. O, orta məktəbi bitirdikdən sonra həkim olmaq istəyi ilə Tibb İnstitutuna daxil olub. Üçüncü kursda anlayıb ki, onun gələcək həyatı ədəbiyyatla bağlıdır. Buna görə də ADU-nun filologiya fakültəsinə üz tutub. Onu da əlavə edək ki, o, orta məktəbdə oxuduğu illərdə şeir yazmış. Bəlkə elə buna görə onun nəsrinin dili şirin və ürəyəyətımlıdır. Ədəbi fəaliyyətə 1936-cı ildə “Ədəbiyyat qəzeti”ndə dərc olunmuş “İki həyat” adlı hekayəsi ilə başlayıb. O, “Azərbaycan qadını” jurnalında məsul katib, “Gənclik” nəşriyyatında müasir ədəbiyyat şöbəsinin müdiri, sonra baş redaktor olub. Ə. Babayeva Moskvada Azərbaycan ədəbiyyatı ongünlüyündə, həmçinin başqa ölkələrdə keçirilən ədəbi tədbirlərdə fəal iştirak edib. Yazıçı bir müddət də Azərbaycan Yazıçılar Birliyində tərcümə bölməsinin rəhbəri olub. Ə. Babayeva sovet dönməində təkcə Azərbaycanda deyil, müttəfiq respublikalarda da yaxşı tanınır və sevilirdi. Onun kitabları bir neçə xarici ölkədə çap edilmişdi. Ələviyyə Babayeva 1937-ci ilin dəhşətli repressiyalarını yeniyetməlik çağlarından canında yaşadan, həyatın bir çox çətinlikləri, müsibətləri ilə üzüzə dayanan bir insan olub. Bir-birinin ardınca yazdığı maraqlı əsərləri Ələviyyə Babayevaya oxucu rəğbəti və məhəbbəti qazandırır. 1964-cü ildə yazıçının yazdığı “Kölgə” povesti də maraqla qarşılanıb. Ələviyyə Babayevanın əsərləri Rusiyada, Çində, Fransada, İranda, Yaponiyada, Türkiyədə, İsraildə və başqa ölkələrdə işıq nəşr olunub. Müəllifin “Mənim müəllimim” adlı ilk kitabı 1950-ci ildə “Uşaqgəncnəşr” də çap olunub. Sonra bir-birinin ardınca onun “Hekayələr”, “Tək ağac”, “Kənd yolları”, “Payızda”, “Yenə bahardır”, “Tut ağacı”, “Süsən sünbül”, “Hörüklər”, “Adamlar və talelər”, “Hardasan, dost, harda”, “Əlvida”, “Dəli Sona”, “Son döngə” və s. dərc olunub.

Ələviyyə xanım 94 il yaşadı. Allah hər adama uzun ömür bəxş etmir. Bu xanımın qəlbində olan xeyirxahlıq, haqq və ədalətə inam onun əsərlərinə də köçmüşdür. Ona görə də yazıçının hekayələrindən tutmuş romanlarına qədər bütün əsərləri sevilə-sevilə zamanında oxunurdu.

KAYNAKLAR

1. Seçilmiş əsərləri: İki cildə .I cild-Bakı:Azərnəşr,1991-384 s.
2. Seçilmiş əsərləri: II cild:“Bəlkə sabah olmadı”Roman.-Bakı:Azərnəşr,1991-335 s
4. Ə. Babayeva Hekayələr. - Bakı: Uşaqgəncnəşr,1951-16 s.
5. Süsən, Sünbül : hekayələr. - Bakı : Gənclik, 1968. - 100 s.
6. Tut ağacı:hekayələr.-Bakı:Gənclik,1967-95 s.

SÖZÜN SINIRLARINDA BİR GEZİNTİ: EDEBİ METİNLERDE MEKÂN, KAHRAMAN VE ANLAM ARAYIŞI

Dr. Öğr. Türkan HÜSEYNOVA

Azerbaycan Devlet Pedaqoji Üniversitesi, Shamakhi bölümü, Dil, edebiyat ve onların öğretim teknolojisi bölümü, Dünya edebiyatı öğretmeni, Bakü Devlet Üniversitesi, Dünya edebiyatı bölümü doktora öğrencisi

turkan.huseynova.8989@mail.ru

<https://orcid.org/0009-0008-0507-0880>

Özet

Edebi metinlerin zaman ve mekân sınırları, çoğu zaman yazar ve eser selinde görünmez bir hal alarak tamamen gözden kaybolur. Belki yazar William Faulkner'ın Yoknapatawpha'sının mekânsal sınırlarında, belki mekânsızlığın şairi Nesîmî'nin enginliğinde, belki yazar Thomas More'un hiçbir zaman var olmamış ve olmayacak olan Ütopyası'nda, ya da şair Nizâmî-i Gencevî'nin söz aleminde inşa ettiği o ütöpik Mutlular Ülkesi'ndedir.

Edebi metin bazen dua etmektir; öyle ki, yazar Franz Kafka'nın "Yazmak bir tür duadır" düşüncesinin rahatlatıcı tesellisi ile filozof-yazar Jean-Paul Sartre'ın "Yazmak kalabalıklar içinde soyunmaktır" varoluşçu (ekzistansiyalist) düşüncesinin ürkütücü yalınlığı arasında sarsılır okur. Şair Ramiz Rövşen de yazma eyleminin dua ile yakından ilişkili olduğu kanaatiyle bu düşüncelerle paralellik gösterir.

Edebi metnin kahramanı, hayatın içinden süzülüp gelen fakat imgesel bir biçimde okurun karşısında canlılık kazanan bir figürdür (persona). Aydınlanmacı filozof Jean-Jacques Rousseau'nun kahraman kavramının "güçlü bir ruha" sahip kişiyi ifade ettiğini bilen okur, farklı halkların milli ve edebi kahramanları hakkında belirli bir fikir edinmiş olur. Bir halkın kimliğinin kendi kahramanlarıyla şekillendiğini belirten Rousseau gibi, okur kimliğinin de kahraman kimliği üzerinden tanındığına tanıklık etmektir edebiyat.

"Edebiyata göre hayatın anlamı nedir?" sorusuna cevaben, Johann Wolfgang von Goethe'nin "Avlanma sürecinin kendisi ava dönüştüğünde biz bu anlamı kavrayabiliriz" fikriyle uzlaşmak gerekir. Faust'un eylemi ve emek sürecini nihai olarak desteklemesi, okurdaki anlam olgusunu tamamlar. Belki de Voltaire'in "Candide" eserindeki Candide'in "Herkes kendi bahçesini yetiştirmelidir" düşüncesiyle yakalanan o harmoni ve ahenk bizi büyülemektedir.

Edebi metnin ana izleği olan sevginin; William Shakespeare'in eserlerinde Romeo ve Juliet rengi, Stephen Greenblatt'ın ifadesiyle birbirini her bakımdan tamamlama unsuru barındırmasına karşın, Emily Brontë'nin "Uğultulu Tepeler"indeki Heathcliff karakterinde sevginin karanlık ve intikamcı tonuyla yüzleşiriz. Tam da bu noktada, Ramiz Rövşen'in "Bağışla, kapıyı çalmaya elim varmıyor" dizesiyle sevginin geçmişine mühür vurulur ve onun bir geleceğinin olmadığı acı bir gerçeklikle yüzümüze vurulur.

Avrupa'nın gözünde bir gönül şairi olan Fuzûlî, herkesin secde ettiği Kâbe kapısında Allah'tan aşk dilemişti; öyle bir aşk ki o bizzat Allah'ın kendisi olan ve Leylâ'da bütünleşen ruhi bir dinginliktir.

Anahtar Kelimeler: metinlerarasılık, varoluşçuluk, edebi inceleme

A JOURNEY ON THE BOUNDARIES OF DISCOURSE: SPACE, PROTAGONIST, AND THE SEARCH FOR MEANING IN LITERARY TEXTS

Turkan HUSEYNOVA

Lecturer of World Literature, Department of Language, Literature, and Teaching Technologies,
Shamakhi Branch of Azerbaijan State Pedagogical University

PhD Student in World Literature, Baku State University

turkan.huseynova.8989@mail.ru

<https://orcid.org/0009-0008-0507-0880>

Abstract

The spatiotemporal boundaries of literary texts often become invisible and vanish completely within the deluge of authors and works. Perhaps it lies within the spatial boundaries of William Faulkner's Yoknapatawpha, perhaps in the vastness of Nesimi, the poet of spatial transcendence, perhaps in Thomas More's Utopia—which never existed and never will—or perhaps in the utopian Land of the Happy built by the poet Nizami Ganjavi in his realm of the word.

A literary text is sometimes akin to praying; so much so that the reader is shaken between the comforting solace of Franz Kafka's notion that "Writing is a form of prayer" and the frightening starkness of philosopher-writer Jean-Paul Sartre's existentialist idea that "Writing is stripping oneself in front of a crowd." Poet Ramiz Rovshan also exhibits alignment with these thoughts through his conviction that the act of writing is closely linked to prayer.

The hero of a literary text is a persona emerging from life itself, yet vividly brought to life before the reader in a figurative manner. A reader who knows that the Enlightenment philosopher Jean-Jacques Rousseau defined the concept of a hero as someone possessing a "strong soul" gains a certain insight into the national and literary heroes of various peoples. Just like Rousseau, who asserted that a nation's identity is defined by its heroes, literature shows that the reader's identity is recognized through the identity of the hero.

In response to the question "What is the meaning of life according to literature?", one must agree with Johann Wolfgang von Goethe's idea that "We can grasp this meaning when the hunting process itself turns into the prey." Faust's ultimate support for action and the labor process completes the concept of meaning for the reader. Perhaps we are equally enchanted by the harmony captured in Voltaire's *Candide*, through Candide's thought that "Everyone must cultivate their own garden."

While love, the central motif of literary texts, carries the hue of Romeo and Juliet in William Shakespeare's work—embodying an element of mutual completion in every respect, as Stephen Greenblatt puts it—we are confronted with the dark, vengeful shade of love in the character of Heathcliff from Emily Brontë's *Wuthering Heights*. Precisely at this point, with Ramiz Rovshan's line "Forgive me, I cannot bring myself to knock on the door," a seal is placed on love's past, and we are confronted with the bitter reality that it has no future.

Fuzuli, a poet of the heart in the eyes of Europe, prayed to God for love at the gate of the Kaaba, where everyone prostrates; love is a spiritual tranquility coming from God Himself and becoming whole in Leyli.

Keywords: Keywords: intertextuality, existentialism, literary analysis

**WOMEN ENTREPRENEURS IN THE HALAL CREATIVE ECONOMY:
OPPORTUNITIES, CHALLENGES, AND EMPOWERMENT****Ummu Kholil Prawesti****Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia****Abstract**

The rapid development of the halal creative economy has created significant opportunities for women to participate in entrepreneurship and contribute to sustainable economic growth. Women entrepreneurs play an increasingly important role in developing halal products and services, particularly in sectors such as fashion, culinary, cosmetics, tourism, and digital creative industries. However, their participation is still influenced by various structural, financial, technological, and socio-cultural challenges. This study aims to examine the opportunities and challenges faced by women entrepreneurs in the halal creative economy and to explore empowerment strategies that can strengthen their economic participation and business sustainability. This study employs a qualitative approach through a literature review of relevant academic publications, reports, and other supporting sources related to women entrepreneurship, the halal economy, creative industries, and economic empowerment. The findings indicate that the growth of the global halal market, increasing consumer awareness of halal products, digital transformation, e-commerce, and government support provide substantial opportunities for women entrepreneurs to expand their businesses and access broader markets. Nevertheless, several challenges remain, including limited access to financing, business networks, technology, entrepreneurial knowledge, halal certification, and market competition. In addition, socio-cultural norms and the unequal distribution of domestic responsibilities may limit women's ability to develop their businesses. Therefore, effective empowerment requires an integrated approach involving entrepreneurship education, access to inclusive Islamic financing, digital literacy, mentoring, networking, simplified halal certification, and supportive government policies. Strengthening these aspects can enhance women's entrepreneurial capabilities, competitiveness, and independence while contributing to the inclusive development of the halal creative economy. This study concludes that empowering women entrepreneurs is not only essential for improving individual and household welfare but also represents an important strategy for building a more inclusive, resilient, and sustainable halal creative economy.

Keywords: women entrepreneurs; halal creative economy; empowerment; entrepreneurship; Islamic economy

THE IMPACT OF E-COMMERCE ADOPTION ON THE INTERNATIONALIZATION OF HALAL CREATIVE ENTERPRISES

Salsabilla

Universitas Islam Negeri K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

Abstrak

The rapid development of digital technology has created new opportunities for halal creative enterprises to expand beyond domestic markets and compete in the global economy. E-commerce adoption enables businesses to overcome geographical barriers, access international consumers, and improve the efficiency of marketing and distribution activities. This study aims to examine the impact of e-commerce adoption on the internationalization of halal creative enterprises. The study focuses on how the utilization of e-commerce platforms supports market expansion, increases international market access, and strengthens the competitiveness of halal creative enterprises. This research employs a qualitative descriptive approach based on a literature review of relevant academic studies and reports concerning e-commerce, halal industries, creative enterprises, and business internationalization. The findings indicate that e-commerce adoption can significantly support the internationalization process by facilitating access to global markets, reducing transaction and marketing barriers, increasing consumer reach, and enabling enterprises to build stronger digital brand identities. However, the effectiveness of e-commerce adoption is influenced by several factors, including digital capabilities, product quality, halal assurance, consumer trust, logistics, and knowledge of international markets. Therefore, the integration of e-commerce with halal principles and effective internationalization strategies is essential for enhancing the competitiveness and sustainable growth of halal creative enterprises in the global market.

ISLAMIC ETHICAL VALUES AND SUSTAINABLE INNOVATION IN THE CREATIVE ECONOMY

Nisa Agustin

Universitas Islam Negeri K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

Abstract

The rapid development of the creative economy has created new opportunities for innovation, entrepreneurship, and sustainable economic growth. However, the pursuit of creativity and market competitiveness may also generate ethical challenges related to environmental responsibility, social equity, responsible consumption, and business integrity. In this context, Islamic ethical values offer a normative framework that can guide creative economic activities toward more responsible and sustainable practices. This study aims to examine the role of Islamic ethical values in encouraging sustainable innovation within the creative economy and to explore how ethical principles can contribute to the development of socially and environmentally responsible creative businesses. This research employs a qualitative approach using a literature review method. Relevant academic literature, research articles, and conceptual studies concerning Islamic ethics, sustainable innovation, and the creative economy were analyzed thematically to identify key relationships and emerging patterns. The findings indicate that Islamic ethical values, particularly justice (*adl*), trustworthiness (*amanah*), stewardship (*khalifah*), moderation (*wasatiyyah*), and the prohibition of harm (*la darar wa la dirar*), provide important foundations for sustainable innovation. These values encourage creative businesses to develop products and services that generate economic value while considering environmental sustainability, social welfare, transparency, and responsible resource utilization. Furthermore, integrating Islamic ethics into innovation processes can strengthen consumer trust, enhance business legitimacy, and support long-term competitiveness. The study concludes that Islamic ethical values can serve not only as moral principles but also as strategic resources for building a sustainable and inclusive creative economy. Integrating ethical considerations into innovation and business practices may therefore contribute to a creative economy that balances economic performance with social and environmental responsibility.

Keywords: Islamic Ethics; Sustainable Innovation; Creative Economy; Sustainability

GREEN ENTREPRENEURSHIP IN THE HALAL CREATIVE ECONOMY: A FRAMEWORK FOR SUSTAINABLE BUSINESS DEVELOPMENT

Faizura Syifa Ramadhani

Universitas Islam Negeri K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

Abstract

The growing urgency to address environmental degradation, climate change, and resource scarcity has encouraged businesses to adopt more sustainable approaches to economic development. Within the halal creative economy, this shift creates an opportunity to integrate Islamic ethical principles, environmental responsibility, and creative innovation into entrepreneurial practices. This article aims to develop a conceptual framework for green entrepreneurship in the halal creative economy as an approach to sustainable business development. The study employs a qualitative conceptual approach based on a review of relevant academic literature on green entrepreneurship, the halal economy, the creative economy, Islamic business ethics, and sustainable development. The analysis identifies the key dimensions that connect these fields and formulates a framework that can guide the development of sustainable halal businesses. The proposed framework consists of four interconnected dimensions: Islamic ethical values, environmental sustainability, creative innovation, and economic and social value creation. Islamic ethical values provide the normative foundation through principles such as *amanah* (responsibility), *maslahah* (public benefit), and the prohibition of environmental harm. Environmental sustainability emphasizes efficient resource utilization, waste reduction, circular economy practices, and environmentally responsible production. Creative innovation supports the development of unique halal products and services that respond to changing consumer preferences while maintaining environmental considerations. Meanwhile, economic and social value creation ensures that sustainability contributes not only to business competitiveness but also to community welfare and inclusive economic growth. The framework suggests that green entrepreneurship can strengthen the competitiveness and resilience of halal creative businesses while contributing to broader sustainable development goals. This study provides a conceptual foundation for entrepreneurs, policymakers, and researchers to promote an integrated model of halal, creative, and environmentally sustainable business development.

Keywords: Green Entrepreneurship; Halal Creative Economy; Sustainable Business; Islamic Business Ethics; Environmental Sustainability

SUSTAINABLE FASHION AND THE CONVERGENCE OF THE HALAL AND CREATIVE ECONOMIES

Nova Fitriana

Universitas Islam Negeri KH Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

Abstrak

The fashion industry is increasingly challenged to respond to environmental concerns, changing consumer preferences, and the growing demand for ethical and value-based products. Sustainable fashion has emerged as an important approach that promotes environmentally responsible production, ethical labor practices, efficient resource utilization, and long-term economic sustainability. At the same time, the halal economy and creative economy offer significant opportunities to support the development of a more inclusive and sustainable fashion industry. This article examines the convergence between sustainable fashion, the halal economy, and the creative economy by exploring their shared values, potential synergies, and contributions to sustainable economic development. The study employs a qualitative descriptive approach based on a literature review of relevant academic publications, reports, and conceptual studies related to sustainable fashion, halal industries, and the creative economy. The findings indicate that the integration of halal principles with sustainable fashion can strengthen ethical production practices through values such as cleanliness, responsibility, fairness, modesty, and social welfare. Meanwhile, the creative economy contributes through innovation, cultural expression, digital technology, and the development of unique fashion products with higher added value. The convergence of these sectors creates opportunities for businesses, particularly small and medium-sized enterprises, to develop competitive products that meet both sustainability and halal requirements. However, several challenges remain, including limited consumer awareness, inconsistent standards and certification, higher production costs, and the need for stronger collaboration among governments, industries, designers, and consumers. Therefore, strengthening policy support, innovation, halal certification, sustainable supply chains, and consumer education is essential to maximize the potential of this convergence. This article concludes that sustainable fashion can serve as a strategic bridge connecting the halal and creative economies while promoting responsible consumption, environmental protection, and inclusive economic growth.

THE ROLE OF HALAL CERTIFICATION IN PROMOTING SUSTAINABLE CREATIVE BUSINESS PRACTICES

Rofiqoh Aliyah Arifin

Universitas Islam Negeri K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

Abstract

The rapid growth of the halal industry has increased the importance of halal certification as a strategic instrument for strengthening consumer trust, improving business competitiveness, and promoting responsible business practices. This study examines the role of halal certification in promoting sustainable creative business practices, particularly among creative businesses operating within the growing halal market. The study focuses on how halal certification can encourage businesses to integrate halal principles with economic, social, and environmental dimensions of sustainability. Using a qualitative approach through a literature review, this study analyzes relevant academic literature, regulations, and previous research concerning halal certification, creative business development, and sustainable business practices. The findings indicate that halal certification contributes not only to ensuring compliance with Islamic principles but also to improving product quality, transparency, accountability, and consumer confidence. Furthermore, the certification process can encourage creative businesses to adopt more systematic production and management practices, strengthen supply chain assurance, and develop innovative products that respond to the needs of increasingly conscious consumers. From a sustainability perspective, halal certification has the potential to support economic sustainability by expanding market access and strengthening business competitiveness, social sustainability by encouraging ethical and responsible business conduct, and environmental sustainability through greater awareness of production processes and resource management. However, challenges such as certification costs, administrative requirements, limited understanding among business owners, and differences in business capacity may hinder its implementation, particularly for small and emerging creative enterprises. Therefore, collaboration among government institutions, certification bodies, business actors, and other stakeholders is essential to create an accessible and supportive halal certification ecosystem. Overall, halal certification can function beyond a regulatory requirement by serving as a strategic mechanism for developing creative businesses that are competitive, ethical, innovative, and sustainable.

Keywords: Halal

Certification; Creative Business; Sustainable Business; Halal Industry; Business Sustainability

STRUCTURED PHYSICAL ACTIVITY AND MOTOR DEVELOPMENT IN PRESCHOOL CHILDREN: EVIDENCE SYNTHESIS AND CONCEPTUAL FRAMEWORK FOR PHYSICAL LITERACY

Anesti Qeleshi¹, Erton Zekaj²

¹Sport University of Tirana, Tirana, Albania aqeleshi@ust.edu.al; ORCID: 0009-0003-2732-1074

²Sport University of Tirana, Tirana, Albania ezekaj@ust.edu.al

Abstract

Problem Statement

In early childhood, patterns of movement, motor competence and behaviour in terms of health are all developing which are expected to persist throughout life. It is noteworthy that more and more attention has been focused on the effects of structured physical activity as a vehicle for supporting not only motor development, but also a more generalized cognitive, social and emotional development. This narrative review synthesised existing evidence regarding the impact of structured physical activity on motor development in children aged 3–6 years and proposes a practical framework to support educational practice and policy development.

Approach

To summarize, a structured narrative review approach was used to include peer-reviewed studies, systematic reviews and international policy documents as sources of evidence. Information on pertinent articles published from 2008 through 2025 was identified from PubMed, Scopus, Web of Science, and ERIC. A structured narrative synthesis and critical appraisal were employed to interpret evidence across motor competence and motor health outcomes across physical literacy, cognitive development, and social-emotional outcomes.

Purpose

The objective of this review is to distill existing evidence about the impacts of structured physical activity on motor development in preschool children from 3 to 6 years of age and provide a theoretical framework informing developmentally appropriate physical activity programmes for preschool children. To determine key principles underpinning programme design, educator guidance and policy development, but in particular in relation to the Albanian preschool context.

Results

Evidence consistently demonstrated positive effects of structured physical activity on motor competence and fundamental movement skills. The strongest support was observed for improvements in motor development, whereas evidence regarding cognitive and social-emotional outcomes was generally positive but more heterogeneous across studies.

Conclusions

These results emphasise the significance of considering structured physical activity as a ‘building block’ of primary early childhood education and not an add on activity. This review provides a framework which may be of use to educators and policy makers who plan effective, developmentally appropriate, and sustainable child-based PA programs in the young population.

Keywords: preschool children; physical activity; motor development; physical literacy; early childhood education.

1. INTRODUCTION

Early childhood is universally recognised as a critical period of development when children develop the skills needed for future health, learning and social participation. In the little ones, it is when they learn the basic movement skills; running, jumping, balancing, throwing, and catching. They set the foundation for later involvement in physical activity, sports and sport-based living. It is not an endowment, but rather a lifelong development which is possible through long sustained exchanges among individual attributes, environment and chances of movement experiences. Consequently, early childhood education settings play a great role in shaping children's physical activity behavior and early developmental directions. The promotion and spread of physical activity in the early years is strongly recommended by international guidelines. The World Health Organization (World Health Organization, 2020b) makes clear that children under 5 years of age should enjoy at least 180 minutes of physical activity on any given day, with a minimum 60 minutes or so per day for older preschool kids. These findings are bolstered by an increasing body of research indicating that being physically active is important to maintaining good physical health, but also to cognitive development, the emotional and behavioral resilience, and wellbeing (Timmons et al, 2012; Carson et al, 2017). Over the last 10 years, a greater degree of focus on structured physical activity as an effective approach to child development has been highlighted. Compared to free play, structured physical activity in many studies is a planned and purposeful, educator led moving experience in support of some developmental aspirations. Based upon current research, they are believed to enhance attention, self-regulation, and executive functioning (in addition to developing basic motor skills), and to motivate long-term physical activity (Carson et al., 2017; Logan et al., 2011; Stodden et al., 2008). In the context of both educational and public health developments, the concept of physical literacy has developed. Physical literacy is more than the control of movement skills; it includes confidence, motivation, knowledge, and understanding that allow people to appreciate and participate in physical activity over the life course. Children who develop physical literacy early in life continue to be more likely to remain active, become healthful, adopt more efficient lifestyles, and more confident individuals (Silverman, 2017; Caldwell et al., 2022). Structured movement in sport may also make an important contribution to social and emotional development. Children develop teamwork, communicating, problem-solving and emotion regulation through directed movement experiences. These skills are closely tied to academic preparedness and appropriate engagement in school settings (Jones & Okely, 2021; Draper et al., 2012). While there is increasing evidence for structured physical activity, its practice has been inconsistent across environments, particularly in preschool education. Movement is so often perceived in practice, to be merely free play, not a purposeful process of learning. Free play, while still an integral part of early childhood development, may not allow for systematic skills acquisition, the developmental support that structured movement experiences may provide. The relevance of this challenge lies in its absence in Albania where no national guidelines for preschool physical activity are established, contributing to differences in both programme quality, educator preparation, and opportunities for movement experiences for children. Consequently, not all children have access to the consistent developmental benefits of structured physical activity. Taking all that into account, evidence-based guidance is urgently needed, to inform policy development and educational practice. Hence the objective of this narrative review is to review the current research on the relationship between structured physical activity and motor development in younger preschool children, three to six years old. It will also provide a practical framework for educators and policymakers in planning developmentally appropriate programmes of physical activity.

1.1. Theoretical Foundation

The present review is informed by the developmental model proposed by Stodden et al. (2008), which highlights reciprocal relationships between motor competence, physical activity participation, perceived competence, and health outcomes across the lifespan. This framework provides a theoretical basis for understanding how structured

physical activity during early childhood may influence both immediate developmental outcomes and long-term health trajectories.

2. METHOD

Design and methods. A structured narrative review approach was taken to gather evidence from the domains of motor development, physical literacy, public health, and early childhood education into one coherent whole. This is particularly appropriate for converting scientific findings into recommendations for practice in children's education and development of policy.

Literature Search Strategy

The relevant literature was found by a search of key academic databases such as PubMed, Scopus, Web of Science; ERIC; and World Health Organization publications and guidelines. Search terms were combinations of "preschool children," "physical activity," "motor development," "motor competence," "physical literacy," "movement interventions," "early childhood education," and "school readiness."

Search Period and Database Procedures

Searches were performed between January 2008 and December 2025. The search strategy was designed to identify studies focusing on structured physical activity and motor competence, physical literacy, and developmental and relevant interventions in preschool children aged 3–6 years involved in any potential areas of physical activity. Searches were conducted independently in PubMed, Scopus, Web of Science, and ERIC databases using combinations of terms and Boolean operators. Additional studies were filtered through manual checking and inclusion criteria were searched for key references and from international guidelines.

Eligibility Criteria

The inclusion criteria are when they are peer-reviewed, based on children aged 3–6 years, or relate to physical activity, motor competence, physical literacy, or motor development. Studies carried out among older populations, papers of lower quality in methodology, duplicate records, and articles not closely related to the objectives of the review were not considered.

Study Selection Process

At first, 428 records were identified in the literature search. After removing duplicate data, 342 records were retained for title and abstract screening. After eligibility assessment, published data from 48 full articles were reviewed and 21 publications were retained for inclusion in final synthesis. The selection decision depended on the relevance to structured physical activity interventions and developmental outcomes in preschool children (Table I).

Table I. Literature Selection Process

Selection Stage	Number of Records
Records identified	428
Duplicates removed	86
Records screened	342
Full-text articles assessed	48
Studies included	21

Note: The final synthesis included 21 key publications that met the eligibility criteria and directly addressed structured physical activity, motor competence, physical literacy, and developmental outcomes in preschool children.

Data Synthesis

To guide the review process, a narrative synthesis approach was used using principles drawn from PRISMA, but adapted for narrative synthesis. To screen eligible studies, title and abstract screening was followed by full-text assessment of eligible studies. Evidence was synthesised across five thematic domains: motor competence, structured physical activity interventions, physical literacy, cognitive outcomes, and social-emotional development.

Critical Appraisal of Included Evidence

A structured quality appraisal was conducted focusing on study design, sample characteristics, intervention duration, outcome measures, and relevance to the review objectives. Studies were classified as high, moderate, or low evidence according to methodological strength and consistency of findings. Systematic reviews, meta-analyses, and controlled intervention studies received relatively greater weight compared to descriptive or observational reports. In general, the evidence base was found to be of moderate-to-high strength. More rigorous support was available from systematic reviews and meta-analyses, although a few interventions were constrained by small sample sizes, short intervention durations, or variation in execution. Thus, it is appropriate to read the results against the backdrop of these methodological differences (Table II).

Table II. Quality Assessment of Key Studies

Study	Design	Evidence Level	Sample/Scope	Key Contribution
Carson et al., 2017	Systematic Review	High	96 studies	Comprehensive evidence linking physical activity with health outcomes in early childhood.
Logan et al., 2011	Meta-analysis	High	Multiple intervention studies	Strong evidence for motor skill intervention effectiveness.
Robinson et al., 2015	Narrative Review	Moderate	Broad developmental literature	Theoretical model linking motor competence and lifelong health.
Barnett et al., 2016	Systematic Review & Meta-analysis	High	59 studies	Correlates and determinants of gross motor competence.
Draper et al., 2012	Intervention Study	Moderate	Preschool children	Effects on motor and cognitive outcomes.
Palmer et al., 2019	Intervention Study	Moderate	CHAMP intervention participants	Improvements in motor skills and

Study	Design	Evidence Level	Sample/Scope	Key Contribution
				physical activity behaviours.

Note: Table II presents the principal studies that informed the conceptual framework and synthesis. Additional supporting literature was included throughout the review.

3. FINDINGS

Motor competence is recognised as being essential for a healthy child's growth. It signifies a child's capability to perform a range of locomotor, stability and object-control skills. Preschool years are especially important for these skills, as preschoolers respond particularly well to movement experiences. Studies on motor competence are strong on this aspect and suggest structured physical activity produces beneficial effects on motor competence (Logan et al., 2011; Robinson et al., 2015). Compared to unstructured play, children who are exposed to structured movement programmes show statistically significant improvements in running, jumping, throwing, and coordination. Crucially, motor competence is a developmental outcome as well as a potential indicator in later life activities. Motor competence in early development in children is linked with sustained physical activity and a healthy developmental trajectory (Stodden et al., 2008). In this continuum of physical improvements, more effective motor control is associated with increased levels of self-reliance in general as well as greater socialisation and school readiness in greater degree in school settings (Barnett et al., 2016; Robinson et al., 2015).

Specific Programmed Physical Activity Interventions.

Structured physical activity is also defined as organised and intentional ways of moving performed under the supervision of educators and directed towards specific developmental goals. Structured programmes unlike free play provide an organised framework of teaching, development; scaffolding for gradual learning and the building of skills and behaviours; feedback and correction; and progress over time and development and monitoring. These interventions have been found in the literature to be more effective in early intervention for vulnerable children and are superior to unstructured activity alone (Brian et al., 2018; Logan et al., 2011). Most of the studies reported favourable developmental outcomes, but evidence in the literature indicates differences in effectiveness. Variation in programme type, programme duration, degree of intervention, and context could account for discrepancies in the evidence. Thus, the quality of intervention might have been shown to be as crucial as the quantity in being developmentally beneficial.

Physical Literacy

Physical literacy is more than just learning the physical competencies of movement; this includes the motivation, confidence, knowledge, and comprehension of movement. Early childhood physical literacy in children is related to increased enjoyment of movement, confidence in one's abilities, and life-long active behaviour (Silverman, 2017; Caldwell et al., 2022). Therefore, structured movement plays an enormous part in strengthening these qualities through positive, effective and purposeful movement experiences. For decades, programmes focused on the promotion of good physical literacy have proven effective in the lifetime of young children, and have reportedly been linked with decreased risk of developing long-term health problems such as chronic disease and increased quality of life (Lubans et al., 2010). An important finding emerging from the literature is that physical literacy might play an intermediary role between structured physical activity and long-term developmental outcomes. Instead of being a dichotomy, physical literacy has a role in shaping pathways by which early movement experiences shape participation throughout a person's lifespan with respect to physical activity, health behaviour and psychosocial functioning.

Cognitive and Executive functioning results

Structured physical activity not only allows for cognitive development, but encourages psychological development. Executive functioning involves attention, working memory and inhibitory control and cognitive flexibility. The movement-based activities require children to follow instructions, change directions according to a situation, make decisions and coordinate their movement. These processes also induce brain growth and promote the state of learning readiness. These are brain boosting activities that encourage brain development and preparedness for acquisition (Carson et al., 2017; Timmons et al., 2012). There have been extensive findings documenting improvements in attention, problem solving, classroom engagement and behaviour regulation in children who engage with structured physical activity (Carson et al., 2017; Timmons et al., 2012). Sometimes, a more movement-oriented approach to learning has proven effective for language and early academics development (Timmons et al., 2012).

Social emotional development

Structured physical activity provides a critical backdrop to social interactions and emotional development. Group-based activities let children cooperate with peers, communicate effectively, share responsibilities, take turns, and problem-solve constructively. Such positive interactions strengthen self-esteem, peer relationships and self-regulation (Jones & Okely, 2021; Draper et al., 2012). Children flourish in positive movement environments and, consequently, they learn to succeed, adapt, face their own challenges, and be resilient—all of which are essential elements relevant to school readiness and maintaining the lifelong adjustments that are so critical for school readiness success (Jones & Okely, 2021).

Education and policy considerations

The results of this review are consistent with an emerging international view that physical activity is an essential dimension of early childhood education. Movement must be added with intention into learning experiences on a daily basis—and in a meaningful way in the daily curriculum and not as a matter of optional or incidental use to an already structured form of playtime. Already some countries have introduced systematic physical activity into national early childhood education to facilitate the holistic education of all children as part of their physical and social skills (World Health Organization, 2020a; UNICEF, 2018). These methods make the point that movement is good for our physical health, of course, but also for social, emotional and even cognitive development. In Albania, differences in the national guidelines and their differences in program performance, educator preparation, and assessment of children's development also point to the lack of uniform national guidelines. A national plan for programmatic physical activity in preschool has the potential for more equity for children's movement experiences to create more equitable outcomes including education of standardized educational practices. It would give educators clearer parameters and guidelines, such as minimum levels of activity and help with monitoring developmental progress, and with improving the quality of programmes that are run in institutions. (Table III).

Table III. Recommended Structure for Preschool Physical Activity Sessions

Component	Duration	Primary Objective
Warm-up	5–10 minutes	Prepare the body and focus attention
Skill Development Activities	15–20 minutes	Develop fundamental movement skills
Movement Games and Practice	10–15 minutes	Reinforce learning through active participation
Cool-down	5 minutes	Recovery, relaxation, and reflection

The framework presented in Table III was developed through synthesis of evidence from studies examining motor competence, physical literacy, executive functioning, and social-emotional development. Each component serves a specific developmental purpose. The warm-up phase prepares children physically and cognitively for participation, skill-development activities target fundamental movement competence, movement games promote application and reinforcement of learned skills within meaningful contexts, and the cool-down phase supports reflection, self-regulation, and recovery. Together, these components provide an integrated approach to physical literacy development and holistic child development (**Figure I**).



Figure I. Conceptual Framework Linking Structured Physical Activity and Developmental Outcomes. The framework illustrates the proposed developmental pathway through which structured physical activity contributes to motor competence, physical literacy, cognitive development, social-emotional development, and ultimately school readiness.

The Albanian Context

Indeed, while structured recommendations for physical activity in preschool have been introduced in a number of European countries, no national standardized guidelines currently exist in Albania, setting forth minimum demands for physical activity, processes for assessment, and educator skills. These gaps could contribute to differences in quality of programs and children's developmental opportunities. National standards aligned with WHO recommendations to implement could facilitate higher levels of consistency, accountability and equity among preschool contexts.

4. CONCLUSION, DISCUSSION AND RECOMMENDATIONS

Results of this review represent a convincing foundation to support the potential of structured physical activity as critical to fostering early childhood development. Although there is general consensus about its effects on motor skill, evidence also supports beneficial influences in cognitive, emotional, and social domains. This line of research supports a perspective that does not reduce movement to an adjunct to physical growth but promotes whole child development. However, the extent to which gains have been reported in different studies is variable. These findings suggest that structured physical activity should not be viewed as a universal intervention with identical effects across settings. Rather, programme effectiveness appears to depend on contextual, pedagogical, and developmental factors that influence implementation quality and participant engagement.

Variability of Intervention Effects

Most studies have found positive associations between structured physical activity and developmental outcomes, whereas other investigations have observed minimal or insignificant effects upon the short duration or inconsistent use of systematic implementation and maintenance. These inconsistencies indicate perhaps interventions' effect can be moderated by contextual factors, program quality, and participant attributes. Hence, further studies are needed to determine the contexts under which organized physical activity is most beneficial for development. While the majority of research appears to be well supported for intervention effectiveness, the degree of response to treatment interventions across studies differs. Differences in duration of the programme, training of the educators, the participants, and the way assessments are done complicate direct comparisons. These variations indicate that effective implementation relies not only on opportunities to get involved in physical activity, but on developmental appropriateness as well as quality instruction. Simultaneously, effective structured physical activity programmes are mainly based on the quality of the execution. Just enabling more movement may not be enough in the context of development. Programmes are most effective when the activities are developmentally appropriate, delivered by trained educators, and supported by environments that encourage participation, exploration, and ongoing skill development. There are significant challenges in a significant number of educational systems including Albania. Differences in educator preparation, lack of access to structured programmes, and a lack of clear guidance at the national level could mitigate the added value physical activity could offer younger children. These challenges will require a sustained solution including interventions from schools, communities, policymakers, health care workers, and community leaders. Physical literacy emerged across literature as one of the growing focus points of early years physical activity guidance. Physical literacy focuses on movement literacy skills with equally high priorities for motivation, confidence, knowledge, and the positive experiences of movement (Silverman, 2017; Lubans et al., 2010). Children who are motivated and competent to move are more likely to stay active in the developmental periods of teenage and adulthood (Robinson et al., 2015).

Moving toward an Integrated Model of Development

We conclude that this evidence-base favours a combined developmental approach, in which the various domains of motor skills, physical literacy, cognitive functioning and social-emotional skills are dynamically integrated. Enhancement of movement competence could help raise children's self-esteem and participation and increase the

possibility for social experience, self-regulation, and in-situ learning. This multiple aspect association is an area for future longitudinal research. The findings also indicate that physical activity should not be relegated to isolated sessions of the preschool programme. Incorporating movement into learning opportunities for all children (interactive active learning) has the potential to generate more opportunities for skill acquisition and engagement, as well as support cognitive and social activity. Such a strategy could support the development of more physically and socio-emotionally engaging and developmentally safe learning contexts. In sum, this review's results support the increasing international agreement that engaging in structured physical activity should not be considered as an optional activity to early childhood, but rather seen as a core feature of the quality of early childhood education. Hence future policy and pedagogical practice should adopt a prioritisation of systematically incorporating movement-based experiences in the preschool environment.

Practical Implications

Using current evidence, the preschool program should incorporate structured physical activity three to five times per week, within a session duration usually between 30 and 45 minutes. Activities should gradually address locomotor, stability, and object-control skills, with opportunities for cognitive and social interaction. Competencies for movement instruction, developmental assessment, and promotion of physical literacy should be integrated into educator preparation programmes (Table IV).

Table IV. Evidence-Based Recommendations for Preschool Physical Activity

Variable	Recommendation
Frequency	3–5 sessions/week
Session duration	30–45 min
Daily activity target	≥180 min/day
MVPA	≥60 min/day
Group size	10–15 children
Assessment frequency	Twice yearly
Educator training	Annual professional development

Limitations

Several limitations have to be recognized. First, this study was a narrative review, using no systematic review or meta-analysis. Hence, the results are based on thematic interpretation rather than quantitative analysis. Second, the study is based on English-language publications, thus there are no data of any other existing research studies which could be included in the review population. Third, there has been little research on preschool physical activity in Albania and there is therefore much to gain from further national studies. We also found that the review did not use a formal risk-of-bias assessment tool. Even though methodological characteristics were critically evaluated in studies, evidence quality was not measured. Conclusions therefore are indicative of an informed synthesis of available evidence, rather than definitive causation. Publication bias may also have influenced the available evidence, as studies reporting positive intervention outcomes are more likely to be published than studies reporting null findings.

Strengths of the Review

Although narrative review methodology has its own limitations, this review has a few strong points. It synthesizes across motor development, physical literacy, public health and early childhood education evidence. This cross-disciplinary approach provides a much broader picture on how structured physical activity can promote child development. In addition to these theoretical implications, the framework also opens up practical implications:

by providing avenues of converting the theoretical conclusions of research into the formulation of practical policy advice and recommendations-based best practice that can be applied in education and public policies.

Future Research Directions

Future studies should employ longitudinal designs, standardised assessment instruments, and culturally diverse samples to better understand the mechanisms through which structured physical activity influences motor competence and broader developmental outcomes. Particular attention should be given to research conducted in underrepresented contexts, including Albania and other Southeast European countries.

4.4. Conclusions

Current evidence indicates that structured physical activity represents an essential component of high-quality early childhood education. Developmentally appropriate movement programmes contribute not only to motor competence but also to broader cognitive, social, and emotional development. Yet longitudinal, culturally-specific, context-dependent studies are necessary to ascertain the proper intervention profile and build the evidence base for policy. In carefully developed programs, young people may have the chance to acquire the skills, confidence and motivation to participate in regular physical activity for life. A practical framework to develop and implement physical activity in preschool settings is suggested in this review, which lays a basis for educators and policymakers to strengthen the provision of physical activity in preschool settings. The future should focus on the establishment of specific national guidelines, investment in teacher training, and exploration of structured physical activity within a range of varying educational and cultural contexts. In making high-quality movement experiences available during the early years, education systems can help shape the future generations who are healthy, more active, and even better off after their formal education.

REFERENCES

- Barnett, L. M., Lai, S. K., Veldman, S. L. C., Hardy, L. L., Cliff, D. P., Morgan, P. J., Zask, A., Lubans, D. R., Shultz, S. P., Ridgers, N. D., Rush, E., Brown, H. L., & Okely, A. D. (2016). Correlates of gross motor competence in children and adolescents: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 46(11), 1663–1688. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0495-z>
- Brian, A., Pennell, A., Taunton, S., Starrett, A., Howard-Shaughnessy, C., Goodway, J. D., Wadsworth, D., Rudisill, M., & Stodden, D. (2018). Motor competence levels and developmental delay in early childhood: A multicenter cross-sectional study. *Adapted Physical Activity Quarterly*, 35(4), 399–417. <https://doi.org/10.1123/apaq.2017-0175>
- Caldwell, H. A. T., Di Cristofaro, N. A., Cairney, J., & Timmons, B. W. (2022). Physical literacy and health outcomes in early childhood: A systematic review. *Early Childhood Education Journal*, 50(4), 567–579. <https://doi.org/10.3390/ijerph17155367>
- Carson, V., Lee, E. Y., Hewitt, L., Jennings, C., Hunter, S., Kuzik, N., Stearns, J. A., Unrau, S. P., Poitras, V. J., Gray, C., Adamo, K. B., Janssen, I., Kho, M. E., Sampson, M., Lee, M., & Tremblay, M. S. (2017). Systematic review of the relationships between physical activity and health indicators in the early years (0–4 years). *BMC Public Health*, 17(Suppl. 5), 854. <https://doi.org/10.1186/s12889-017-4860-0>
- Draper, C. E., Achmat, M., Forbes, J., & Lambert, E. V. (2012). Impact of a community-based programme for motor development on gross motor skills and cognitive function in preschool children. *Early Child Development and Care*, 182(1), 137–152. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/03004430.2010.547250>
- European Commission. (2021). EU physical activity guidelines for children and young people. European Commission.

- Goodway, J. D., Ozmun, J. C., & Gallahue, D. L. (2021). Understanding motor development in children (8th ed.). Jones & Bartlett Learning. <https://www.jblearning.com/catalog/productdetails/9781284174946>
- Jones, R. A., & Okely, A. D. (2021). Promoting physical activity in early childhood education and care settings: A review of intervention strategies. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 18(1), 34. <https://doi.org/10.1186/s12966-021-01097-x>
- Logan, S. W., Robinson, L. E., Wilson, A. E., & Lucas, W. A. (2011). Getting the fundamentals of movement: A meta-analysis of the effectiveness of motor skill interventions in children. *Child: Care, Health and Development*, 38(3), 305-315. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2214.2011.01307.x>
- Lubans, D. R., Morgan, P. J., Cliff, D. P., Barnett, L. M., & Okely, A. D. (2010). Fundamental movement skills in children and adolescents: Review of associated health benefits. *Sports Medicine*, 40(12), 1019–1035. <https://doi.org/10.2165/11536850-000000000-00000>
- Palmer, K. K., Chinn, K. M., & Robinson, L. E. (2019). The effect of the CHAMP intervention on physical activity and motor skills in preschool children. *Journal of Sport and Health Science*, 8(2), 98–105. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2018.12.004>
- Robinson, L. E., Stodden, D. F., Barnett, L. M., Lopes, V. P., Logan, S. W., Rodrigues, L. P., & D'Hondt, E. (2015). Motor competence and its effect on positive developmental trajectories of health. *Sports Medicine*, 45(9), 1273–1284. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0351-6>
- Silverman, S. (2017). Teaching for physical literacy: Implications for instructional design and PETE. *Journal of Sport and Health Science*, 6(3), 278–286. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2017.03.001>
- Stodden, D. F., Goodway, J. D., Langendorfer, S. J., Robertson, M. A., Rudisill, M. E., Garcia, C., & Garcia, L. E. (2008). A developmental perspective on the role of motor skill competence in physical activity. *Quest*, 60(2), 290–306. <https://doi.org/10.1080/00336297.2008.10483582>
- Timmons, B. W., LeBlanc, A. G., Carson, V., Connor Gorber, S., Dillman, C., Janssen, I., Kho, M. E., Spence, J. C., Stearns, J. A., & Tremblay, M. S. (2012). Systematic review of physical activity and health in the early years. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 37(4), 773–792. <https://doi.org/10.1139/h2012-070>
- Tremblay, M. S., Chaput, J. P., Adamo, K. B., Aubert, S., Barnes, J. D., Choquette, L., Duggan, M., Faulkner, G., Goldfield, G. S., Gray, C. E., Gruber, R., Janson, K., Janssen, I., Jaramillo, A., Kuzik, N., LeBlanc, C., MacLean, J., Okely, A. D., Poitras, V. J., ... Carson, V. (2017). Canadian 24-hour movement guidelines for the early years (0–4 years). *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 42(10), 989–995. <https://doi.org/10.1139/apnm-2016-0151>
- UNICEF. (2018). Early childhood development and learning through play. UNICEF. <https://www.unicef.org/sites/default/files/2018-12/UNICEF-Lego-Foundation-Learning-through-Play.pdf>
- Webster, E. K., Martin, C. K., & Staiano, A. E. (2019). Fundamental motor skills, screen time, and physical activity in preschoolers. *Journal of Sport and Health Science*, 8(2), 114–121. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2018.11.006>
- World Health Organization. (2020a). Guidelines on physical activity and sedentary behaviour. World Health Organization. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240015128>
- World Health Organization. (2020b). Guidelines on physical activity, sedentary behaviour and sleep for children under 5 years of age. World Health Organization. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241550536>

**THE NEGATIVE INFLUENCES OF ETHNICITY IN NATIONAL INTEGRATION AND
DEMOCRATIC STABILITY IN NIGERIA**

Amodu, Salisu Ameh PhD
Department of Philosophy,
Faculty of Arts and Humanities,
Prince Abubakar Audu University, Anyigba, Kogi State, Nigeria
Email: sampsonzeed@gmail.com; Amodu.aa@ksu.edu.ng
Phone: +2348100262890
ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-9897-8247>

&

Omede, Monica Esther
Department of Public Relations,
Faculty of Communication & Media Studies,
Prince Abubakar Audu University, Anyigba, Kogi State, Nigeria
Email: monicagift2017@gmail.com
Phone: +2347030211691

Abstract

The issue of ethnicity is one of the greatest challenges facing national integration and democratic stability in Nigeria. Ethnic diversity offers the potential for cultural enrichment and social development, but it can also be used for political purposes, leading to ethnic tensions that can undermine national unity and democratic systems. This paper explores the detrimental effects of ethnicity on national integration and democratic consolidation in Nigeria. It states that political elites' ethnicization of ethnic identities fosters political exclusion, ethnic loyalty politics, unequal access to state resources, and the erosion of a sense of nationhood. The study utilizes an analytic approach and looks at the relevant philosophical arguments, historical experiences and literature on ethnicity, nationalism, democracy and political integration. It also examines the potential of ethnic consciousness for the development of sectional interests, electoral violence, lack of trust between citizens and ethnic loyalty over national interests. The study posits that enduring ethnic politics has a negative effect on the development of a common Nigerian identity and the firmness of democratic values of equality, justice, political participation and accountability. The study, however, does not see ethnic diversity per se as contaminating, but rather the politicisation and instrumentalisation of ethnicity is considered main culprit. It therefore urges the adoption of more robust democratic institutions, participatory governance, and educational programs on civic engagement, political representation based on equality across sections and policies that promote national and not sectional identity. The study finally establishes that Nigeria needs to shift the focus of ethnic diversity from the arena of political division to that of inclusive national integration in order to achieve sustainable democratic stability.

Keywords: Ethnicity, National Integration, Democratic Stability, Political Elites, Nigeria.

Introduction

Nigeria is a multi-ethnic and culturally diverse country with a large number of ethnic groups whose languages, traditions, cultures and system of social organization are different. This diversity can contribute to national development in the sense that it can offer a variety of cultural experiences, knowledge systems and perspectives. But in Nigeria, ethnicity has been an important determinant in politics and social life also. Ethnic identity is not necessarily a source of cultural enrichment, but is at times used to further political agendas, to gain access to public goods, to affect electoral results, or to enhance group loyalty. Ethnic factors can be more significant than national interests and can lead to divisions that can reduce the feeling of a common national identity.

National integration involves the establishment of a political community in which the citizens who differ ethnically, religiously, linguistically and culturally, somehow identify common interests and commit to the unity and development of the state. Ethnic awareness, however, in Nigeria has often played a role in politics, party leadership, opportunity allocation and citizens' assessments of government. Ethnic affinity as the basis for political identification can lead to distrust among ethnic groups and to the perception that political power is to serve a particular ethnic community instead of the country as a whole. These inclinations may reduce the feeling of unity among nationalities and lessen the willingness of citizens to work together across ethnic lines.

Nigeria's democracy is most affected negatively by ethnicity. Democratic stability depends on respect for constitutional principles, political tolerance, equality, peaceful competition, and citizens' confidence in public institutions. Excessive ethnic politics can be detrimental to these conditions by fostering ethnic voting, political marginalization, electoral polarization, ethnic clannishness, and an ethnic quota system that reduce performance and national needs. It could also aggravate political differences, as losing an election or adopting a policy might be seen as winning or losing for ethnic groups rather than as a result of a shared democratic process.

Moreover, ethnic differences may lead to political unrest and lack of trust among the people. Citizens who do not trust the government institutions may lose their trust in those institutions if they believe that the institutions favour certain ethnic groups. This may foster political polarization, separatist feelings, communal conflict and opposition to state policies. This can create an ethnic dimension of rivalry for political power and economic resources that can become a significant barrier to the development of a viable democratic culture. This study further, explores the negative dimension of ethnicity on national integration and democracy in Nigeria. It is on the impact ethnic consciousness and ethnic political practice have on national unity, political participation, democratic institutions and peaceful living. The study contends that although diversity is not a source of perils, it could pose a threat to the quest for a unity and stability of a democratic Nigeria when politicized and manipulated. The negative aspects of ethnicity thus need to be tackled by improving inclusive citizenship, political equality, national consciousness, institutional fairness and democratic values that are based on the common interest rather than narrow ethnic interests.

Ethnic Diversity and the Emergence of Nigeria

Ethnic diversity is irreplaceable to the emergence of Nigeria as a modern political state. Prior to colonialism, it was home to many societies, among which Hausa-Fulani emirates, Yoruba kingdoms, Igbo communities, were Kanuri states, the Igala's, the Tiv societies and others. These societies had different social, religious, political and linguistic systems. Hence it is not Nigeria as a community but a geographical area that contained several communities, namely "Nigeria." The arrival of British colonization changed that. Northern and Southern Protectorates were amalgamated in 1914 to form modern Nigeria. Indeed, the integration into the state was not a major reason for the merger (Záhořík et al. 53).

Different groups of people were then subjected to the same colonial administration, according to their different experiences in the past. Colonial rule fostered communication, learning, trade and political awareness, yet it also formalized regional differences. The destruction of ethnic diversity was not inevitable. Cultural plurality

can offer to the nation resources for nation's creativity and also for democratic participation. Challenges arose when political contestation became a way of mobilizing ethnic identities for the purpose of winning the political game and the resources of the state. According to Uwaifo, “the political fear, suspicion and competition among ethnic groups were caused by the colonial arrangements” (Uwaifo 62).

In the same way, according to Olaiya:

Ethno-regional organizations and parties became the avenues of growing mobilization of nationalists. Nigeria's emergence thus meant unification on political and fragmentation on social lines (Olaiya 22).

In his opinion, a territorial state was established before there was a common national identity. This tension began to be felt in the process of constitution making, party rivalry, and in the struggle for representation. Colonial amalgamation and the historical process of converting ethnic diversity to political competition, therefore, must be understood in the process of Nigeria's emergence.

Ethnicity during the Colonial Period

Ethnicity gained more importance in the colonial era in the political and social organisation of Nigeria in the whole of Nigeria. British rule integrated many communities into one colonial rule, but did not end their individual identities. Rather, the forms of rule in different regions were often differentiated, with indirect rule being used instead of direct rule. Until 1914, the Northern and Southern Protectorates were still administered separately. Such a setup also fostered regional and ethnic political identities (Záhořík et al. 12), which were linked to specific regions and ethnic groups.

Ethnic awareness grew with the development of education, newspapers, associations, and nationalist organizations. Association and cultural and regional mobilization became more common as political mobilization. Ethnic organisation is critical as exemplified by the *Egbe Omo Oduduwa* of the Yoruba, *Jam'iyyar Mutanen Arewa* of northern groups, and Igbo State Union. These developments were tightly linked to the political parties. The Action Group (AG), Northern People's Congress (NPC) and National Council of Nigeria and the Cameroons (NCNC) were closely identified with the Yoruba, Hausa-Fulani and Igbo people respectively by the time of the colonial period (Olaiya).

Thus, colonial constitutional changes further exacerbated regional rivalry. Political power was linked to regional control and access to resources as Nigerians got opportunities to engage in elections and government. The regional organisation provided leaders with an opportunity to appeal to their supporters by using their ethnic identities. Ethnicity was not just a colonial construct, but was also changed and used by political actors in Nigeria for their political ends.

Hence, ethnic differences were not just exposed through colonial rule, but also were instrumental in redefining them into political categories. Representation, party loyalty, access to power and feelings of domination were increasingly associated with ethnicity. This history had an indelible impact on the political struggles that followed national independence in Nigeria, and on the subsequent instability of the First Republic.

The Negative Influence of Ethnicity and the First Republic

The First Republic (1960-1966) revealed the effects of ethnic and regional rivalry in Nigeria. On independence day, there were three regions in Nigeria all governed by a party. The Northern People's Congress (NPC) were the Hausa-Fulani of the North, the Action Group (AG) the Yoruba of the West and the National Council of Nigerian Citizens (NCNC) the Igbos of the East. Ethnicity was important in mobilization (Olaiya 53) in their regional bases.

This setup stifled inclusive political culture. Competition often degenerated into a fight over the control of resources and institutions between competing regions or ethnic groups. The federation's structural imbalance,

especially the demographic weight of the Northern Region, intensified fears of domination. The Oxford Handbook points out that the regionalized politics produced factionalism and led to inter-ethnic conflicts for power and resources in the state. (*"Federalism and the First Republic of Nigeria"*). Ethnicity also fueled mistrust and deepened electoral conflict. Parties did not rely on national programs for competition but on regional attachments and ethnic networks. The three blocs were feared by the minorities and they wanted states and protection. The tensions led to disruptions in the Western Region crisis and the federal elections in 1964.

But it would be easy to blame the demise of First Republic on ethnicity alone. The institutional weaknesses, the competition of the elites, electoral conflicts, constitutional imbalances and economic pressures also played a role. However, ethnicity was a strong tool for the interpretation and mobilization of conflict. Polarization eroded confidence in democracy and led to the military coup of January 1966. Ethnicity was thus a vital political tool that undermined national integration and democratic stability.

Ethnicity and the Nigerian Civil War

Ethnicity was a significant contributor to the political crisis which led to the Nigerian Civil War (1967-1970), but not the sole cause of the crisis. At independence in 1960, Nigeria's political landscape was highly polarized and political strife was essentially related to the interests of the Hausa-Fulani, Yoruba, Igbo and numerous minority ethnic groups. The struggle became political, the struggle for the resources became ethnic and the struggle for administrative influence was also ethnic. According to Larry Diamond:

Ethnic factors played only a small part in the collapse of Nigeria's First Republic; other factors included class interests, a series of ethnic rivalries, regional politics and power struggles. These were combined with electoral crises, political corruption and institutional weaknesses, which generated serious splits and ultimately facilitated military intervention which undermined democratic governance (Diamond).

These divisions grew stronger during the military coup in January, 1966. Its organizers, for a range of reasons, were driven by their interests but its Igbo nature meant there was a widespread perception that it was an 'Igbo coup'. This was one factor that sparked the July counter coup and attacks against the Igbos. During the period May to September 1966, a lot of killing and displacement of the Eastern Nigerians and many headed for the Eastern Region.

The experiences fostered a sense of insecurity in the Nigerian federation in Igbo minds. Ethnicity thus connoted ideas of political control, lack of security, and regional self-determination. On 30th May 1967, Lieutenant-Colonel Chukwuemeka Odumegwu Ojukwu declared the independence of Biafra which sparked the outbreak of war. But the struggle was not only about economic disparities, differences with respect to the constitution, a war of arms and rivalry over political power. Furthermore, the war did not just involve Hausa-Fulani against Igbo, but also had ethnic minorities in Biafra, such as the Efik, Ibibio, Ijaw and Ogoja, as they all faced violence and conflicting loyalties.

Ethnicity in Post-Military Democratic Politics

With Nigeria's return to civilian rule in 1999, there were expectations that democratic institutions would help to lessen the political influence of ethnicity. Instead, ethnic identity has persisted as a key tool for political mobilization and political competition, as well as for access to state resources. Ethnicity remains a key factor in the Fourth Republic because of the political history of the nation, regional disparities, and the enduring sense that access to federal power gives opportunities to specific communities. Ukiwo points out that:

The move towards democracy was followed by a surge in ethnic and religious tensions due to the unresolved issues of incorporation, empowerment and national belonging (Ukiwo 72).

While political parties have tried to build wide national coalitions, ethnic calculations still shape voters' preferences, party choice, the choice of candidates and power rotation, and zoning. For instance, the Peoples Democratic Party (PDP) grew to become a multi-ethnic party and was able to garner support from people across regional boundaries. However, studies have found that:

Sometimes, attempts to moderate ethnic competition have produced counterproductive results, including increased ethnic mobilization and political violence. Rather than reducing ethnic consciousness, political arrangements perceived as favouring particular groups may intensify feelings of exclusion, resentment, and competition. Consequently, efforts to achieve ethnic balance must be carefully designed to promote fairness, inclusion, mutual trust, and genuine national integration (Kendhammer 112).

Power rotation and zoning have also become another way of controlling Nigeria's ethnic diversity. Those supporting these systems may say that they are helping to include all ethnic groups and to alleviate fears that political power will be restricted to specific regions or specific periods, but others point to potential institutionalization of ethnic consciousness political offices appear to be specific to certain regions, at certain times. Geopolitical zones have gained significance as aggregating zones, as they tend to align with ethno-regional identities, and conflicts over their rotation can contribute to political polarization (Nwozor 26).

However, ethnicity cannot be seen as fixed or predominant in the modern democratic dispensation in Nigeria. Afrobarometer studies indicate differences between social and political identities, and levels of ethnic identification differ among groups and in different contexts (Lewis 23). Democratic consolidation requires, in turn, political institutions that eliminate ethnic exclusion and ensure reasonable political inclusion.

Ethnicity in Post-Military Democratic Politics

Ethnicity was not wiped out in Nigeria's political life with the return to democratic government in 1999. On the contrary, ethnicity has been conforming to the institutional context of the Fourth Republic and still has an impact on political competition, representation, electoral alliances, and competition for state resources. The Nigerian state has over 250 ethnic groups with different political agendas and experiences, making the politics of the country highly sensitive to issues of inclusion and exclusion. The struggle over “power rotation” and “zoning” is one of the important expressions of post-military ethnic politics. The practices are designed to ensure that political opportunities were shared in the geopolitical regions of Nigeria and eliminate the fear of domination. They can also reinforce the view that political power is to be shared based on a region or ethnic group, not ability and national citizenship. Nwozor points out that:

The geopolitical zones are not a perfect correlation with the ethno-national groups but have emerged as political divisions in Nigeria. They offer guidelines for political representation, resources allocation, administration planning and sharing of power. As a result, these areas are frequently the sites of political actors' negotiations of interests, alliances, and efforts to foster a sense of regional belonging (Nwozor 112).

Political party organization is also influenced by ethnicity. Political parties often call on communal identities during elections, even if they are supposed to appeal to people from a variety of ethnic groups across the country. Nigeria's multi-ethnic party politics has a paradoxical quality, as strategies designed to avoid ethnic outbidding can coexist with more ethnic conflict (Kendhammer 102).

However, not all political decisions are made on the basis of ethnicity.

It has been demonstrated that Nigerians are multi-ethnic in their identities, and that political ethnicity can be more or less important depending on the socio-economic factors, regional interest and resource availability (Lewis 48).

Hence, the most important issue is not that of eradicating ethnic identity, but of not allowing it to be used in an exclusionary manner. With good democratic institutions, fair representation, credible voting and participatory citizenship, Nigerians can be able to sustain their culture while building greater national political attachments.

Ethnic Politics in Contemporary Nigerian Ethnic factors and how it negativities affect on national integration

Ethnic Politics in the Nigerian political arena is a major issue that cuts across the Nigerian politics of today and is one of the major challenges to national integration. Nigeria is both a multi-ethnic State and collection of cultural groups that may influence political preference, representation, and access to public resources. Ethnic diversity in itself is not a problem, but it becomes problematic when political actors exploit ethnic sentiments to gain political power or mobilise ethnic support. In such conditions, one might find that one's sense of community loyalty could be greater than one's sense of national loyalty.

Ethnic politics has a serious negative impact, namely political exclusion. The political agenda of leaders can include preferential treatment for own-ethnic group members in the making of appointments, provision of resources, and opportunities. This can lead to feelings of marginalisation in other communities and diminished trust in national institutions. The authors of the book, Osaghae & Suberu, note that:

Ethnic divisions have traditionally played a part in Nigeria's politics of competition and conflict about power and resource allocation. This runs counter to the rule of equality of citizenship and poses a challenge for consolidating national identity (Osaghae & Suberu 15).

Ethnic politics also induces communal voting at the polling stations. Rather than judging candidates on their competence, integrity and policy programmes, voters could vote for candidates on ethnic grounds. This tendency can have the effect of creating political competition on the basis of ethnic arithmetic instead of national development. Lewis argues that:

There is a dynamic interaction between identity and institutional weaknesses that can make Nigeria's political competition more intense and democratic consolidation more fragile (Lewis 72).

Moreover, ethnic politics can foster distrust, stereotypes and hostilities between groups. In the context of ethnic identity, routine political competition can be seen as becoming communal conflict. Such divides contribute to social polarization and cause the people to view other ethnic groups as rivals instead of partners in the nation's development. Ethnic politics, therefore, can be a hindrance to the development of strong national consciousness in Nigeria. However, ethnicity should not be a problem per se. The main issue is the politics of ethnic identities. Enhancing democratic institutional structures, promoting inclusive representation, merit-based governance and creating inclusive national policy can help ensure that the ethnic diversity of Nigeria can be harnessed as a tool for integration instead of division.

Ethnic Consciousness in Nigeria and National Identity

Ethnic consciousness is the sense of ethnic community and loyalty to it. It is significant and noteworthy in Nigeria because the colonial administration, differences in development, and rivalry for resources in the state encouraged the development of cultural differences as political identities. Because of the absence of strong alternative national identities and institutions, Osaghae notes, ethnicity has been one of the successful strategies of political mobilization. (54–73) Therefore, ethnic consciousness, in addition to offering solidarity, cultural protection, and collective representation, can also be in competition with the greater idea of Nigeria.

National identity involves the citizens recognizing themselves as part of a shared political community, despite language, religion and culture differences. A multiethnic society like Nigeria however cannot generate national identity by calling for unity. It relies on institutions that allocate recognition, rights, resources and political opportunities fairly. Osaghae & Suberu believe that:

The identity conflicts in Nigeria are rooted in ethnicity in addition to religion, regionalism, class, and other forms of conflict that make it a complex political task to attain national cohesion. The problem of ethnic consciousness arises when the allegiance to the ethnic group is regarded as more legitimate than allegiance to the constitution (Osaghae & Suberu 117).

However, ethnicity does not have to be an identity that is against the nation. Cultural identities can coexist with democratic institutions in a way that fosters cross-ethnic political cooperation. Osaghae believes that mechanisms must be in place to resolve competing group interests and unequal power relations in order to foster democratic national cohesion (259–80). The problem Nigeria has is therefore not the need for its people to lose their ethnic identities but to change the nature of ethnic consciousness from a tool of exclusion to a platform for inclusive participation. The Nigerian must have a strong sense of national identity which enables him to cultivate ethnic identities and yet put his citizenship, rights under the constitution and welfare of the people first ahead of sectional interests. This process must be based on fairness.

Ethnic Preference and Political Appointments

Ethnic preference in political appointments is the practice of political leaders of giving more weight to their own ethnic group members. This is linked to the desire to compete for power, resources, jobs, and recognition in Nigeria. Ethnicity continues to be a potent political tool because the Nigerian state has been unable to provide a neutral instrument of distributive justice (54–73), writes Osaghae. Political positions can therefore serve as a means of ethnic groups to secure safety, power, and representation. Ethnic preference doesn't necessarily result in a specific discrimination. It can happen via informal channels, political favoritism, promises of reciprocity, or “obligations” of the leader to “remember his people.” These practices can undermine merit-based recruitment and, consequently, may lead the government to be seen as sectional.

Ethnic boundaries are permeable, and perceptions of privilege and deprivation, as well as state policies, influence ethnic mobilization. These perceptions shape how groups interpret political opportunities, distribute resources, and respond to government decisions. Consequently, ethnicity can become more pronounced when communities perceive exclusion, discrimination, unequal representation, or unfair access to state resources and opportunities (1–24).

However, when citizens feel that their access to government is tied to their identity, ethnicity can be greatly heightened by such patterns of appointments. To correct this, Nigeria's constitution has the federal character principle. Section 14(3) of the 1999 Constitution stipulates that the composition of Federal institutions must be based on the diversity of Nigeria and prevent the dominance of a few states or ethnic groups (Federal Character Commission).

The principle aims to represent yet not lose strength. It's guidelines focus on equitable representation with the requisite qualifications. The main question is the difference between representation and favouritism. Representation is a key way to foster the sense of belonging, as diverse communities are represented in governance processes. Favoritism, on the other hand, favors who you are regardless of your skills or the merits of your actions. Nigeria thus needs appointments that are based on merit and transparency, inclusion and equity.

The Principle of Political Equality, Ethnic Identity, and Opportunity in Nigerian Politics

Political equality is the principle that people have the same political status and have equal opportunities to engage in the political without being excluded by ethnicity. This principle is important for Nigeria because ethnicity is still intertwined with political mobilisation, resources, and representation. To ensure political equality, it doesn't matter if the outcomes are exactly the same, what matters is that citizens' have a fair chance to compete, participate, and exercise their rights. Osaghae posits that democratic systems that manage intergroup relations of inequality are essential to the development of national cohesion in multiethnic societies (259–80). Nigeria's Constitution tackles this issue through the provisions of equality, non-discrimination and federal character.

Section 42 bars discrimination against citizens based on diverse factors such as ethnic, among others, and Section 14(3) stipulates that the composition of federal institutions must mirror the diversity and prevent domination by a few states or ethnic groups (Federal Character Commission). It also defends against the subordination of citizenship to ethnicity. These provisions are linked to the idea that ethnicity and opportunity are intertwined: citizenship should give citizens the chance to participate in politics without being excluded on the basis of ethnicity.

But, federal character is not meant to be an endorsement for ethnic entitlement. It is used for the purpose of correction and integration. It is a way of dealing with horizontal inequalities, by providing fair representation for disadvantaged groups (Adeniyi et al. 32). The balance between merit and inclusion is then essential to the principle of political equality. While competence continues to be vital, it cannot be built through what are supposed to be neutral processes that reflect past inequalities. Equal opportunity in politics in Nigeria is an equality of opportunity where citizenship is not privileged based on ethnicity or ethnicity is not a disqualification. Establish clear channels for qualified citizens from various communities through political parties and public institutions. A practice like this can transform diversity from a source of exclusion into a basis for democratic legitimacy and national integration.

Ethnic Balancing and Federal Character Principle

Ethnic balancing is one of the crucial mechanisms for achieving harmony in Nigeria's pluralistic society and the likelihood of a domination of one ethnic or regional group. It is about intentional efforts to share political appointments, public office, resources, and opportunities throughout the United States in the United States' diverse communities. It is closely linked to the Federal Character Principle of the Nigerian state which aims at the make-up of government institutions to reflect the federation. Section 14(3) of the 1999 Constitution requires the composition of the federal government and its agencies to reflect Nigeria's federal character and prevent the predominance of persons from a few states or ethnic and sectional groups (Constitution of the Federal Republic of Nigeria).

The Federal Character Commission has an institutional structure to realize this objective. It is tasked with ensuring equitable representation and ensuring compliance with the federal character requirements in public institutions (Federal Character Commission). Ethnic balancing can thus foster national integration by providing citizens belonging to diverse groups with a feeling of belonging and trust in the state institutions. The Constitution of the Federal Republic of Nigeria also allows for associations to run beyond ethnic and sectional lines in Section 15.

However, debates have emerged around the idea of ethnic balancing that question the notion of merit, competence, and equality. It can be used as a political tool and promote ethnic entitlement or fail to contribute to the success of public office. It is effective only if it can achieve a reasonable balance between merit and equitable representation. With proper implementation, federal character should not take away merit but rather enable merit within a federal framework that is inclusive.

Political Parties and the Management of Ethnic Diversity

Ethnic diversity in Nigeria is handled by political parties, which offer platforms on which citizens contend for political power and engage in governance. The organization, leadership and political strategies of parties can either reinforce national integration or ethnic divisions in a very plural society. The Nigerian Constitution thus imposes significant constitutional limitations on the establishment and organisation of political parties. According to the Federal Constitution of Nigeria 1999, Section 222, party membership shall be inclusive of all Nigerians regardless of geographical, ethnic, religious or sexual origin and party names and symbols shall not indicate that the membership is limited to a specific geographical or ethnic area.

Moreover, the constitutions and rules of political parties under Section 223 provide for the inclusion of the federal character of Nigeria in their executive committees. This is an acknowledgement that diversity cannot be represented by others when the parties are not diverse (Constitution of the Federal Republic of Nigeria). This kind of requirement helps to attract members from a diverse range of ethnic groups, to form broad coalitions, and to choose leaders who can speak to people outside their own ethnic groups.

Ethnic politics, however, cannot be totally eradicated by constitutional provisions. Ethnic groups can continue to use ethnic mobilisation in electoral processes since some voters may view political competition in the terms of communal interests. This means that to manage diversity effectively, internal party democracy, inclusive leadership, issue based campaigns, candidate selection on an even playing field and intentional measures to discourage ethnic mobilisation are essential. Political parties can thus be utilized as vehicles of national integration as they move beyond ethnic competition to serve as a platform for negotiating, representing, and forming coalitions with other ethnic groups.

Conclusion

One of the important issues that hinder national integration and democratic stability in Nigeria is the ethnicity. While ethnic diversity is a positive feature of Nigeria's cultural heritage and national identity, its negative politicisation has from time to time undermined national unity and allowed for citizenry divisions. Ethnic consciousness often affects political participation and/or leadership selection, access to resources, employment and political power. Citizens generally have a stronger sense of belonging to their ethnic groups as opposed to the Nigerian state when ethnic interests are given precedence over national interests. This situation fosters mistrust, discrimination, political marginalization, electoral manipulation and unhealthy competition amongst ethnic communities. The study has revealed that the negative effect of ethnicity is more pronounced in electoral politics where politicians are sometimes found to use ethnic sentiments for political support.

These have a detrimental effect on democratic values, the strength of national institutions, the potential for conflict, and citizens' trust in the political process. Ethnic favouritism may also help drive corruption and public resource allocation disparities that exacerbate marginalisation and injustice. These challenges must be met through deliberate efforts to foster inclusive governance, equal citizenship, justice and respect for Nigeria's cultural diversity. The political leaders need to discourage ethnic mobilisation and divert attention away from sectional interests and towards national development. Electoral institutions, civil society organisations, educational institutions, and the media also play important roles in the promotion of tolerance and national consciousness. There is the need to create a political culture that recognizes and respects ethnic identity without causing a threat to national integration, equality, justice and the overall interest of the Nigerian people if the nation is to enjoy democratic stability.

WORKS CITED

“Federalism and the First Republic of Nigeria, 1960–1966.” [The Oxford Handbook of Nigerian History](#), Oxford University Press, 2022.

- Adeniyi, Adeyemi, et al. “Nigeria’s Federal Character Commission: A Critical Appraisal.” [Public Administration and Development](#), 2020.
- Constitution of the Federal Republic of Nigeria. 1999. [Laws of Nigeria](#), Policy and Legal Advocacy Centre. [Constitution of the Federal Republic of Nigeria](#)
- Diamond, Larry. [Class, Ethnicity, and Democracy in Nigeria: The Failure of the First Republic](#). Syracuse Oxford University Press, 1988.
- Falola, Toyin, and Matthew M. Heaton. [A History of Nigeria](#). Cambridge Oxford University Press, 2008.
- Federal Character Commission. “Federal Character Principle.” [Federal Character Commission](#), 2026. [Federal Character Commission](#)
- Kendhammer, Brandon. “Talking Ethnic but Hearing Multi-Ethnic: The Peoples’ Democratic Party (PDP) in Nigeria and Durable Multi-Ethnic Parties in the Midst of Violence.” [Commonwealth & Comparative Politics](#), Vol. 48, Issues. 1, 2010, pp. 48–71.
- Lewis, Peter M. “Identity, Institutions and Democracy in Nigeria.” [Afrobarometer Working Paper](#), Issues. 68, 2007.
- Nwozor, Agaptus. “Power Rotation, Ethnic Politics and the Challenges of Democratization in Contemporary Nigeria.” [African Study Monographs](#), Vol. 35, Issues. 1, 2014, pp. 1–18.
- Olaiya, Taiwo Akanbi. “Proto-Nationalisms as Sub-Text for the Crisis of Governance in Nigeria.” [SAGE Open](#), 2016.
- Omaka, Arua Oko, et al. “The January 1966 Military Revolt in Nigeria and the Ethnic Conundrum.” [Journal of Arts and Humanities](#), Vol. 10, Issues. 2, 2021.
- Osaghae, Eghosa E. “Democracy and National Cohesion in Multiethnic African States: South Africa and Nigeria Compared.” [Nations and Nationalism](#), Vol. 5, Issue. 2, 1999, pp. 259–280.
- Osaghae, Eghosa E., and Rotimi T. Suberu. [A History of Identities, Violence, and Stability in Nigeria](#). CRISE, 2005.
- Ukiwo, Ukoha. “Politics, Ethno-Religious Conflicts and Democratic Consolidation in Nigeria.” [The Journal of Modern African Studies](#), Vol. 41, Issues. 1, 2003.
- Uwaifo, Samuel Osaretin. “Ethnicity and Development of Political Parties in Nigeria.” [Journal of Poverty, Investment and Development](#), Vol. 28, 2016.
- Záhořík, Jan, et al. “Historical Perspectives on the Accommodation of Diversity in Africa: A Study of Nigeria and Ethiopia.” [Journal of Asian and African Studies](#), 2026

**ICT AS A MEANS TO MOTIVATE BENINESE SECONDARY SCHOOL EFL LEARNERS
REGARDING THEIR DISAFFECTION WITH THE ENGLISH LANGUAGE.****Dr Rodrigue Jésus KOUTON****Dr Ogoudedji Flavien ABATOUSSI****1- Faculty of Letters, Literature, Arts et Communication (FLLAC), University of Abomey-Calavi,
Republic of Benin. Department of English, E-mail: koutrod@gmail.com, ORCID: 0009-0005-2792-3109****2- Faculty of Letters, Literature, Arts et Communication (FLLAC), University of Abomey-Calavi,
Republic of Benin. Department of English, E-mail: abatoussiflavien@gmail.com, ORCID: 0009-0008-
7206-740****Abstract**

This study investigates the use of Information and Communication Technology (ICT) to motivate Beninese secondary school learners regarding their disaffection with the English language. Despite the growing importance of English in education, employment, and international communication, many secondary school learners in Benin show little to no interest in learning the language. This study examines how ICT tools can enhance learners' motivation, participation, and attitudes toward English language learning. A mixed-methods research design was adopted. 120 EFL learners and 12 EFL teachers were randomly selected from secondary schools in the Ouémé region. Data were collected through questionnaires administered to both EFL teachers and learners, classroom observations, and semi-structured interviews with selected participants. The findings reveal that ICT resources such as language-learning applications, online exercises, educational videos, interactive presentations, and digital platforms significantly increase learners' interest, engagement, and confidence in learning English.

Keywords: Information and Communication Technology (ICT), motivation, disaffection, English as a Foreign Language (EFL)

Introduction

English is among the most widely spoken languages worldwide, playing a crucial role in education, science, technology, business, tourism, and international communication. In Benin, English is introduced as a foreign language in secondary schools. Mastering English can enable students to communicate with people globally and access numerous educational and career opportunities.

Despite its significance as a school subject, many secondary students lack sufficient interest in learning English. When students lose interest, they tend to become passive, neglecting exercises, not answering questions, refraining from speaking English, and avoiding practicing outside class. Over time, this disinterest can result in poor learning outcomes. Consequently, teachers need to adopt simple yet effective strategies to make English lessons more engaging and stimulate active participation. One promising approach is the integration of Information and Communication Technology (ICT), which includes digital tools like computers, smartphones, tablets, projectors, audio materials, videos, educational websites, language-learning apps, and online communication platforms. Since these tools are part of many young people's daily lives, they can be used in English classes to present lessons innovatively. Using ICT can also foster active involvement in the learning process and enable students to practice English both inside and outside the classroom.

This study is based on the premise that ICT can enhance learners' interest in English by making lessons more engaging, interactive, and centered on learners. It focuses on Beninese secondary school EFL students, aiming to evaluate their interest levels, experiences with ICT, and perspectives on using digital tools for English learning. The purpose of this research is to explore how ICT can motivate Beninese secondary school EFL learners with little interest in English. Additionally, it seeks to identify factors contributing to learners' disaffection with EFL education. Ultimately, the study proposes strategies for integrating ICT into English teaching to boost student motivation in Beninese secondary schools.

1. Problem statement

English is a vital global lingua franca that plays a pivotal role in education, communication, technology, and career advancement. In Benin, it is taught as a foreign language in secondary schools, with the expectation that learners will acquire sufficient communicative competence to use it effectively in academic and real-life situations. Empirical evidence shows that many learners are becoming increasingly disengaged from English language learning. They often perceive English as a difficult subject and show low motivation, participation, and engagement during lessons. As a result, many learners struggle to develop the four language skills, namely listening, speaking, reading, and writing. Consequently, after several years of studying English, a considerable number of learners remain unable to use it for communication.

Several factors may explain this situation. Traditional teaching methods, limited opportunities for language practice, overcrowded classrooms, and inadequate learning resources often reduce learners' interest in English. Moreover, English lessons are frequently conducted with little use of innovative and interactive teaching tools that could stimulate learners' curiosity and active participation. At the same time, today's learners are growing up in a digital environment. They regularly use smartphones, computers, social media platforms, videos, and other technological devices in their daily lives. These digital tools have transformed the way young people access information, communicate, and learn. However, despite their widespread use among learners, ICT tools are not sufficiently integrated into EFL teaching and learning practices in many Beninese secondary schools. This situation raises concerns because technology has the potential to create engaging, interactive, and learner-centered environments that can enhance motivation and facilitate language acquisition. Given the persistent disaffection of learners toward English and the increasing availability of digital technologies, it is important to examine whether ICT can serve as an effective means of motivating learners and improving their attitudes toward English language learning. Therefore, this study investigates the extent to which integrating ICT into EFL teaching/

learning can reduce learners' disaffection and promote greater interest in learning English in Beninese secondary schools.

2. Research questions

- ✓ Why do learners show disaffection regarding EFL learning in Beninese secondary schools?
- ✓ How can the use of ICT increase learners' interest and participation in English Language Learning?
- ✓ What are the challenges related to the use of ICT in English language teaching and learning?

3. Literature review

3.1 Concepts clarification

3.1.1 ICT

Known as Information and Communication Technology, ICT has various meanings according to authors and researchers. Joshi and Poudel (2019: 68) define ICT as a collection of technological tools that facilitate learning by providing learners with opportunities to access information and participate actively in educational activities. They further argue that ICT promotes learner independence and increases engagement in language learning. According to

Bulrten (2000), ICT is made of three basic concepts: "information, communication and technology". For him, "information" is nothing else than any communication or illustration of knowledge, fact or opinion. He defined "communication" as the process of conveying information between individuals through the use of the medium; and "technology" is the practical form of scientific application of knowledge. This shows that ICT is a fundamental tool for communication. According to the National Encyclopedia (2013), ICT stands for "Information and Communication Technology and is about using computers in teaching contexts. Gay & Blades (2005), in their study, perceived ICT as using programs and tools to access, store, convert, present, retrieve, and organize information and data. Jayanthi & Kumar (2016) believe that ICT might include any communication device such as a computer, mobile phone, radio, television, satellite system, etc. This refers to technological tools and resources used to create, store, process, share, and communicate information. ICT includes computers, smartphones, tablets, projectors, the internet, educational software, social media platforms, audio recordings, videos, and online learning applications.

In short, ICT can be understood in this study as the use of digital technologies to support the teaching and learning of English in Beninese secondary schools.

3.1.2 Motivation

Motivation is one of the most important factors in successful language learning. It refers to the desire, interest, and willingness of learners to engage in learning activities and achieve learning goals. According to Dörnyei (2001: 1), motivation is the force that initiates, directs, and sustains learning behaviour. According to him, motivation explains why people decide to learn, how much effort they invest, and how long they continue learning despite difficulties. Similarly, Hounnou, Adjoha, and Zounhin-Toboula (2024: 57) explain that motivation encourages learners to participate actively in classroom activities and helps them maintain interest in learning English. They emphasize that motivated learners are more likely to achieve positive learning outcomes. In this study, motivation refers to the willingness of Beninese secondary school EFL learners to participate actively in English learning activities and improve their language skills.

3.1.3 Disaffection

Disaffection refers to a lack of interest, enthusiasm, or commitment towards learning activities. In education, disaffected learners often show low participation, poor attention, little effort, and negative attitudes towards school subjects. Skinner, Kindermann, and Furrer (2009: 496) describe disaffection as the opposite of engagement. For them, disaffected learners may feel bored, frustrated, discouraged, or disconnected from

classroom activities. Applied to English language learning, disaffection can be observed when learners avoid participating in lessons, refuse to communicate in English, fail to complete assignments, or show little interest in improving their language skills. In this study, disaffection refers to the negative attitudes and low interest that some Beninese secondary school learners show towards learning English.

3.2 Self-Determination Theory

This study is grounded in Self-Determination Theory (SDT) developed by Deci and Ryan (1985). The theory explains that learners are more motivated when three basic psychological needs are satisfied: autonomy, competence, and relatedness. Autonomy refers to learners' feeling that they have some control over their learning. Competence refers to learners' belief that they can successfully perform learning tasks. Relatedness refers to positive relationships with teachers and classmates. According to Deci and Ryan (1985: 32-35), when these needs are satisfied, learners become more engaged and motivated. Thus, ICT can support these needs by allowing learners to work independently, receive immediate feedback, and interact with others through digital platforms. The theory is relevant to this study because ICT tools such as educational applications, online games, videos, and interactive exercises can create learning environments that support autonomy, competence, and relatedness, thereby increasing learners' motivation to learn English.

3.3 ICT as a motivational tool in English language learning

Learning English as a Foreign Language (EFL) does not always go smoothly. Many learners slowly lose interest, while teachers and researchers keep looking for ways to keep them engaged. Information and Communication Technology (ICT) is often presented as a strong solution, because it can make lessons livelier and more interactive. According to UNESCO (2023), ICT plays a crucial role in education because it improves access to information, supports communication, and creates opportunities for interactive learning. In language education, ICT allows learners to practice listening, speaking, reading, and writing through various digital resources.

Another important issue in the literature is the ability of ICT to make English learning more attractive. Maallem (2019), in a study of first-year secondary school students in Algeria, examined the use of PowerPoint presentations to motivate students to learn English. The results of the study showed that PowerPoint presentations are an effective pedagogical tool that helps raise learners' motivation, attention, and achievement, leading the researchers to reject their null hypothesis of no difference between traditional and technology-based methods. This point connects strongly with Hounnou et al. (2024: 59-60), who argue that the teacher's preparation, personality, activities, and ability to show learners the value of English can influence motivation. Thus, ICT should be integrated with sound teaching strategies rather than used for its own sake. Zounhin Toboula, Hindémè and Egounléti (2020), in a study on revitalising EFL teaching through audiovisual materials at the University of Abomey-Calavi, argue that audiovisual media can make lessons more concrete and easier to follow.

Using ICTs in EFL teaching/learning is very necessary for many reasons. First, today's students are very used to ICTs. They use them for many purposes such as communicating, gaming, carrying out research, sending and receiving messages, downloading movies and music, doing business, and many more. In a word, using ICTs has become a part and parcel of students' lives today. Likewise, Blagojevic et al. (2010) pointed out that learning a foreign language requires a challenging process and learners always need to be motivated and encouraged during this process; technology could be an effective factor to motivate them positively in the language teaching-learning process. So, initiating and using ICTs in EFL classes may enhance and entice learners' eagerness to learn the target language. ICTs may then increase their learning performance and their willingness to use language for communication. Therefore, learning can be viewed as a game, and it will bring novelty, creativity, and motivation in EFL classes.

3.4 Factors underlying learners' disaffection with EFL learning

Disaffection, often called demotivation in the literature, can be viewed as the loss of the inner drive that pushes a learner to keep studying a language. Harmer (2001, cited in Bernaus, Wilson & Gardner, 2009) describes motivation as an internal force that encourages a person to act, which means that demotivation is what happens when this force weakens or disappears. Gardner (2007) also explains that learning EFL is not the same as learning a second language or a native language. This is because EFL learners do not hear or have no opportunities to use the language much outside the classroom. Because of this, their motivation is weak from the very beginning. As a result, many learners slowly lose interest in English over time. Sakai and Kikuchi (2009) studied Japanese high school English learners and found five main reasons for demotivation: the learning content and materials, the way teachers teach, poor school facilities, low inner motivation, and test scores.

Some causes come from outside the learner, like bad classroom conditions or unhelpful teaching methods. Other causes come from inside the learner, like low confidence or no real interest in English. Research also shows that outside factors, especially the learning environment, often affect learners more strongly than inside factors such as low confidence and low interest. One study on Chinese EFL college students found a new demotivating factor: learners' lack of self-discipline when studying online. Another recent study (2025) found that a poor learning environment was the biggest cause of demotivation, while learners with lower English levels were more affected by internal factors than learners with higher levels. Likewise, several factors undermine learners' disaffection in Beninese secondary schools. Learners often use their mother tongues or French instead of English during English classes. They are not provided with enough interactive activities to practice the target language. English learners suffer greatly from a lack of authentic language learning materials and documentation. Many of them are ignorant of the benefits of learning and mastering English. They take it as a mere subject to get marks and pass to higher classes, and they show negative attitudes toward its learning.

Other factors demotivating English learning include fewer hours allotted to English classes and more theory than practice. EFL Learning is more exam-oriented than communication-focused. The prescribed and imposed teaching syllabi, to be covered in a relatively short time, prevent teachers from practicing the target language with learners. Another factor underlying the learners' disaffection is some parents' ignorance. There is also a shortage of qualified and experienced teachers who can motivate learners regarding EFL learning. Teachers are not trained so as to make learners love and engage in EFL learning, and learners often find the learning of English boring, uninteresting, and useless. These everyday obstacles make it hard for learners to feel real progress, which slowly kills their motivation.

3.6 Challenges related to the use of ICT in Beninese EFL classrooms

In many parts of the world, especially in countries like Benin, integrating ICT into classroom settings is challenging and involves genuine, practical obstacles. Although ICT can help, many EFL teachers face major obstacles, including limited technological skills, curriculum constraints, school policies, and a lack of functional ICT tools. Other problems are related to teacher training and confidence as key barriers. Weak internet connections, few computers per student, and limited electricity access are also common practical problems across many Beninese schools.

Moreover, training, basic infrastructure, class size, and school resources are major concerns that need attention. Indeed, many Beninese schools continue to face challenges with insufficient internet connectivity and a limited number of computers for a significant student population. Even if a teacher desires to incorporate ICT tools and is proficient in their use, they may still be hindered if the necessary components are not functioning correctly or are unavailable.

4. Methodology

This study adopted a mixed-methods design, combining quantitative and qualitative approaches to examine how the use of ICT can motivate Beninese secondary school EFL learners. The research was conducted in secondary schools in the Ouémé region, with a purposively selected sample of 120 EFL learners and 12 EFL teachers directly involved in English instruction. Data were collected through questionnaires administered to learners and teachers to get their perceptions of ICT and its effect on motivation. Classroom observations and semi-structured interviews were also carried out to gain deeper insight into their attitudes and experiences. The collected data were analysed using descriptive statistics (frequencies, percentages, and means), while observation and interview data were analysed to complement and enrich the quantitative findings. Participation was voluntary, with informed consent obtained from all participants, and confidentiality was maintained throughout the study.

5. Findings

Table1: Students' questionnaire

N°	Questionnaire Content and Options	Respondents' answers	
		Frequency	Percentage (%)
1	<i>Interest in learning English</i>		
	I like it	30	25
	I dislike it	79	65.83
	I feel neutral	11	9.16
2	<i>Factors underlying learners' disaffection regarding EFL learning</i>		
	Difficulty in understanding the English language	114	95
	Limited exposure to English practice	99	82.5
	No use of ICT/technology	78	65
	Others.....	08	6.66
3	<i>Ways to motivate learners to learn English</i>		
	The introduction of ICT tools in EFL classes	112	93.33
	More fun/interactive activities	64	53.33
	Smaller class size	105	87.5
	More practice opportunities	72	60
	Others.....	13	10.83
4	<i>Frequency of the use of ICT tools in EFL classes</i>		
	Never	120	100
	Rarely	00	00
	Always	00	00
	Sometimes	00	00
	Often	00	00

Table 2: Teachers' questionnaire

N°	Questionnaire Content and Options	Respondents' answers	
		Frequency	Percentage (%)
1	<i>Learners' motivation to learn English</i>		
	Low	05	41.66
	Very low	02	16.66
	Average	03	25
	High	02	16.66
	Very high	00	00
2	<i>Some causes of learners' disaffection with English</i>		
	Boring lessons	00	00
	Difficulty of the language	04	33.33
	Lack of practice opportunities	03	25
	Lack of ICT/technology	02	16.66
	Others.....	03	25
3	<i>ICT tools help reduce learners' disaffection with English</i>		
	Agree	02	16.66
	Strongly agree	10	83.33
	Disagree	00	00
	Strongly disagree	00	00
4	<i>The use of ICT tools during EFL classes</i>		
	Yes	00	00
	No	12	100
5	<i>Factors preventing teachers from using ICT in EFL classes</i>		
	Lack of training	07	58.33
	Lack of computers/devices	11	91.66
	Lack of support from school administration	9	75
	Large class size	11	91.66
	Others.....	08	66.66
6	<i>Ways to use ICT to motivate EFL learners</i>		
	Interactive games and quizzes	08	66.66
	Educational videos	09	75
	PowerPoint/multimedia presentations	10	83.33
	Others.....	05	41.66

Discussion

Table 1 reveals a high level of disaffection among learners toward English language learning. The majority of them (65.83%) stated that they dislike learning English, while only 25% expressed interest in the subject. This indicates that English is not attractive to many learners in the surveyed schools. The results further show that learners' disaffection is mainly linked to the difficulty of understanding English (95%), limited exposure to English practice (82.5%), and the absence of ICT tools in the classroom (65%). These findings suggest that

learners face both linguistic and instructional challenges that negatively affect their motivation and engagement in EFL learning. Regarding possible solutions, learners overwhelmingly support the introduction of ICT tools in EFL classes (93.33%). The respondents also called for small class sizes (87.5%), increased opportunities for language practice (60%), and the integration of interactive learning activities (53.33%). These findings suggest a strong preference among learners for learner-centred, engaging, and technology-enhanced instructional environments that can foster greater motivation and active participation in English language learning. Finally, all respondents (100%) reported that ICT tools are never used during English lessons. These findings confirm that the lack of technology integration is a reality in the surveyed schools and may be one of the major reasons behind learners' negative attitudes toward English learning. In short, the findings indicate that learners' disaffection with English is widespread and is largely influenced by difficulties in language comprehension, limited opportunities for practice, and the complete absence of ICT in EFL classrooms. Learners strongly believe that the integration of ICT and more interactive teaching approaches could enhance their motivation and improve their learning experience.

The results in Table 2 show that teachers generally perceive learners' motivation to learn English as low. More than half of the respondents (58.32%) rated learners' motivation as either low or very low, whereas only a small proportion considered it high. This suggests that motivation remains a significant challenge in EFL classrooms. Concerning the causes of learners' disaffection, teachers identified the difficulty of the English language (33.33%) as the principal factor. Other important causes include the lack of practice opportunities (25%) and the absence of ICT resources (16.66%). These findings support learners' responses and indicate that both groups share similar views about the challenges affecting English learning. Teachers unanimously recognize the value of ICT in reducing learners' disaffection. All respondents agreed that ICT can motivate learners, with 83.33% strongly agreeing. This reflects a strong belief in the educational potential of technology for improving learner engagement and classroom participation. However, despite this positive perception, none of the teachers use ICT tools in their English lessons.

The major barriers identified include the lack of computers and digital devices (91.66%), large class sizes (91.66%), insufficient administrative support (75%), and inadequate training (58.33%). These obstacles prevent teachers from integrating technology into their teaching practices. To motivate learners, teachers suggested the use of PowerPoint and multimedia presentations (83.33%), educational videos (75%), and interactive games and quizzes (66.66%). These recommendations show that teachers are aware of practical ICT-based strategies that can make English learning more engaging and enjoyable. The results reveal that teachers acknowledge the low motivation of learners and strongly support the use of ICT as a means of improving interest in English learning. Nevertheless, the absence of technological resources, overcrowded classrooms, insufficient support, and limited training continue to hinder ICT integration. Addressing these challenges could significantly contribute to increasing learners' motivation and reducing their disaffection with the English language.

The results reveal that learners' disaffection toward English is not caused by a single factor but by a combination of pedagogical, technological, psychological, and environmental challenges. Therefore, reducing disaffection requires a comprehensive approach that combines ICT integration, learner-centered teaching methods, increased practice opportunities, teacher training, and improved learning resources. Such measures can enhance learners' motivation, participation, and overall achievement in English language learning.

Conclusion

The findings reveal that learners' disaffection toward English language learning is influenced by several factors such as the difficulty of understanding the language, limited opportunities for practice, and notably the complete absence of ICT tools in EFL classrooms. Both learners and teachers acknowledge that motivation to learn English is generally low and that technology can play a crucial role in making lessons more engaging and interactive. However, the lack of technological resources, teacher training, and institutional support remains a major obstacle

to ICT integration. Therefore, improving access to ICT, promoting learner-centered teaching methods, and increasing opportunities for English practice could significantly enhance learners' motivation, reduce their disaffection, and improve their English language learning outcomes.

References

1. Abraham, M., Mihireteab, T., Arficho, Z., Zeleke, A., Habtemariam, A., & Tesfaye, T. (2022). Effects of training in ICT-assisted English language teaching on secondary school English language teachers' knowledge, skills, and practice of using ICT tools for teaching English. *Education Research International*, 2022, Article 6233407.
2. Akoutey, B. M. (2023). Oral communication skills and EFL advanced learners in Beninese secondary schools with reference to ICT. *International Journal of Humanities Social Sciences and Education (IJHSSE)*.
3. Bernaus, M., Wilson, A., & Gardner, R. C. (2009). Teachers' motivation, classroom strategy use, students' motivation and second language achievement. *Porta Linguarum*.
4. Dörnyei, Z., & Csizér, K. (1998). Ten commandments for motivating language learners: Results of an empirical study. *Language Teaching Research*, 2(3), 203-229.
5. Egounleti, P. M., Zounhin Toboula, C. M., & Yebou, E. (2022). Exploring the effects of lesson planning on EFL teachers' classroom performances in the process of teaching English as a foreign language in Beninese post-beginner classes. *European Journal of Education Studies*, 9(9), 155-170.
6. Harmer, J. (2001). *The practice of English language teaching* (3rd ed.). Longman.
7. Hounnou, A. M., Adjoha, B., & Zounhin-Toboula, C. M. (2024). Strategies for promoting learners' motivations by the medium of teachers in English as a second language: A pilot approach in Benin secondary schools. *Eureka: Journal of Educational Research*, 3(1), 56-63.
8. Joshi, K. R., & Poudel, G. P. (2019). Role of ICTs in promoting learner independence and motivation in English language classes. *Interdisciplinary Research in Education*, 4(1), 67-76.
9. Journal of Education and Applied Teaching (JEAT). (2024). The effects of Information and Communication Technology (ICT) tools on motivation and language proficiency of EFL learners in Indonesia: *A systematic review*.
10. Journal of Educational and Social Research. (2017). The benefits of using ICT in the EFL classroom: From perceived utility to potential challenges, 7(1), 111.
11. Lo, C. K., et al. (2024). Systematic review of ChatGPT use in English Language Teaching, cited in *Frontiers in Education* (2025). Motivation and achievement in EFL: *The power of instructional approach*.
12. Maallem, S. (2019). The use of PowerPoint presentations to motivate first year secondary school students to learn English: The case of Oued Taga Secondary School, Batna. *Journal of Human Sciences*, 30(3), 71-87.
13. Sakai, H., & Kikuchi, K. (2009). An analysis of demotivators in the EFL classroom. *System*, 37(1), 57-69.
14. ScienceDirect. (2025). Artificial intelligence tools: Improvement of motivation, psychological well-being, and psychological capital of EFL learners: A self-determination theory perspective.
15. Zhang, Z., & Crawford, J. (2024). EFL learners' motivation in a gamified formative assessment: The case of Quizizz. *Education and Information Technologies*, 29, 6217-6239.
16. Zhou, W., Zhan, Y., & Jawing, E. (2023). Analyzing EFL learners' demotivating factors in blended learning context. *Frontiers in Psychology*, 14, 1290034.
17. Zounhin Toboula, C. M., Hindémè, U. O. S., & Egounléti, P. M. (2020). Revitalizing the teaching of English as a foreign language through the use of audiovisual materials. *International Journal of Advanced Research (IJAR)*.

**MÖVLANA MƏHƏMMƏD FÜZULİ QƏMİ VƏ QƏMİN TUR DAĞI ZƏRRƏSİNDƏ İLAHİ EŞQ
VÜSALI****Google Akademik, PROF.DR. ƏBÜLFƏZ ƏZİMLİ**

ORCID: 0009-0001-1327-3425 ezimliebulfez@yahoo.com.tr Google Akademik, Dünya Sülh Səfiri; Nobel Prizə & India- Birliyinin Yönetici üzü; Qlobal Yazarlar Akademiyası üzü-Hindistan; Türk Dünyası Vətəndaşlığı və Eytimçilər Birliyi üzü-Bişkek; TÜRKSOY üzü; Mery's Ange'ls Internacional Qrup üzü; Poetas Intergalácticos-üzü; World Peace Literature Academy-nin yönetici üzü; Saib Təbrizi Elm Mərkəzinin üzü; Azərbaycan Yazıçılar Birliyinin üzü; Naxçıvan Dövlət Universiteti; Naxçıvan Müəllimlər İnstitutu-BÜTÖV AZERBAIJAN

Özət

Beş yüz ildir söz Füzuli cezbini gölgesində bihuş (baygın) haldadır.

Cazibe nedirse, Füzuli de o-dur.

Cazibe nedir?

Cazibe—cezb eden ve cezbi yaradan qüvvədir.

Cazibe—çekijilik, çekim demektir.

MÖVLANA MƏHƏMMƏD FÜZULİ (1494-1556) Musa Kəlamlı şairdir. Musa Kəlamlı olmaq- Tur dağında eşqdə olmaqdır. Tur dağından gələn Təcəllə Eşqin heyrətindən idi. Məhəmməd Füzuli özü də Eşq heyrətində olub. Füzuli Təsəvvüfündə Cazibə var: çünki o, İlahi Eşq heyrətindən güc alıb.

Füzuli Təsəvvüfü Tur dağı zərrələrindən işıq alıb. Və füzuli bir Aşqi kimi, EŞQİN CAZİBESİ VƏ HEYRƏTİN QƏMİDİR. Qəm heyrətdə, Heyrət Qəmdə qərar tutub. Necə ki, Qəm Füzulidə Qərar turub. Çünki Füzuli Özü Eşdir. Eşq də Füzulidir.

Eşq Füzulidə Vüsaldır. Vasal kamala yetmədir. Kamala yetmə EŞQDƏ EŞQDİR. Demək ki, Eşq Füzulidə aram tapıb yetib.

Dünya Füzulinin söz və aşk yaddaşı ilə bir daha tezələndi. On altıncı yüzillikdən beri poeziya aleminde sözlər və menalar Aşk cezbini Füzuliden alıb. Çünki Muhəmməd Füzuli ibn Süleyman söz və menalar aleminin cazibə cövhəridir

Füzulinin özünün Aşk Meracı var.

Füzulinin özü Aşkın Meracıdır.

Beş yüz ildir ki, aşiqlər Füzuli cezbindən qidalanıb;

Şairlər Füzulinin söz cezbini sehrinə düşüblər.

Füzuli «Ayine»dir. Bu Ayinede yalnız cananın ruhi siması, Allahın yerlere və göylərə bəhş etdiyi gözəlliklərin sirri, möcizəsi eks olunur və bu Ayine Allah-tealanın cazibə qüdrətinə o qədər bağlıdır ki, ondan ayrılırsa— “çıxar canı”.

Eşq Füzulidə Vusaldadır. Füzuli poeziyası Aşıqların və Meşuqların Fecr duasıdır. Fecr işıqdır, dan yeridir; Günəşin doğuşunun eləmetidir-habərçidir, müjde verəndir: hayırlar getirir.

Fecr Yer üzünün duasıdır. İnsanlara nicat, heyir-bereketlər gəlir oradan

FÜZULİ VƏ FEHM iç-içədir- necə ki, aşiq öz qəmi ilə nicat tapıb- aram bulub. Fəhm halında olmaq da Füzuliyə rahatlıq verib.

Fehm elmi Füzuliye dostdur.

Fehm–anlama, ağıl, idrak, derrake, zeka demekdir.

Fehm–kavramdır.

Ona göredir ki, dünyanın bütün zahiri alemi, sözlər, menalar Füzuli tefekkürünün işığı altında solğun görünür.

Ona göredir ki, bütün sözlər və menalar Füzuli sözlərinin, menalarının, vesflərinin qarşısında aciz qalıb-onların tilsimində düşüb

AÇAR ÖZLƏR: Məhəmməd Füzuli və Eşq: Füzulidə Eşq-Tur dağı zərrəsidir; Füzuli və Aşq vüsali

**MEVLANA MUHAMMAD FIZULI'S SHIP AND THE SHIP'S RELATIONSHIP WITH DIVINE
LOVE IN THE SPOT OF MOUNT TUR****Google Akademik, Prof. Dr. EBULFEZ TAHİR EZİMLİ****SUMMARYT**

For five hundred years, the word has been unconscious under the shadow of Fuzuli's attraction.

Füzuli is what attraction is.

What is attraction?

Attraction – the force that attracts and creates attraction.

Attraction means attractiveness, attraction.

MÖVLANA MƏHƏMMƏD FÜZULİ (1494-1556) Musa is a verbal poet. To be a follower of Musa Kalam is to be a companion on Mount Tur. He was from the tribe of T\cella Eşqin, who came from Mount Tur. Muhammad Fuzuli was also in the form of Eshq. There is charm in Fuzuli Sufism: because it draws strength from the Divine Esq.

Füzuli Sufism received light from the particles of Tur Mountain. And like a superfluous love, IT IS THE ATTRACTION OF EQUAL AND THE QUOTE OF HEYRƏTİN. In the Qur'an, the Qur'an made the decision. However, Qəm Fuzulidə Qərar turb. Because Fuzuli Essence is Equal. Eqq is also Fuzuli.

For Fuzuli, love lies in union. Vasal status is not enough. Kamala is not enough. So, my search for Eşq Fuzuli is complete.

The world was once again refreshed by Fuzuli's words and love. Since the sixteenth century, words and meanings in the world of poetry received the attraction of Love from Fuzuli. Because Muhemmed Füzuli ibn Süleyman is the jewel of attraction of the world of words and meanings.

The essence of Fuzuli is the Desire of Love.

The essence of Fuzuli is the Purpose of Love.

For five hundred years, lovers have escaped the attraction of Fuzuli;

Poets fell under the spell of Fuzuli's verbal charm.

Fuzuli is 'Ayine'. In this Ayah, only the spiritual face of the soul, the secret and miracle of the features that Allah has bestowed on the places and the skies are missing, and this Ayah is so dependent on the power of attraction of Allah Almighty that if it were separated from it, it would "take out the soul".

Fuzuli poetry is the Fajr prayer of the Loved Ones and the Beloved. Fajr is the light, the place of dawn; It is a sign of the sunrise - a messenger, a giver of good news: it brings good things.

Fajr is the prayer of the Earth. Blessings and blessings come to people from there.

FÜZULİ and FEHM are intertwined - how the lover finds himself with his own qəmi. Being in a mood also gave Fuzuli peace of mind.

Fehm elmi Fuzuli is a friend.

Fehm means understanding, mind, perception, derrake, intelligence.

Fehm–concept.

According to him, the entire apparent world of the world, words and meanings appear pale under the light of Fuzuli's contemplation.

According to him, all words and meanings were helpless in the face of Fuzuli's words, meanings and attributes and fell under their spell.

AÇAR ABSTRACTS: Məhəmməd Füzuli and Eşq: Füzulidə is the particle of Eşq-Tur mountain; Füzuli and Love Vüsâlı

GİRİŞ

Füzuli sevır–

Füzuli düşünür demekdir

Mehmet Cefer

Mövlana Mehmed Füzulini yada salmaq ona sayğı və ehtiramdan başlayır.

Dünya Füzulinin söz və aşk yaddaşı ilə bir daha tezələndi. On altıncı yüzillikdən beri poeziya aleminde sözlər və menalar Aşk cezbini Füzuliden alıb. Çünki Muhemmed Füzuli ibn Süleyman söz və menalar aleminin cazibə cövhəridir.

Ve Füzuli türk cazibəsi ilə bütün insanları Aşk dünyasına qovuşmağa doğru aparır: çünki o, «Musa kəlamlı şair»dir:

Men şairi–Museyi kəlamem,

Sahirlere möcüzi-temamem.

– Men Musa kəlamlı şairem,

Sehrbazlara tamam olmuş möcüzəm («*Leyli Mejnun*»).

Füzuli Musa(ə) kəlamlıdırsa, deməli, İsa(ə) ruhludur:

Buraxdı xake hüsnun afitəbi-alemarayı

Götürdü yer üzündən möcüzi-le'lin Mesihayı (*Seç. eserleri*, 1958, s.62).

Açımı: Alemi bezəyən Güneş hüsnünün gözəlliyini Yer üzünə buraxdı,

Mesihinin le'l möcüzünü Yer üzündən götürdü.

Mesihini qəbul etmədilər, Yer üzündən le'l möcüzü göyə qaldırıldı.

Füzuli İsa(ə) ruhludursa, deməli, Muhemmed (s.e.v.s.) me'raclıdır:

Ey olub merac bürhani-ülüvvü-şan sana,

Yere enmiş göyden, istiqbal edib Fırqan sana.

(*şerləri 2 cildde, 1 cild. Bakı, 2005, s.42*)

Açımı: Ey alilik şanın sübutu Merac olan,

Yere enmiş göyden Fırqan seni pişvaz edib (qarşılayıb).

Burhan(e)- delil, sübut;

Ülöv (e)- ucalıq, alilik, yüksəklik;

İstiqbal (e)- gelecek, qarşılama, pişvazetmə.

«Leyli və Mecnun» poemasında farsca yazdığı bir qesidesinde şair bele deyir:

İqdari–kaferist rişə'ri-to inhıraf,

Bürhani–gümrehist beğeyri-to iqtida.

(*Eserleri. İkicildlik. 1 cild, Bakı:1995, s.21*)

İnhiraf - doğru yoldan dönmek;

İqdari kaferist-kafirliye düşmek;

Gümrah-azmış, yolunu itirmiş;

Açması: Senin şerietinden dönmek kafirlikdir,

Senden başqasına uymaq yolu azmaqdır.

Füzulinin poeziyası, bedii dili ümumdünya türk milletini bir kainat altına yığmağa qadir neheng cazibe cövheridir. Eslinde, türk milleti o qeder nehengdir ki, bir kainat altına sığışmaz. Ona göredir ki, türkler dünyada zeminleri (yerleri) qarış-qarış gezib, ona heyat, can verib, ona rengler aşılayıb.

Füzulinin Aşk cezbinden behresi olmayanlar, Aşk merifetinden habersizler neçe-neçe illerdir, Müselman Şerqini-Necef, Kərbela ve Kerkük İraqını alovlara qalayır, qan çanağında boğur.

Aşk Füzuli ile yenileşdi, tezelendi.

Lövi-alemde yudum Aşk ile Mecnun adını,

Ey Füzuli, men dexe alemde bir ad eylerem.

(Seç. eserleri,1 cild, 1995, s146)

Füzüliden evvel «lövhi-alemde» Mecnunun adı yaşayırdı, Füzuli Yer aleminde-dünyada yeni bir ad qoydu: yeni bir ad yazdı dünyanın Aşk lövhüne.

MÖVLANA MƏHƏMMƏD FÜZULİ EŞQİNDƏ CAZİBƏ QÜVVƏSİ:

FÜZULİ VE FÜZULİ CAZİBESİ

Beş yüz ildir söz Füzuli cezbinin gölgesinde bihuş (baygın) haldadır.

Cazibe nedirse, Füzuli de o-dur.

Cazibe nedir?

Cazibe–cezb eden ve cezbi yaradan qüvvedir.

Cazibe–çekijilik, çekim demektir.

Cazibedar–çekiciliyi olma, alımlı menasındadır *(Türkce sözlük, 2005, s.35)*.

Füzulide Cezb eden, cazibi yaradan aşiqdir.

Türk Cezb eden demektir. Türke qarşı heqaret edenler öz cezblerini itirecekler.

Cezb–özüne teref çekmedir; bu özüne çekmenin en güclü halı–Aşkdır.

Demeli, Füzuli– Aşkdır.

Füzuli Aşk ile başka aşkların ferqi nedendir?

Füzulide Aşk–vecd halındadır.

Vecd nedir?

– En ali heyretdir;

– Aşkdan heyrete düşmektir.

Aşkdan heyrete düşmek insanda böyüklük yaradır.

Aşkla insan dünyanı unudur.

İnsan İlahi Aşkın vecdi ile özünü tapır.

MƏHƏMMƏD FÜZULİ VE EŞQİN QAF DAĞI UCALIĞI

Füzuliye göre Aşkın yükü o qeder ağırdır ki, bu ağırlığa Qaf dağı da tab ede bilmir; Qaf onun ağırlığı altında ikiqat olur:

Möhneti-eşq, ey dil, asandır-deyib, çox urma laf,

Eşq bir yükdür ki, xəmə olmuş onun altında Qaf.

(Seç. eserleri, cild, s.140)

Füzulinin özünün Aşk Meracı var.

Füzulinin özü Aşkın Meracıdır.

Beş yüz ildir ki, aşıqlar Füzuli cezbinden qidalanıb;

Şairler Füzulinin söz cezbinin sehrine düşüblər.

Necə ki, Ayin Cananın üzünün sehrine düşüb:

Ayine sever candan rüxsareyi-canani,

Bir qayete yetmiş kim, ayrılrsa, çıxar canı.

(Seç. Eserleri 1 cild 1988, s.22)

Ayine (ayna, güzgü) eks edendir: eyni halda «rüxsareyi-canan» (cananın üzü) da ayinedir. Beledə, ayine ayineni, can canı, rüxsar (üz, çöhrə) rüxsarı ister.

Can-ın menaları çoxdur:

Can –ruh; ürek, könül; heyat, yaşam, qüvvət, qüdrət, güc, esil, mahiyyət deməkdir.

Canan --can bəxş ediləndir.

Kim ki canını (özünü-kendini) sevir, cananı sevmez:

Canı kim cananı üçün sevse-canın sever.

Canı üçün kim ki canın sever- canın sever.

Her kimin alemde miqdarıncadır teb'inde meyl,

Men lebi-cananı, Xizr abi-heyvənı sever.

Başə dem düşdükce teqsir eylemez, eyler meded,

Ol sebebden müttəsil çeşmim ciyer qanın sever.

Müşki-Çin avare olmuşdur vetəndən mən kimi,

Qansı şuxun bilmezem zülfi-perişanın sever.

Füzulide menalar bir-birini açar, bir-birini tamamlayar. Qezeldə her beyt özlüyündə bitkin ve tamdır;
her beytdeki misralar kontrast–tezaddır;

misralar(təzadlar) hem de bir-birini tamamlayır.

Şair menaları ele cilalayır ki, orada yalnız hikmet saklanır: misralar bir-birine qol-qanad verir, dirilik verir.

**Su ki sergerdan qezer, başında vardır bir heva,
Qaliba, bir gülruşun servi-xuramanın sever.**

**Aqibet rusva olub meyl tek düşer xalq ağzına,
Kim ki bir sermest saqi le'li-xendanın sever.**

**Nolacaqdır, terki-eşq etme, Füzuli, vehm edib,
Qayati derler ola bir bende sultanın sever (Seç. eserleri, 1958, s.52).**

He kes canını cananı üçün sevse–cananı sever: aşik yalnız canana (can sahibine–senin canının sahibine), sevgiliye olan mehebbetine göre öz canının qayğısına qalmalıdır.

Eger eksine olarsa: yeni her kes ki öz–kendi canını qorumaq üçün cananı severse, o halde o, (aşiq) cananı deyil, öz canını–özünü sevmiş olur.

Aşkda özünüsevme yokdur.

Özünü seven kes aşik adlanmaz. Her kesin tebindeki meyl onun miqdarı, heddi kadardır; o miqdar, hedd sona yetendir, daimi deyil.

Men cananımın leli-lebini (leb–aşkar menada dodaq demekdir, lakin gerçek anlamda leb-ruh verendir) sevirəm ;

Hızr ise «abi-heyvanın»–dirilik suyunu sever;

her ikisi ölmezlik, canlılıq nemetidir.

Başa dem (qan) düşdükce teqsir–günah eyib etmez, eksine: kömek eder– ona göre de müttasil (dayanmadan, dalbadal) gözüm ciyerimin qanını sever.

Çin miski benim kimi vetenden avare olub–düşüb uzaq-uzaq yerlere, bilmerem ki, hansı gözelin (dağınıq saçını) sever. Çin mişki yalnız gözelleri aktarar, men de misk kimi öz «zülfi-perişanımı» aktarıram.

Su hemişe sergandan (avara, başını itirmiş) halda gezer, çünkü onun başında bir hava (aşk havası) vardır, çok ehtimal, güman ki, bir gülruhun (gülüzün) ədalı, naz-qemzeli duruşunu, boy-buxununu sever. Su yer üstünde, ayaqlar altında akar, servi–huramanın ayaklarına döşenmek üçün servin ayaqları altına seriler–oranı sever. Aşik de yarın ayaq qoyduğu meskeni sever.

Kim ki, bir serhoş saqinin (şerhoşluq paylayanın) açılmış mestini (hazır mestedicisini) sever, sonda rusvay olar, mey kimi halkın «ağzına düşer»–yeni hamı onun o rusvalığından danışar.

Bütün bunlara bahma, ne olacaq, ey Füzuli, «vehm edib»–qorkub aşkı terk etme:

Onsuz da sonda deyirler ki, bir bende sultanını sever.

Canan Füzuli Sufizminde her şeyin sahibidir.

Allah-teala her şeye evvel və ahir verir ve her evvele bir evvel, her ahire bir ahir gələr.

Her sona bir son ve evvel verme de O–na aiddir.

Mövlana Füzuli “Ayine”dir. Bu Ayinede yalnız cananın ruhi siması, Allahın yerlere və göylərə behş etdiyi gözəlliklərin sirri, möcizesi eks olunur və bu Ayine Allah-tealanın cazibə qüdrətinə o qədər bağlıdır ki, ondan ayrılırsa– «çıxar canı».

Füzuli poeziyası Aşıqların və Meşuqların Fecr duasıdır. Fecr işıqdır, dan yeridir; Günəşin doğuşunun elamətidir-habərçidir, müjdə verəndir: hayırlar gətirir.

Fecr Yer üzünün duasıdır. İnsanlara nicat, heyir-berektetlər gələr oradan.

«Qurani-Kerim»de Fecre and içilir:

Val-facr (and olsun sökülən dan yerinə) (facr suresi, aye- 1).

Vefa Füzuliden kama yetdi; ona görə Füzuli özünü «zamanın kamalı» adlandırır və kamilleye (kemalə) «ehsen» (afərin) deyir:

Rəsmi-vefa, Füzuli, sendən kemalə yetmiş,

Xoş kamali-zamansan, əhsəntü bu kamalə.

(Füzuli.Seç. Əsrler, 1958 s, 156)

Füzuli mövlasını bulan şairdir.

Mövlə efəndi, sahib, malik, ağa deməkdir;

Mövlana-mövlasına mexsus olmağdır.

Füzuli Mövlasını bulandan sonra Mövlana oldu: Mövlana Şəms Tebrizi kimi, Mövlana Cəleddin Rumi kimi.

Bir fərqləri odur ki:

Şəms Tebrizdə və Cəleddin Rumide Aşk - bağlılıqdır;

Füzulide isə Aşk vecddir, heyretdir.

Bütün aşıqların yağısı, həsrəti, vüsali, vefa və etibar, fəhmi Füzulinin Aşk dualarında hifz olunur. Füzuliye görə yarı istəmək üçün gerek candan keçən:

Ey könül, yarı iste, candan keç,

Seri-küyün gözet, cehandan keç.

Ya tème' kes heyat zövqündən,

Ya lebi-leli-dilsitandan keç.

Mülki-təcridə fərağət evi,

Terki-mal eyle, xanimandan keç.

Şərhlə Şərh: Mövlana Füzulidə QƏM özü bir LÖvhədir, oraya min-min sirlər nəşş olunub-

Ey könül, yarı iste, sev–candan keç: candan keçmək en şövqlü istekdir: yarın astanasının başına gözetçi ol, dünyaya mehel qoyma, ona etina etme, onun yanında ayaq saklama.

Yarın astanası–ayaq qoyduğu yer– dünyadan gözeldir.

**Lamekan seyrinin ezimetin et,
Bu xerab olacaq mekandan keç.**

**Ehli-dünyanın olmaz ahireti,
Ger bunu ister isen, ondan keç.**

**Meskenin bezmgahi-vehdetdir,
Ey Füzuli, bu hakidandan keç!**

İki yolun var: ya heyat zövqündən tamahını kes, yani dünya aldanişlarına bağlanma: ya da: gözəlin (könül alanın) heyat behş eden “ləl-lebin”den keç.

Ferağat evi–dinclik evidir. Dinclik–mülkü terk etmək emelindedir. Malın, mülkün terkin ver, yeni onu boşla, özündən uzaklaşdır, mekansızlıq seyrinin yolunu tut, bu harab olacaq mekandan keç.

Dünya mülküne etibar etme, dünya şanının ucalığına etibar etme, ondan uzaqlaş.

Dünya ehlinin, yani özünü-düyaya bağlayanın ahireti olmaz. Eger ahiret heyirleri isteyirsense, dünyadan keç-tamahını kes ondan.

Ey Füzuli, senin meskenin, şad yerin vehdet güşesidir, ona görə bu dünyadan uzaqlaş; vehdete qovuş.

Hansı bir Qerb şairini göstere bilerik ki, o Füzuli, ondan evvel Nesimi, ondan evvel Nizami kimi dünyaya Aşk, mehebbet, ilahi sevgi neğmeleri oxusun?!

Füzulini oxuyarkən dünya insanın gözündə kiçilir–hele yüz il evvel İmadeddin Nesiminin gözündə insan dünyadan böyük idi. Nesimiden 200 il evvel Nizami insanı yer üzünün eşrefi, şerefi kimi vesf etmişdir.

Nizami de insanın, beşəriyyətin Humanizmi (insan sevgisini) Aşk ilə nicat tapacağını söylemişdir. Nesimi insanı Yerlere, Göylərə bərabər tuturdu:

Her ne yerde, Göyde var–ademde var,

Her ne ayda ilde var–ademde var --deyirdi.

Füzulide isə insanın və Dünyanın nicatı Aşk ilədir. Ona görə Füzuli öz məramını açıqca bildirirdi:

**Menden, Füzuli, isteme eşari-medhü zemm,
Men aşiqem, həmişə sözüm aşiqanədir.**

Açımı: Ey Füzuli, menden medh və hecv şeiri isteme,
Men aşiqem, hemişə sözüm aşiqanedir.

(seç. eserler. 1c., 1988, s.49)

Füzulinin zamanınadək dünyanın mehebbeti itmişdir. Yüz il evvel Nesimi insanı Böyük Mehebbetin, Böyük Eşiqin, Böyük Hikmetin şerefi kimi vesf etse de, zaman və zeif iradeler, besit ağıllar, nefsler ona qarşı herb (savaş) elan etdilər.

Füzulinin zamanında Mehebbet sönmüş, rengi solmuş halda idi. Füzuliden 350 il evvel böyük Azərbaycan şairi Şeyx Nizami dünyaya Humanizm, Aşk hikmetləri təqdim etdi. Bu hikmetdə İnsan Böyük Alemin Şerefi, Eşrefi Meracından (ucalığından) dəyərləndirildi. Nizami özündən 500 il evvel nazil olmuş «Qurani Kerim»in hikmetinə qovuşdu, ilahi Mehrin dirilik suyunu içdi:

**Eşqdir mehrabı uca göylerin,
Eşqsiz ey dünya nedir dəyər.
Bu dünya eşqdir, qalan fırlıdaq,
Eşqdən başqa şey-bütün oyuncaq- dedi.**

Dünya bugünədək öz hikmetini itirdiyinə görə Nizamini də anlamayıb.

Füzulide Aşk ele bir heyretin sirrinə qovuşdu ki, ele bil Aşiq Zöhre vüsəlinə yetdi.

Füzuliyədək aşiqlər Zöhre ulduzuna tamaşa edirdilər.

Füzuli isə Zöhre ulduzuna qovuşdu.

Ona görə belə deyirdi şair:

**Mende Mecnundan füzun aşiqlik istedadı var,
Aşiqi-sadiq menem, Mecnunun ancaq adı var.**

**Nola qan tökməkdə mahir olsa, çeşmin merdümü,
Nütfeyi-qabildürür, qemzen kimi ustadı var.**

Şərhdə Şərh və məna vəcdləri:

Mende Mecnundan artıq aşiqlik istedadı–vergisi, vecdi var,

Menem sadiq aşiq–Mecnunun ancaq adı var.

Mecnun menimlə qiyas–müqaisə edilə bilməz: həm aşkın gücünə, böyüklüyünə görə, həm də sadiqliyə görə. Mecnun adda aşıqdır, onun sdaqəti yok idi, sadiq deyildi; sadiq olsaydı, Leylini tekbaşına buraxmazdı.

**Qıl təfaxür kim, senin hem var men tek aşiqin,
Leylinin Mecnunu, Şirinin eger Ferhadı var.**

Ehli-temkinem, meni benzətmə, ey gül, bülbulə,

Derde yox sebri onun, her lehzə min feryada var.

**Öyle bedhalem ki, ehvalım görende şad olur,
Her kimin kim, dövr cövründən dili-naşadı var.**

**Gezme, ey könlüm quşu, qafil feza-yi-eşqde,
Kim, bu sehranın güzergahlarde çox seyyadı var.**

**Ey Füzuli, eşq menin qılma nasehden qebl,
Eqi tedbiridir ol, sanma ki, bir bünyadı var.**

(Seç. es. Bakı, 1958, s.64)

Gözümün bebeyi qan tökmekde mahir olsa, eyb etmez, göz bebeyim bu axan qanı qebl edib, çünki onun qemzen (nazın, işven) kimi bir ustadı var.

Göz yaşım qan tökmekde mahirdir, qemzen–nazın ise ustadlıqda benzersizdir. Leylinin Mecnunu, Şirinin Ferhadı varsa, tehafür qıl–fehr et ki, senin men kimi yegane bir aşiqin var.

Ele fehr et ki, Leyli Mecnunla, Şirin Ferhadla o derecede fehr etmemiş olsun.

Ehli- temkinen– temkinli, sebrli, ezaba dözümlüyem, meni bülbüle benzetme, çünki bülbülün ezaba gücü çatmaz, gülün hesretine vefa ede bilmir, sebri yohdur, her an min feryad qoparır: feryadın çoxdur– etibar az; benim feryadım dile gelmez, etibarım bütün aşiqlerden artıqdır, sebrde–dözümde mene çatan olmaz.

Eyle bedhalem–pis haldayam ki, kimin ki zaman, dövr ezabından qemli üreyi var, o benim ehvalımı görende şad olur, çünki benim derdimin böyüklüyü qarşısında özlerinin - kendilerinin derdini çox yüngül sanırlar.

Ey könlüm quşu, aşk fezasında qafil–habersiz gezme, çünki güzergehlerde–yol-izlerde, keçidlerde sehranın çox seyyadı–ovçusu var. Quşlar özlerinden habersiz uçarlar, lakin onlar ovçuların okuna tuş gələrler. Könlümün quşu qefletde qalarsa, qefil belalara ürcah olar.

Ey Füzuli, nasehden–öyüd verenden aşkı redde etmək nesihetini qebl etme, o eqi tedbiridir, eqi tedbirinin bir kökü yohdur: aşk olan yered eqle yer qalmaz.

Eslinde, vüsal Füzuli Aşkının cezbinden çok aşağıdır.

Çünki Füzulide Aşk özü bir Vüsaldır.

Eger dünya Aşkdan halidirse (kenarsa), demeli, Vüsaldan da uzaqdır.

Vüsal bütün Aşk aleminde sona çatma, sonun yetmesidir.

Fizulide vüsal evveldir, evvelin evvelidir. Çünki her bir istek, heves yalnız ona qovuşana qeder istek ve heves olaraq qalır. Qovuşandan sonra yox olur. Füzulide Aşk- istek, heves deyil, heyretdir.

Heyret– sönmeyen vaddir.

Ayrılanlar Vüsala yetmeye ve ona qovuşmağa can atar.

Füzuli Aşkında ayrılıq olmayıb ki, Vüsal hesreti olsun.

Füzulide Aşk idrakın fehmini de vurub keçmişdir.

Eql Füzulinin hökmüne tabedir, ancaq Aşk–yox.

Çünkü Füzuli «urfan qazanıb», o, «büsati-behr»dir-derya büsətidir; ona görə de, eql onun hökmüne tabedir.

Çalış ürfan qazan, ta eql olsun hökmüne tabe,

Büsati-behrem, ustadın elinde olmaz imkanı.

(«Ənişül-qelb» 1 c. seh. 502)

MÖVLANA MƏHƏMMƏD FÜZULİ VƏ EŞQİN FEHM ULDUZLARI

Fehm elmi Füzuliye dostdur.

Fehm–anlama, ağıl, idrak, derrake, zeka deməkdir.

Fehm–kavramdır.

Ona göredir ki, dünyanın bütün zahiri alemi, sözlər, menalar Füzuli tefekkürünün işığı altında solğun görünür.

Ona göredir ki, bütün sözlər və menalar Füzuli sözlərinin, menalarının, vesflərinin qarşısında aciz qalıb-onların tilsimində düşüb.

Kuhken (dağçıpan), Ferhad da öz nekşlərində gücsüz idi. Füzulinin Aşk nekşi silinmez–daimidir:

...Aciz olmuş yıxmağa ah ilə kuhi Kuhuken,

Neylesin miskin, onun eşqi hem ol miqar imiş.

Daşə çekmiş xelq üçün Ferhad, Şirin suretin,

Erz qılmış xelqə mehbubin, eceb biar imiş.

....Dün Füzuli arizin görcek, revan tapşırdı can,

Laf edib derdi ki, canım var, emanətdar imiş.

(Seç. eserlər. Bakı, 1958 s.84)

Kuhken (dağçıpan) mənə nisbətde o qədər aciz olub ki, dağı yıxa bilməyib. Füzuli burada dağı çapmaqdan deyil, dağı yıkmaqdan behs edir. Ferhad ah çeke-çeke dağı çapır, süd arhı çekirdi. Eger onun ahının eseri (tesir gücü) artıq olsaydı, dağı yıkardı, daha onu çapmağa ehtiyacı olmazdı. Sebeb aydındır: Dağçıpanın Aşkı ele o derecede imiş: yeni mənim aşkımdan gücündən aşağıdır onun aşkı.

Ferhad Şirini halqa göstərmək üçün onun rəsmini daşa çekmiş, hekk etmişdir. Halbuki Ferhad Şirinin süretini qəlbində hekk etməli idi: deməli, onun aşkıliyinin həddi çox aşağıdır. Ferhadın başqa bir eybi də var: Şirinin süretini daşa hekk etməyi ilə mehbubunu–sevgilisini halqa–nüməyiş etdirmişdir; bu ərsizliqdır. Halbuki aşiq sevgilisinin başqalarının görməsini heç vakt qəbul edə bilməz. Başqa bir hal: daşda hekk olunan süret aşiqə hansı heyretli təsir göstərə bilər? Onda hansı vəcdi yaradar?

Vecd–coşa gelme, qeşş etmek, ilhama gelme, heyran olma, özünü itirmedir.

Gerçek görünme aşık tab ede bilmez. Ferhad gerçek görmediyine göre bele sebrle daş çapır. Dünen Füzuli yarın üzünü bir an gören kimi canını tapşırdı –canı qoruya bilmedi: canana teslim etdi. Halbuki Füzuli laf edib–özünü öyüb deyardı ki, canım var ve bu can emanetdardır–yeni emaneti saxlayandır. Amma bunun eksi oldu: öz canını canana tapşırdı, yeni: ruhu elden getdi; yeni: öldü.

Füzuli özünden evvelki ve öz dövrünün bütün zehinlerini anlamışdı. Lakin Füzuli zamanından beri zehinler Füzuli idrakının, Aşkının seviyyesinden aşağıda qalıb.

FÜZULİ VE HEYRET

Füzuliden danışanda yalnız gerek Heyretten danışasan; çünkü Heyreti anlamadan Füzulini anlamazsan.

Dünya hele Füzulini anlamayıb.

Dünya Nizamini de anlamamışdı, Şems Tebrizini, Celaledin Rumini, Yunus İmreni, Nesimini de anlamamışdı.

Füzulinin çevresinde Aşk deryasının tüğyanı var.

Tüğyan–aşma, daşma, coşma, qaynaşma, üsyanetme demekdir.

Tüğyan–Derya fırtınası Füzuli Aşkının gücüne yetmekte acizdir:

Görüb mühlik benim çevremde behri-eşq tüğyanın

Qaçıb bir dağə çıxdı Kuken, qurtarmağa canın.

Füzuli menanın içerisinde, menâ–Füzulinin.

Füzuli menaya söz verir, söze-menâ. Ve bütün sözler ve menalar Füzuli sözünün qarşısında aciz qalıb. Çünkü Füzuli deryasında menâ –Aşkdır, Aşk–menâ.

Çünkü Füzuli, Aşkı Allah-tealanın Merhametinden alıb, menanı–«Qurani-Kerim»den.

Allahın rehmetleri olsun Böyük ustada- Eşqin Səma ulduzuna!

QAYNAQLAR

1. Qurani-Kerim
2. Füzuli M. Seçilmiş eserləri. Bakı: Azərneşr, 1958.
3. Füzuli M. Leyli və Mecnun. Bakı: 1958.
5. Füzuli. Seçilmiş eserləri. 2 cildde, 1c, Bakı: Azərneşr, 1988.
6. Füzuli. Eserləri, ikicildlik, II cild, Bakı: 1955, 516 s.
7. Füzuli. Eserləri. 6 cildde, 1c. Bakı: «Şərq-Qərb», 2005, 400 s.
8. Türkçe sözlük. Ankara. Türk Dil Kurumu, 2005.
9. Ereb ve fars sözleri lüğeti. Bakı: 1984.
10. Azərbaycan klassik edbiyyatında işlənən erəb və fars sözləri lüğəti.
Tərtib edənlər A.M.Babəyev, S.B. İsmayılzadə (Rəmzi), Bakı: Maarif, 1981.
11. Araslı Həmid. Azərbaycan şairi Füzuli. Bakı: 1956.
12. Quluzadə Mirzəgə. Füzulinin lirikası. Bakı: 1965.
13. Məmməd Cəfər. Füzuli sevir. Seçilmiş eserləri, 1c. Bakı: 1972.
14. Əzimli Əbülfəz-“MƏN ŞAİRİ-MUSEYİ-KƏLAMƏM”. “*Fikir*” qəzeti, № 4, 1996..
15. Əzimli Əbülfəz. FÜZULİ QƏMLİ VƏ QƏMİN FÜZULİSİ. “*Şərq qapısı*” qəzeti, № 10, 8 mart 1995-ci il.

**NƏCİB FAZİL KISAKÜRƏK: SƏSİN SƏSİ-SÖZÜN SÖZÜ, YAXUD-İÇİNDEKİ DAR AĞACINDAN
ASILAN SESİN ŞAİRİ****Google Akademik PROF.DR. ƏBÜLFƏZ ƏZİMLİ**

**ORCID: 0009-0001-1327-3425 ezimliebulfez@yahoo.com.tr Google Akademik, Dünya Sülh Səfiri; Nobel
Prize & India- Birliyinin Yönetici üzü; Qlobal Yazarlar Akademiyası üzü-Hindistan; Türk Dünyası
Vətəndaşlığı və Eyitimçilər Birliyi üzü-Bişkek; TÜRKSOY üzü; Mery's Ange'ls Internacional Qroup
üzü; Poetas Intergalácticos-üzü; World Peace Literature Academy-nin yönetici üzü; Saib Təbrizi Elm
Mərkəzinin üzü; Azərbaycan Yazıçılar Birliyinin üzü; Naxçıvan Dövlət Universiteti; Naxçıvan
Müəllimlər İnstitutu-BÜTÖV AZERBAIJAN**

Özet

Dar Ağacı, Güneş, Akşam ve Onların can sırdaşı Necip Fazıl Kısakürek.

Necip Fazıl-- İçinden asılan şair.

Dar ağacı olmadımı? Dar ağacına ne hacet? Dar ağacı kendimi oldu? Kendindeki milletmi oldu? Milletin ağır-
ağır nefes alan göksündeki oklarını oldu dar ağacı?

Necip Fazıl- Özü Özünden asıldı. Çünkü daha Dar ağacı kalmamışdı: çünkü bütün dar ağaçlarından Milletin
Özü asılmışdı.

Milleti ve Vatanı korumak yolu Dar ağacından geçip gidiyor.

Özün Dar ağacı degilsenmi, Necip Fazıl?

Sular akşamın sesini duyar, nefesini duyar: akşamlar akşamlaşar- nasıl kı: renkler renkleşer. Bu renklerden sular
çok rahat oldu: eminlik çökdü Yer Yüzüne, Gög yüzüne. Ona göre sular da uykuya gitti- akşam renglerinin güneş
rengine boyandı suların rengi.

Ben Necip Fazılı okuyar-okumaz, Nazim Hikmet düşdü yadıma: Nazim Hikmeti okuyanda Namik Kamal
düşürdü yadıma. Şimdi mülhize edin: Necip Fazıl- Nazim Hikmetin ve Namik Kamalın sırdaşı gibi doğdu
Anadolu'nun Edebiyat beşiğine.

Necip Fazıl ruhumuzun sesini çekdi içine. İçinde ne büyük oyuk varmış Necip Fazılın!

Sesin neden böğle derinden gelir, şair? Senin sesinmi derin, ya deryanın tekimi? Deryanın tekinde mirvari-inciler
vardır. Senin içinde dertler: ağırlar. Senin içinde dertler yuva salıbsa,- derd bahtiyar olub. Çünkü sen bahtiyar bir
milletin şairisin: sen Türkün nefes şairi, ses şairisin...

ANAHTAR KELİMELEER: Necip Fazıl, Dar ağacı, içinden asılan sesin şairi; Nəcib Fazildə Ürfan

**NƏCİB FAZİL KISAKÜRƏK: SƏSİN SƏSİ-WORD OF THE WORD, YAXUD-POET OF THE VOICE
HANGING FROM THE Narrow TREE WITHIN
Google Akademik Prof. Dr. EBULFEZ EZİMLİ**

ABSTRACT

Gallows, Sun, Evening and their closest friend Necip Fazıl Kısakürek . .

NecipFazıl – the poet hung inside him.

Wasn't there gallows? What necessity for gallows? Did he himself become gallows ? Were the people gallows inside him? Was the gallows arrows in the chest with bated breath.

Necip Fazıl-was hung on himself. Because there was no another gallows left , people were hung on gallows.

The way to protect the Nation and the Land passes through the gallows.

Aren't you gallows yourself, Necip Fazıl?

Water can hear voice , feel the breath of the evening : evenings become evenings-as well as colours become colour. Due to these colours water became calm: assurance covered the Earth, the Heavens. So a great deal of water fell asleep-the colour of water was coloured to sun colour of evening colours.

As I began to read Negip Fazili I remembered Nazim Hikmet; Nazim Hikmet recalled Namik Kemal while I was reading his . Consider this view : NecipFazil was born in the cradle of Anatolia literature ike NazimHikmet and Namik Kemal's closest friend.

NecipFazıl pulled the sound of our soul inside himself. What a big whole there was inside NegipFazil!

Why does your voice come out of such depth , poet? Is your sound too deep, or the sea's? There are pearls in the depth of the sea. Within you grief: pain.If grief has built a nest inside you- then grief became happy. Because you are a poet of happy nation :you are Turkish's poet of breath, poet of sound ...

Keywords: Necip Fazil, Gallows, the poet of the voice hanging from it; Necip Fazil's troubles

GİRİŞ

Dar Ağacı, Güneş, Akşam ve Onların can sırdaşı Necip Fazıl Kısakürek.

Necip Fazıl-- İçinden asılan şair.

Dar ağacı olmadımı? Dar ağacına ne hacet? Dar ağacı kendimi oldu? Kendindeki milletmi oldu? Milletin ağır-
ağır nefes alan göksündeki oklarmı oldu dar ağacı?

Necip Fazıl- Özü Özünden asıldı. Çünkü daha Dar ağacı kalmamışdı: çünkü bütün dar ağaçlarından Milletin
Özü asılmışdı.

Milleti ve Vatanı korumak yolu Dar ağacından geçip gediıyor.

Özün Dar ağacı degilsenmi, Necip Fazıl?

Sular akşamın sesini duyar, nefesini duyar: akşamlar akşamlaşar- nasıl kı: renkler renkleşer. Bu renklerden sular
çok rahat oldu: eminlik çökdü Yer Yüzüne, Gög yüzüne. Ona göre sular da uykuya gitti- akşam renglerinin güneş
rengine boyandı suların rengi.

Men Necip Fazılı okuyar-okumaz, Nazim Hikmet düşdü yadıma: Nazim Hikmeti okuyanda Namik Kamal
düşürdü yadıma. Şimdi mülahize edin: Necip Fazıl- Nazim Hikmetin ve Namik Kamalın sırdaşı gibi doğdu
Anadolu'nun Edebiyat beşiğine.

Necip Fazıl ruhumuzun sesini çekdi içine. İçinde ne büyük oyuk varmış Necip Fazılın!

Sesin neden böğle derinden gelir, şair? Senin sesinmi derin, ya deryanın tekimi? Deryanın tekinde mirvari-inciler
vardır. Senin içinde dertler: ağrılar. Senin içinde dertler yuva salıbsa,- derd bahtiyar olub. Çünkü sen bahtiyar bir
milletin şairisin: sen Türkün nefes şairi, ses şairisin.

Və Nəcib Fazil haqqın qaynaqlarından su içən şairdir. Necip Fazil daxilən vulkan halında... Vulkan halı Dar
ağacı misalıdır. Nəcib Fazildə Dar Ağacı, Dar Ağacında Nəcib Fazil.. hər iki hal bir asimanda. İçinden asılan
sesin şairi səsi dərya dərinliklərinə də gedib çatır...

SÖZÖN DAVAMI, YAHUT:

I. ŞAİR NECİP FAZIL KISAKÜREYİN EDEBİYAT MAKAMI

... VƏ ÖZƏLLİKƏRİ

1: Necip Fazıl Kısakürek (1904-1983) XX esr Türk edebiyatının klassik şairi, “Sultan-üş Şüera”sıdır. O,
Edebiyat Makamı-na yeni Makam getirdi.

Bir haşiye: budur, vikipediyada Necip Fazıl Kısaküreye qarayaxma arayışı-melumatı verilib: güya o, şeirleri ve
yazıları ile ədəbiyyata və insanlara və millete düşmən olub. Bu zaman onun Ədəbiyyatın ruhuna-Divan-Tesevvüf
alemine bağlı olmağı- hikmet düşmənlərini ayağa kaldırdı. Bir melumatda saxta ittihama benzer sözlerle şaire
irad bildirilir::

“Ahmet Necip Kısakürek (26 Mayıs 1904, İstanbul - 25 Mayıs 1983, İstanbul), Türk şair, yazar, oyun yazarı ve
düşünür. İlk şiirlerinde bireysel bunalımlar, metafizik sorgulamalar ve şehir yalnızlığı gibi temaları işlemiş, 1934
yılında tasavvufu tanıştıktan sonra düşünsel bir dönüşüm yaşayarak eserlerinde İslami ve mistik konulara ağırlık
vermeye başlamıştır. Bu süreçte "Büyük Doğu" adını verdiği bir düşünce hareketi geliştirmiş; edebi kimliği ile
ideolojik yönelimini birleştirmiştir.

Uzun yıllar çıkardığı Büyük Doğu dergisi, İslamcı ve muhafazakâr fikirlerin yayılmasında önemli bir platform
olmuştur. Çok sayıda şiir, tiyatro oyunu, hatıra ve fikir kitabı kaleme almıştır. Ölümünden sonra da Türkiye'de

muhafazakâr entelektüel kesimler üzerinde kalıcı bir etki bırakmıştır”. (https://tr.wikipedia.org/wiki/Necip_Fazıl_Kısakürek)

Bu hallar onun Büyük Edebiyyat Deryasına bağlı olduğunu bildirir. Bu bağlılıqda bir cinayet halı varmı? Cinayet on arkaşı mürtece baxışlarda və Büyük Edebiyyata bir hücum idi. Ve bu cür hal böyük şair-mütefekkir Necib Fazıl Kısaküreye karşı kin və hiddeti ifade edir- yansıdır.

2: Necip Fazıl şiire yeni klassika verdi: şiir bahçasına türkcenin ince ve serrast sözlemek, manaları öz kökünde kökleme üslubuna mahsus bir ifade ölçüsü, serrast deyim mizanı aşıladı; təsvir dilinin ifade möcüzüne yeni möcüz katdı; en yeni Türk dili dönemi için sözü ve mananı aydınlaşdırdı, bedii-poetik akarı ile sesin ve sözün ritmini nizamlaşdırdı, tesvir ve terennümde yeni poetik ifade atributları yaratdı: az sözle derinlere aparan manaları manalandırdı...

3: XX esr Türk Edebiyatının Necip Fazıl’a ihtiyacı var idi...

SÖZÜN DEVAMI :

II. DAR AĞAÇI VE ONUN CAN SİRDAŞI NECİP FAZIL KISAKÜREK.

Necip Fazıl-- İçinden asılan şairdir.

İnsan kendi kendinden asılıpsa, demek, hayatın ve cemiyetin nizamı pozulup: insan da, cemiyet de can çekişir bu nizamsızlıkta. Çünkü ne akılı koyurlar öz halında olsun, ne gönülü:

Akıl akıl olsaydı, adı gönül olurdu,

Gönül gönlü bulsaydı, bozkırlar gül olurdu (“Akıl”).

Cemiyette akıl da akıl deyil, gönül de. Gönül akıldan, akıl da gönülden uzaktır: *ne akıl kendi halındadır, ne de gönül: akıl akılı tutmur, gönül gönlü.*

Hayat ve insanlar boğanak halındadır. Kafilik ve cahillik ucbaından akıl da kendinden farikdir, gönül de. Boğanak ikikatlıdır. Demeli, Akıl ile gönülün vahdeti yoktur.

Ona göredir ki, şair öz içinden asılı hala düşüp.



Necip Fazıl'da gönül ile akıl bir-birine bağlıdır. Akıl de kendi makamındadır, gönül de. Her şey tazad halında iken şairin gönül ve akıl dünyası aydınlık deryasındadır.

Şair Necip Fazıl için *kendi kendinden asılmak necat halıdır*.

Asılmak Dar ağacına aiddir.

Dar ağacı olmadımı, kendi içinden asıldı şair?

Dar ağacına ne hacet? Dar ağacı kendimi oldu?

Kendindeki milletmi oldu?

Ya Milletin ağır-ağır nefes alan göksündeki oklarmı oldu dar ağacı?

Ya belke, Dar Ağacı bulamadı şair Necip Fazıl- onunçün Özünden asıldı? Özünü asdı.

Yok, o, öylece asılmış halda idi.

Bütün cemiyet kendini kayp ettiği halda, Necip Fazıl'ın lirik 'ben'i kendini bulmuştur: hazine bulmuş gibi. Kendini öz içinde olan Öz-de bulmuştur Necip Fazıl.

Ve şair Necip Fazıl Gördü ki, *her şey hiç şey gibi olub*: her addımda bir kaflet, her deyimde bir rezalet var. Ve bu alemde şairin lirik kahramanının ağzı "tel-tel, iplik-iplik dikilmiştir":

Tel-tel ve iplik-iplik dikseler de ağzımı;

Tek ses duysalar; Allah...Yoklayanlar nebzimi.

("Ağzımı Dikseler")

Ses Necip Fazıl'da hem tel-teldir, hem ilme-ilme: dili aşk bahçesinin hikmetlerini söylemesin diye, ağzını tel-tel ve iplik-iplik tikipler...

Lakin nebzinde ve sesinde idi onun sesi: içte idi; köksünde ve ruhunda idi onun sesi: *Allah-diye her şeye yeter bu Ses. Sesledikçe, yakın olar o Ses*. O Ses idi şairi içe aparan, Öz-e aparan, Öz-e bağlayan.

SÖZÜN DEVAMI :

III. NECİB FAZILDEN SÖZ VE SÖZ.

İki gözünə qarşılıq dünyanı versələr, qəbul edərsənmi? Qəbul etməzsən. Peki nədən iki gözünü verənə səcdə etməzsən".

Bu fikir, insanın özünə və varlığına olan ehtiramı görmədiyinə və ona etina etmədiyinə işarədir. İlahi qüdrətin bəxşini anlaya bilməyən hansı gerçəkliyi anlaya bilər. Bu tip anlamazlar Necib fazıl Qısakürüyü düşmənlər oldular. Necib Fazıl dünya aşığı deyildir, dünyanın halına və əhvalına işıqlı nəzərdən yanaşırdı. Necib Fazıl dünyanı halını yaşadığı cəmiyyətin halsız halına, rəhgsiz rəhglərinə sözlərlə aydınlaşdırıran şair idi.

Hə. Əli əleyhissəlamın dünya və insan halına dair hikmətləri ən incə ilmələrdən təqdim- təhlil edirdi. Məsələn belə bir deyəmi var:” **Dünya ağıllılar yanında kölgəyə bənzər**”.Nəhcül-Bəlağə, 1993, səh.74). Necib Fazıl dünyada qurtulmuş halda idi: hər halı ən səmimi və sərrast halda nişanlayırdı. İmam Əli əleyhissəlam elə həmin səhifədə - “gölgə” anlamından ifadəsindən əvvəl , VIII xütbəsində dünyanın və insanın halını anladan fikirlər söyləyir:

” Eşidin, bilin, dünya elə bir yurddur ki, ondan qurtulmaq, xilas olmaq –ancaq oradaykən olar. Fəqət heç sanmayın ki, dünyaya aid işlərə qapılmaqla qurtulmaq olar...”(Hə.Əli-“Nəhcül-Bəlağə.1993, Səh.74).

Əlbəttə ki, hər adam dünyaya ondan qurtulmaq hikmətindən yana.şa bilmirdi. Ona görə də Nəcib Fazildən- onun hikmətindən qurtulmaq üçün ona nə aədər həbslər kəsdilər.

Özü Özündən asıldı şair Necip Fazıl. Çünki daha Dar Ağacı kalmamışdı: çünki dar ağaclarından Milletin Özü asılmışdı.

Ne azizdir Dar Ağacı! Ne güzeldir Dar Ağacı!

Çünkü bütün dar ağaclarına Milletin ruhunu bend etmişler.

Çünkü Vatanı korumak yolu Dar ağacından keçip gediyor.

Özün Dar Ağacı degilmisin, Necip Fazıl?

Necip Fazıl Kısakürek-i ilk dafa okuynada gözlerimin önüne Dar Ağacı geldi: niye? Özüm de bilemedim, geldi elece. Onun dar ağacına şiiri yoktur ve şiirlerinde dar ağacını hiç yada da salmayıp. Gördüm, dar ağacından asılmış insanın halı var onun söz talaşlarında. Gördüm Dar Ağacı şair Necip Fazıl'ı Sevir, Necip fazıl da Dar Ağacı'nı.

Gördüm onun içi asılıp Dar Ağacı'ndan: sesi asılıp, sözü asılıp, duygusu, düşüncəsi asılıp, ifade ettiği manalar asılıp.

Gördüm onun içi od tutub, alışıb yanır. İçi alışıb yanana Dar Ağacı neyler? İçi alışıb yanan kes Dar Ağacı'nı da yandırır-yakar. Ve özüm de farkına varmadan şairi ve şairleri seven Dar Ağacını sevməğe başladım.

Ve bir de gördüm ki, şair Necip Fazıl bir düşünür ve ruhani amel sahibi, habele büyük tasavvuf deryasının gemisi gibidir: üzüyor, deryada üzüyor; deryanın tekine doğru üzüyor: deryanın derinliyi ne kadardısa, oraya doğru baş vurur. Bu derinlikde daha bir derinlik var: tasavvuf daryasının incilerine bağlı idi şairin fikir ve mana, vasf ve tarannüm üslupu.

Necip Fazıl halen gencliğinden tasavvuf sırlarına irişmek için Yunus İmre'ye yüz tuttu. 22 yaşında iken yazdığı şiirde dileyini dile getirdi:

Kaç mevsim bekleyim daha kapında,

Ayağında zincir, boynumda kement?

Beni de piştiğin bela kabında

O kadar kaynat ki, buhara benzet.

(Kısakürek, 2011, seh.313)

Genc şair anlaşılmaz karanlıklar içerisinde kalmasın, habele sıkıntı ve talaşlardan uzaklaşsın, hakikat sırlarına mahram olsun diye, “ayağında zincir, boynunda kement” Yunus Emre'nin kapısında beklemişdir; beklemiştir ki, büyük ustadın “piştiyi bela kabında kaynasın”, kaynıyıp buhara dönsün.

Bütün bunlar şunu gösteriyor ki, lap ilkinden Necip Fazıl kendini anlamak aşkına kovuşmağa can atırdı: ve her şeyden önce, şair mahramane bir şekilde kendini ifade etmek uğruna çalışırdı.

Ve ifade etti: **gönlün gözü ile, aklın gözü ile...**

SÖZÜN DEVAMI :

IV. NECİP FAZIL KISAKÜREK-DE LİRİK ‘MEN’

Necip Fazıl “Men”li şairdir: O “Men” Allah’a sığınıp.

Tasavvuf aleminde “Men” (Men) Ürfan Deryası’dır.

“Ben” vahdete kovuşmak ocağıdır: orada odlar yanır-kızınmak için, yaşamak için; mehebbet var orada, neğme var, aşk var, keder var, hasret var, Öz var, Nur var.

İçinde ne kadar hatlar yatır şairin! O hatlar Ddar Ağacı gibi dimdik durur- Sarv Ağacı kibi canlı ve celbedicidir.

Ses onun aşkında Tasavvuf aydınlığına kovuşup: bu aydınlıktandır ki, Vahdet onun gönül dünyasının ağuşundadır.

Necip Fazıl’da Ben-in karakteri Tasavvuf deryasının daha gizlin ve derin sırlarına sığınan ve o sığınacakta aram tapan içeriklere bağlıdır:

Ben, kimsesiz seyyahı, mechuller caddesinin...

Ben,yankısından kaçan çocuk kendi sesinin...

Ben, sırtında taşıyan işlenmedik günahı,.

Allah’ın körebesi, cinlerin padişahı...

Ben, usanmaz bekçisi, yolcu inmez hanların;

Ben, tükenmez ormanı, ısınmaz külhanların...

Ben, kutup yelkenlisi, buz tutmuş kayalarda;

Öksüzün altın bahtı, yıldızdan mahyalarda...

(“Ben”)

Şurada Ben Bende-dir, və burada o da məlum olur ki, sanki söz, məna, fikir və düşüncə bəndə düşüb- yəni bağlanıb.

Şairin içi bir caddedir: özü de mechuller caddesidir: onda olan kendini itirir, tapa bilmez: yalnız irfani sırlara bağlı olanlar o caddenin keçip gide bilər. Şair kendini mechuller caddesinin kimsesiz seyyahı hesab edir (yadıncıdamı? Füzuli de kendini “bikes”-kimsesiz adlandırdı). “Ben” kendi sesinin yankısından kaçan çocuktur: yankını içine çekip: içinde besleyir- içini yandıran sestir çocuk sesi.

İşlenmeyen günahı çiyinde-omuzunda, küreyinde-beline-sırtında taşımak bir hikmettir: cəmiyyətin və insanların əminliyi, həyatın sevgisi adına şair o günahları sırtında taşıyor: *günahlar mürşit sırtında ölü halda olar, hareketsiz olar*. “Akşam” şeirindən gələn aydınlıq və tutqunluq% Lirik “Mən” qəlbindən və əqlindən gələn halların uyğunluğu: Lirik “Mən”dəki Akşam rəhgləri və əhəngləri uyğun və aydın heyranlıq ahenğidir:

Akşam

Güneş çekildi demin,

Doğdu bir renk akşamı.

Bu, bütün günlerimin,

İçime denk akşamı.

**Akşamı duya duya,
Sular yattı uykuya;
Kızılık çöktü suya,
Sandım bir cenk akşamı...**

Bütün tasavvuf humanizminde zaman, fikir, menâ vahdet var: bütün irfani manalar bir boyunbağıda düzülüp: bunun adı Aşk Vahdeti'dir. Necip Fazıl'da "Ben":

- çok-çok derin ve ehatelidir: o hem mechuldur, hem malum; hem kuldur, hem padişah;
hem bekçidir, hem sakın;
- ve "Ben"- yolcu inmez evin bekçisi, "öksüzün altın bahtı"dır.
- mechuller caddesinin kimsesiz seyyahıdır ki, kendini bilir ve aktarmağa çıkıp;
- kendi sesinin yankısından kaçan çocuktur: ancak kaçabilir mi? Kaça bilmez, çünkü
nereye dönse, sesi de oradadır: çünkü o ses Arş-i Aladan sallanıp;

Necip Fazıl'da "Ben"- hem de boşluğa düşen fikirdir; bütün imdad dileyenlerin- Allah deyenlerin boynunda vebal, hem bugünü getiren mazi, hem yarına aparan istikbaldır; hem ayna-gerçekleri yansınan güzgü, hem güzgülüye bağlı olan hayaldir; hem pervane, hem pervaneni başına dolandıran mumdur: yanar, yanar, kendine kovuşar:

**Ben, başı ağır gelmiş, boşlukta düşen fikir;
Benliğin dolabında, kör ve çilekeş beygir...**

**Ben Allah diyenlerin boyunlarında vebal;
Ben bugünküne mazi, yarinkine istikbal...**

**Ben, Ben, Ben; haritada deniz görmüş, boğulmuş;
Dokuz köyün sahibi, dokuz köyden kovulmuş...**

**Hep Ben, ayna ve hayal, hep Ben, pervane ve mum;
Ölü ve Münker-Nekir, baş dönmesi uçurum...**

("Ben")

"Ben" hem de bir Ses-tir. Ses Necip Fazıl-dadır, Necip Fazıl da Sesdededir.

Lirik 'Ben'le Ses iç-içedir.

'Ben' onun karip ve nisgilli sesinin asıldığı mekandır: insanın kendinin haberi olmayan geçimler, dağlar, dereler, çaylar, ormanlar-meşeler var ki, onlara yetmek gerek; lakin yetmek için can gerek, ruh gerek, ses gerek, güc, irade, iman gerek.

Şunlar hepsi Necip Fazıl'ın 'Ben'indedir.

SÖZÜN DEVAMI :**V. NECİP FAZIL'IN İRFAN DÜNYASI: YUNİS ƏMRƏ, NƏSİMİ VƏ FÜZULİ BAĞLARI**

Necip Fazıl'ın irfan dünyası Yunus Emre, Seyyid Ali İmadeddin Nesimi ve Mehmed Füzuli'nin vahdet dünyasına bağlıdır. Vaktile Yunus Emre benden içeri bir ben olduğunu- “bir ben vardır bende benden içeri” söyleyirken irfan sesini duymuş: nefesi içine çekmiştir.

“Ben” irfan hizmetçisidir. Yunus Emre’de *ben* her zaman uyanıkdı, dost yüzüne bakar; Yunus Emre’nin *irfan ben-i* “denize karışmağa” doğru giden “ırmak”tır:

**Benüm canım uyanukdur,dost yüzüne bakan benüm,
Hem denize karışmağa ırmak olup akan benüm...**

**Şah didarın gördüm ayan, hiç gümansızbellü beyan,
Kafir ola inanmayan ol didara bakan benüm.**

(Yunus İmre. Divan. seh. 48)

Aşkar görünen ses, belli olan beyan, cümle onundur, cümle onun hükmündedir; bana kendi yüzümü gösteren “ayet-i küll diyen benem”: “küllü dillerde söyleyen, küllü dili diyen benem”.

Bütün dillerde söyleyen, bütün mana dillerinde dil açan Ben hem de bütün sırları duyan-duyğu ve düşüncesinde besleyen ve bu sırlara hizmet eden ırmaktır; habele ‘belli’ olan ve ‘beyan’ edendir.

Yunus Emre’nin “razını”-mana sırrını bir kimse anlamaz: anlatır, lakin dilbilmezlere ne anlatasan! Sabır etmek de bir derttir: sabır etmeğe karar da kalmadı:

**Ger razunı söyler isem, kimse dilüm bilmez benüm,
Eger sabır eyler isem, gönlüm karar kılmaz benüm.
(Yunus Emre. Divan, seh.121)**

Haman razı-sırrı Nesimi söyledi: bilmez oldular. Nesimi:

**Mende sığar iki cahan, Men bu cahanasığmazam
Gövheri-lamekan menem, kövnü mekana sığmazam.
(Nesimi, 1973. seh.7)**

--diyerken Cahan-ın, habele mekan ve zamanın onun kendisi olduğunu ve kendisinin de onlara sığmadığını bildirmiştir.

Nesimi başka bir şiirinde söyleyir ki, men hem cahan mülkü, hem cahanın özüyem; men hem emekanam, Yer, Gök benim, “kafünun”- “Kun” (Ol!) nidası benim; şerh ve beyan benim, “kövnü mekan”-- bütün varlık, alem, varlık mekanları ve “kün-feka”-- darmadağın olmuş mekan; nişan, manalar aleminde hakk -- aşkar olan hakk benim:

**Men mülk-i cahan, Cahanmenem, men’
Men hegge mekan, mekan menem, men.**

**Men erş ile fersükafünunem,
Men şerhü beyan, beyan menem, men.**

**Men kövnümekanükün-fekanem,
Bilgil ki, nişan menem, men.**

**Men sureti-me'nidehegim, heg,
Men heggi-eyan, eyan menem, men--
(Nesimi, 1973, seh. 25)**

Bununla Seyyid İmadeddin Nesimi insanları onda - “Ben”de mekan tutan makamları anlamağa çağırırdı. Göylerde ne varsa, yerde ne varsa, “Ben”de makam tutup: “va sahharalekum-mafis-semavat-i v ama fil-arz-i cemi'em-minhu”: “Göylerde ne varsa, yerde ne varsa- her şeyi size tabe elemiş (Allah)”-- Casiye suresi, aye:13). Nesimi ona göre diyordu:”Her ne yerde, göyde var-ademde var”.

Nesimi’de Cahan Cahan’a sığınmıştır. Ama kendini zahiren makam sahibi sananlardan bunu anlamağa meyl gösterenlermi vardı? Meyl gösterenlerin yolu ise dar ağacından geçirdi.

Mehemmed Füzuli de bu mana menziline karar tutmuş ve kendi alemini en ince makamlardan vasf etmiştir; meselen, bir tercibend’inde böyle diyordu:

**Men kimem? Bir bikesü biçarevü bihaniman,
Taleyim aşüfte, igbalımnigun, bahtim yaman.
Nemli eşkimden zemin, memlûv ünümden asıman...
(Füzuli, Türkçe Divan. Tercibend)**

Ben hiç kimsesi olmayan, çaresiz ve hanimansızam; taleyim- karmakarışık, igbalım- ters, bahtım yaman; göz yaşımdan Yer nemli, ünümden- ah-nalemnden asıman dolub (boşalmak halındadır- daha o yükü saklamak gücünde deyil. Burada “Ben” aleminde Mena behrlerinin sırlarına işare ediliyor.

Necip Fazıl kendinden uzaklaşan beşeri kendini anlamağa sesledi: insanın kendinin kendine yetmeği çağrışını yaptı- onunçün gerek onun-şairin içinden yol salasan: o zaman duyarsın o sesi, görürsün dar ağacını; o zaman görürsün ‘ben’in dar ağacından asılan sesini.

Necip Fazıl da sır söylüyor: onun dile getirdikleri de o sır deryasındandır: hem de bu ele bir söyleniştir ki, insana necat yolunu belirliyor.

Necip Fazıl Kısakürek’in tasavvuf aleminde -- bende benin mahsusi sırları vardır: her ne varsa, o, şair “ben”inin batini deryasında karar tapıp. Şair “ben”in varolma sırlarına işare ederek, kendini böyle resmedir:

Ne ezap, ne sitem bu yalnızlıktan,
Kime ne, aşılmaz duvar bendedir.
Süslenmiş gemiler geçse açıktan,
Sanırım gittiği diyar bendedir

Yaram var, havanlar dövemez merhem;
Yüküm var, bulamaz pazarlar dirhem,
Ne çıkar, bir yola düşmemiş gölgem,
Yollar ki, Allah’a çıkar, bendedir .

(“Bendedir”).

O hansı duvardır ki-aşılmaz? O hankı diyardır ki, süslenmiş gemiler açıktan - boğazdan geçmekle oraya yetmek istiyor?

Onun yarasına ‘havanlar’ (havandestede melhem hazırlayanlar) melhem dövemez’, ve onun ele bir değerli yükü var ki, pazarlar ona kıymet koyamaz: pazarlar onun değerini ödeyecek varda deyil; benim gölgem tüşmeyen yollarla hakka gidip çıkamazsın: çünkü insanı Allah’a aparıp çıkaran yollar bendedir.

Necip Fazıl’ın dünyasında ben “Ben”dedir: yani ben Ben”e kovuşup; ben “Ben”in aşkına kovuşup.

Şair sözden kenaatla istifade etti: onun poetik teb’inde boş sözler söylenmedi, gereksiz sesler seslenmedi. Kafiyeleler manaların ve tasvirlerin içinden geldi: *aka-aka geldi*.

Necip Fazıl Kısakürek’de birer hikmettir her nefes, her söz, her mana:
sese ses verdi, söze söz verdi, manaya-mana;
mana onun sözleri ile sözlendi, nizama düştü;
sözlerin kol-kanadı açıldı onun sesiyle.

Anneme

Şair: Necip Fazıl Kısakürek

Anne girdin düşüme.

Yorganın olsun duam;

Mezarında üşüme.

Anlamam, anlatamam.

Düşen düştü peşime,

Artık vadeler tamam...

Şair manalarda laylar-katlar yattığını, manada mana olduğunu ıspatladı. Korkular ve seksekeler onun sözlerle yok edildi. Kim nerede ne aktararsa, şairin lirik ‘ben’i oradadır: mana alemine yetmek için gerek bir aşamak var onun yerini anlayasan, bir divarvar, - gerek o divarın mekanının nerede olduğunu bilesin: aşılması-geçilesi duvar Necip Fazıl’dadır. Onun mahsusi ‘ben’ışıkları var: o ışıklar yalnızlıktan gelen azapı, sitemi ışıklandırır.

Necip Fazıl Kısakürek XX yüzyıl Türk şiirinin ağrısı idi: XX esrde bütü türk mekanlarında milletin sesine, söyuna, varlığına karşı kıskanlıklar daha da sertleşirdi. XX esr türk şiiri onunla ağırlaşdı, aydınlaştı: Türk şiiri Necip Fazıl ile hemyaş olan büyük Azerbaycan şairi Mehmedhüseyn Şehriyar’la da ışık saçdı gönüller ruhuna.

Türk dilinin halk şirinliği ve musikiliyi, layla akarı ile cilalandı onun şiir dili.

SÖZÜN DEVAMI :

VI. NƏCİB FAZİL LİRİZMİNDƏ ÜSLUP AKARLARI:

Bunlar silsiləvi axarlardır:

Sesden Söze, Sözden Manaya : “Anneciğim” ve “Ağlayan Çocuklar”: Sesler, Hıçkırıklar.

Şeir Necip Fazıl Kısakürəyin nefesidir: asta-asta, ağır-ağır akar geler.

Məsələn, Anasına yazdığı məktub kimi:

**Ben bu gurbete ile düştüm düşeli,
Her gün biraz daha süzölmekteyim.
Her gece, içinde mermer döşeli,
Bir soğuk yatakta büzölmekteyim.**

**Böylece bir lâhza kaldığım zaman,
Geceyi koynuma aldığım zaman,
Gözlerim kapanıp daldığım zaman,
Yeniden yollara düzölmekteyim.**

**Son günüm yaklaştı görünesiye,
Kalmadı bir adım yol ileriye;
Yüzünü görmeden ölürsem diye,
Üzölmekteyim ben, üzölmekteyim. “Anneme Mektup”**

Sözler, manalar ona doğru koşup gelir ve şair ona doğru koşup gelen sözleri, ifadeleri o kadar yatımlı, manalı tarze salır ki, sanki tasvirler kanat açıp uçuyor: bu zaman bütün tasvir ve terennümler, vasıflar şairin bedii –poetik ifade inceliğine bürünür: ve şair ince sözlerle derin dalğalar, uçan lepeler yaradır. Poetik ifadesine göre, onun narin, aynı zamanda gur, duru akarlara benzer üslup taktı var ve bu üslup her sözde, her misrada ve her bendde hareket halindedir.

Belke, 1926-cı ilde yazdığı “Anneciğim” adlı şiirne yüz tutak? “Anneciğim” şiirinin akar sular gibi bir duruluğu var: şurada sözler kendi duru akarına sığınmış; burada bedii ifadenin stil ve remz renkleri derya sularına doğru giden bir akarın akınına düşmüş gibidir:

**Ak saçlı başını alıp eline,
Kara hülyalara dal, anneciğim!
O titrek kalbini bahtın yeline,
Bir inci tüy gibi sal, anneciğim!**

Şair neden anasına “ak saçlı başını eline alıp, kara hülyalara dal” diyor? Dünyanın bu kadar ağırlığı altında kalmış bir ananın bundan farklı bir hayatımı oldu?

Daha bir derin manalandırma: annesine müraciatla “titrek kalbini bahtın yeline bir inci tüğ gibi sal”-- diyen evladın dert ağırlığına ne tap getire biler? Ana-ya olan aşkıdan dözümlü alıp şair Necip Fazılın lirik “ben”i. Ana son günlerini yaşıyor: o kadar masum ve zarıftır ki, “bir inci tüy” gibi “bahtın yeli” ile uçup gidecek. Burada mananın hem uyarlı, hem de tazadlı bir halını söyleye bilerik: Dünyanın ağırlığı da anne için bir “inci tüy” kadardır: bu halda böyle de diye bileik ki, Ananın derdi, kam yükü dünyadan ağırdır:

**Sanma bir gün geçer bu karanlıklar,
Gecenin ardında yine gece var;
Çocuklar hıçkırır, anneler ağlar,
Yaşlı gözlerinle kal, anneciğim!**

Anneciğim, ha kal bu gecenin derinliğinde: bu derinlikte, gecenin karanlığı geçip geden değil, çünkü bu “gecenin ardında yine gece var”- yani gece geceye benttir-bağılıdır: geceden gece doğar-- halbuki geceden gündüz doğmalı. Çünkü Allah-Teala Gece ile Gündü-ze ayrıca nizam verip: Allah “Geceni gündüze katar, gündüzü de geceye”(“Hadid”, aye:6) :“yulicul-leyle fin-nehari va yulicun-nehara fil-leyl”.

Her ikisi aydınlık içindedir: her ikisi nurdur, her ikisi vahdettedir—gece gündüzden gündüzlener, özünde saklayar nurunu-güneşden aldığı ışıktan başka, öz varlığında da nur var: ve gece nuru ile gündüz nuru kainat sırlarından nişanlardır.

“Çocuklar hıçkırır, anneler ağlar”: ne için hıçkırır çocuklar? Anneler çocuk hıçkırıklarına tab ede bilmezler. Anne-ya yegane bir taselli: “yaşlı gözlerinle kal”.

Çünkü bir hiçe belenip bu dünyanın ağırları, nisgilleri:

**Gözlerinde aksi bir derin için,
Kanadın yayılmış, çırpınmak için;
Bu kış yolculuk var, diyorsa için,**

Beni de beraber al, anneciğim!**(“Anneciğim”, 1926).**

Hürke-hürke, talaş içinde ola-ola “anneciğim” diye-diye mahzun-mahzun ağıyarken içinden asılmışdır Necip Fazıl’ın lirik kahramanı: kalbinden asılmıştır: “anneciğim” diyen dili değildi- kalbi idi: kalbi asılmıştır Yer yüzünün ağaçlarından, Gökyüzü’nün yıldızlarından; çünkü annesi asılmışdır yıldzlara doğru yükselen bir sonsuzluktan: sonsuzluğun ağışına sığınmıştı anne; şair de anne kucağına sığınmıştır. Çünkü ondan eminli bir sığınacak yoktur. Ona göre şair “beni de beraber al, anneciğim” -- diyor.

İçinde ne kadar hatlar yatır şair Necip Fazıl’in! O hatlar Dar Ağacı gibi dimdik durur; sarv ağacı kibi canlı ve celbedicidir. Halen 20 yaşında iken”Ağlayan çocuklar” adlı bir şiirle bildirmişdir içinde-köksünde köklenen, içlenen, yüklenen ağır yükü: o adi bir yük değildi; o, *emanet idi, ve o, tekce onun emaneti değil, Yerüzü’nün emaneti idi: bütün Yeryüzü ve Gök yüzü emanetlerinin hepsi Allah-Teala emanetidir.*

**Kafesli evlerde ağlar çocuklar,
Odalarda akşam olurken henüz.
O zaman gözümün önünde parlar,
Buruşuk-buruşuk, ağlayan bir yüz.
("Ağlayan Çocuklar")**

O ‘buruşuk-buruşuk’ olan, ‘ağlayan yüz’ kimindir? Yakın çocuğun anasının yüzüdür: dertten ne güne düşüp!
Çocuklarının göz yaşlarına, korkan sesine, vahimeli duruşlarına nasıl tab etsin anne?

Yalnız Necip Fazıl Kısakürek gibi derin fehmleri, dyumları olan şairler göre bilerdi bu ağırlığı.

“İçine sığınan” çocuğun korkudan esim-esim esen sesini kendine sığındırdı Necip Fazıl. Köksünde bu ağlar ve boğulmakta olan sesler varken lirik ‘ben’in dahilindeki ışıklar da karanlıklaşmaz mı?

**Ne vakit karanlık kaplasa yeri,
Başlar çocukların büyük kederi;
Bakınır, korkuyla dolu gözleri:
Ya artık bir daha olmazsa gündüz?**

**Gittikçe kesilir derken sedalar,
Gece; bir siyah el gözümü bağlar;
Duyarım, içime sığınmış, ağlar,
Bir ufacık çocuk, bir küçük öksüz...**

(“Ağlayan Çocuklar”)

Dünyanın içinde ağrıyan, ağlayan ve telaşı hiç bitmeyen bir ses var idi: o sesin adı ‘Çocuk’ idi: *Ağlaya-ağlaya asılmışdır Gök Yüzünün köksünden, Yer Yüzünün dar ağacından.*

Güneş de görünmez o çocukların gözüne: çünkü onların sesinde de karanlıklardır, sözünde de, gözündə de.

... sonra ses geldi-ses nereden geldi? Necip Fazıl'ın derin-derin dereye benzer içinden geldi: sesmi asılmıştır onun içinden, yoksa şairin özümü asılmıştır sesinden?

İçinde dar ağacımı var—ses öyle sesli-sessiz asılı kalıp oradan?

SÖZÜN DEVAMI VAR:

NƏTİCƏ ƏVƏZİ

Öz poetikası ile Necip Fazıl XX esrin Türk şiir klassikasına yeni nizam getirdi: bu, dil nizamı, üslub, mezmun-mana nizamı idi: ve en esası – o, forma, şekil, ses, herf, söz, üslub, bedii ifade, habele mövzu ve ideya, mezmun-münderice baxımından şairin Kısakürek Poetikasını yarattı. Bu poetika ile o, sözlere yeni şekil verdi, şekilleri yeni sözle, sözleri yeni mana poetikası ile canlandırdı.

Necip Fazıl'ın şiirleriyle Çağdaş Türk poeziya alemine tazelik geldi: bu hem klassik tazeliye gelen tazelik idi: həm də yeni şeire gelen tazelik. Başka sözle desek: onun simasında Türk poeziya alemine, şairin forma ve bedii ifade taktına, mövzu ve ideya menziline, tərənnüm və vəsfın yeni nefesi – şairin Necip Fazıl mahsusluğu geldi.

KAYNAKLAR

Kuran-i Kerim

Hız.Əli ibn Əbutalib. Nəhcül- Bəlağə. Bakı, “Elm”, 11993.

Kısakürek, N.F. 2012.Çile. Böyük Doğu Yayınları. (İlk Basın 1962). 71. Basın. İstanbul.

Yunus Emre. Divan.Kahraman Yayınları, İstanbul.

Nesimi İ.. Seçilmiş eserleri. 2 cildde, II c. Bakı, 1973.

Nesimi, İ. Seçilmiş eserleri. İki cilde. I cild, Bakı, 2004. 336 seh.

Füzuli, M. Türkçe Divan. Tercibend.

www.antoloji.com/necip-fazil-kisakurek

OXU DƏRSLƏRİNDƏ BƏDİİ TƏSVİR VASİTƏLƏRİ ÜZƏRİNDƏ İŞİN SƏMƏRƏLİ TƏŞKİLİ**Gültəkin Atəş qızı Abdullayeva****pedaqogika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent, Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti, Filologiya fakültəsi, ORCID: 0009-0009-5332-2146, Pion2691@rambler.ru****Xülasə**

İbtidai siniflərdə sözün mənasının açılması, bədii materiallar əsasında oxu prosesində dilin təsvir vasitələri üzərində işin səmərəli təşkili şagirdlərin yuxarı siniflərdə bu sahədə qazandıqları biliklərinin ilkin bünövrəsi olmaqla, onların oxuduqları əsərlərin bədii dəyərini, emosional-ekspressiv mənə çalarlığını qavramağa, məzmun və ideyasını şüurlu mənimsəməyə, dərk etməyə güclü təsir göstərir. Ona görə də müasir dövrdə şagirdlərdə sözə həssas münasibət, başqasının obrazlı nitqini qavramaq və dəyərləndirmək, eləcə də öz nitqində bədii təsvir vasitələrindən istifadə edə bilmək bacarığının formalaşdırılması olduqca aktual məsələdir.

Bədii təsvir vasitələri üzərində işin təşkili oxu materiallarının şüurlu mənimsənilməsi baxımından böyük əhəmiyyət kəsb edir. Oxunmuş mətnin məzmun və ideyasının dərinlən mənimsənilməsi, eyni zamanda məndəki hər bir söz və ifadənin şagird nitqində özünə yer tapması şüurlu oxunun nəticəsində reallaşa bilər. Şüurlu mənimsənilmənin təmin olunması üçün isə şagird oxuduğu materialda hər bir söz və ifadənin mənasını dərinlən dərk etməlidir. Bunun üçün müəllimin üzərinə böyük məsuliyyət düşür. Belə ki, müəllim hər dərsdə oxu materiallarının dili üzərində işi təşkil etməlidir.

Açar sözlər: oxu mətnləri, bədii təsvir vasitələri, şifahi nitq

EFFECTIVE ORGANIZATION OF WORK ON LITERARY DEVICES IN READING LESSONS**Abstract**

Working on the interpretation of word meanings and the expressive means of language during the reading process based on literary texts in primary grades lays the foundation for students' knowledge and skills in this area in higher grades. It also has a significant impact on students' ability to appreciate the artistic value and emotional-expressive nuances of the works they read, as well as to consciously comprehend and understand their content and ideas. Therefore, in the modern educational context, developing students' sensitivity to words, their ability to perceive and evaluate figurative speech used by others, and their capacity to employ literary devices in their own speech is a highly relevant issue.

Organizing systematic work on literary devices is of great importance for the conscious acquisition of reading materials. A deep understanding of the content and main idea of a text, as well as the incorporation of individual words and expressions from the text into students' own speech, can be achieved through conscious reading. To ensure meaningful and conscious comprehension, students need to thoroughly understand the meaning of every word and expression in the material they read. This places considerable responsibility on the teacher. In particular, the teacher should organize systematic work on the language of reading materials in every lesson.

Keywords: reading texts, literary devices, oral speech

Giriş

Müasir təhsil prosesində şagirdlərin yalnız oxu və yazı bacarıqlarının formalaşdırılması deyil, eyni zamanda bədii mətnləri anlama, təhlil etmə, estetik dəyərləndirmə və müəllif mövqeyini müəyyənləşdirmə bacarıqlarının inkişaf etdirilməsi mühüm əhəmiyyət daşıyır. Xüsusilə ibtidai və ümumi orta təhsil mərhələlərində oxu dərsləri şagirdlərin bədii-estetik zövqünün formalaşdırılması, söz ehtiyatının zənginləşdirilməsi və ifadəli nitq bacarıqlarının inkişafı üçün əlverişli imkanlar yaradır. Bu baxımdan bədii mətnlərdə işlədilən təsvir vasitələrinin öyrənilməsi oxu təliminin mühüm istiqamətlərindən biri hesab olunur.

Bədii təsvir vasitələri müəllifin fikir və duyğularını daha obrazlı, emosional və təsirli şəkildə ifadə etməsinə xidmət edir. Epitet, təşbeh, metafora, mübaligə, təcəssüm, kinayə və digər ifadə vasitələri mətnin emosional-estetik təsir gücünü artırmaqla yanaşı, oxucunun hadisə və obrazları daha canlı təsəvvür etməsinə imkan verir. Şagird bu vasitələri müəyyənləşdirdikdə yalnız onların adını öyrənməməli, həmin ifadələrin mətn daxilində hansı məqsədlə işlədildiyini və əsərin ideyasının açılmasına necə xidmət etdiyini də anlamalıdır. Bu səbəbdən oxu dərslərində bədii təsvir vasitələri üzərində iş formal xarakter daşımamalı, mətnin məzmununun dərinədən mənimsənilməsi və şagirdin müstəqil düşünmə qabiliyyətinin inkişafı ilə əlaqələndirilməlidir.

Bədii təsvir vasitələrinin oxu təlimində rolu

Bədii mətnin dili digər mətn növlərindən obrazlılığı və emosional təsir gücü ilə fərqlənir. Yazıçı və şairlər hadisələri, təbiət mənzərələrini, insan xarakterini və müxtəlif situasiyaları təsvir edərkən sözlərin məcazi və emosional imkanlarından geniş istifadə edirlər. Bu xüsusiyyətlərin şagirdlər tərəfindən dərk edilməsi mətnin yalnız zahiri məzmununun deyil, onun estetik və ideya məzmununun da mənimsənilməsinə şərait yaradır. Məsələn, “qızıl payız”, “şirin söz”, “uca dağlar” kimi ifadələrdə epitetlər predmet və hadisələrin müəyyən əlamətini daha təsirli şəkildə nəzərə çatdırır. “Aslan kimi cəsur” ifadəsində təşbeh vasitəsilə insanın cəsarəti obrazlı şəkildə təqdim olunur. Metaforalar isə bir anlayışın digər anlayışın xüsusiyyətləri əsasında məcazi şəkildə ifadə olunmasına imkan verir. Belə nümunələrin üzərində aparılan məqsədyönlü iş şagirdlərin sözün həqiqi və məcazi mənasını fərqləndirmək bacarığını inkişaf etdirir.

Bədii təsvir vasitələri üzərində iş həmçinin şagirdlərin lüğət ehtiyatının zənginləşdirilməsinə mühüm təsir göstərir. Şagird yeni ifadələrlə tanış olur, onların mənasını kontekstdən çıxış edərək müəyyənləşdirməyə çalışır və sonrakı nitq fəaliyyətində həmin ifadələrdən istifadə etmək imkanı qazanır. Beləliklə, oxu dərsi yalnız mətnin oxunması və sualların cavablandırılması ilə məhdudlaşmır, həm də dil və nitq inkişafının mühüm vasitəsinə çevrilir.

Bədii təsvir vasitələri üzərində işin mərhələləri

Oxu dərslərində bədii təsvir vasitələrinin öyrədilməsi müəyyən ardıcılıq əsasında təşkil edilməlidir. İlk mərhələdə şagirdin diqqəti mətnin ümumi məzmununa yönəldilməli, daha sonra mətnin dil və üslub xüsusiyyətlərinin araşdırılmasına keçilməlidir. Əks halda şagird təsvir vasitələrini yalnız termin kimi əzbərləyə və onların bədii funksiyasını dərk etməyə bilər. Birinci mərhələdə müəllim mətni ifadəli şəkildə oxumalı və ya şagirdlərin ifadəli oxusunu təşkil etməlidir. Oxu zamanı intonasiya, vurğu, fasilə və emosional çalarların qorunması bədii ifadələrin daha düzgün qavranılmasına kömək edir. Daha sonra şagirdlərə mətnin məzmununu anlamağa yönəlmiş suallar verilə bilər.

İkinci mərhələdə mətnin ayrı-ayrı parçaları üzərində müşahidə aparılır. Müəllim şagirdlərin diqqətini qeyri-adi, obrazlı və emosional ifadələrə yönəldir. Məsələn, “Müəllif burada nə üçün məhz bu sözdən istifadə edib?”, “Bu ifadə obraz haqqında hansı təsəvvürü yaradır?”, “Əgər həmin söz adi mənasında işlədilsəydi, cümlənin təsiri necə dəyişərdi?” kimi suallar şagirdləri düşünməyə sövq edir.

Üçüncü mərhələdə müəyyən edilmiş bədii təsvir vasitəsinin adı və xüsusiyyətləri izah edilir. Lakin burada əsas məqsəd terminologiyanın əzbərlənməsi deyil, ifadənin funksiyasının dərk edilməsidir. Şagird anlamalıdır ki, müəllif bədii təsvir vasitəsindən müəyyən estetik və məzmun məqsədi ilə istifadə edir. Dördüncü mərhələdə şagirdlər həmin ifadələrin mətnin ideyasına, obrazların xarakteristikasına və hadisələrin təsvirinə təsirini müəyyənləşdirirlər. Bu mərhələ daha yüksək səviyyəli düşünmə bacarıqlarının inkişafına xidmət edir. Şagird artıq yalnız “Bu, təşbehdir” deməklə kifayətlənmir, “Bu təşbeh obrazın hansı xüsusiyyətini daha aydın göstərir?” sualına cavab verməyə çalışır.

Bədii təsvir vasitələri üzərində işin səmərəli təşkili üçün metod və üsullar

Bədii təsvir vasitələri üzərində işin səmərəli təşkili üçün müxtəlif interaktiv metodlardan istifadə etmək məqsəduyğundur. Xüsusilə sual-cavab, beyin həmləsi, klaster, müqayisə, qrupla iş, cütlərlə iş və yaradıcı tapşırıqlar bu istiqamətdə effektiv nəticə verə bilər. Məsələn, “Bədii ifadəni tap” tapşırığında şagirdlər mətn daxilində obrazlı ifadələri müəyyənləşdirirlər. Növbəti mərhələdə həmin ifadələrin hansı təsvir vasitəsinə aid olduğunu müəyyən etmək mümkündür. “Adi ifadəni bədii ifadə ilə əvəz et” tapşırığı isə şagirdlərin yaradıcı təfəkkürünü inkişaf etdirir. Məsələn, “gözəl çiçəklər” ifadəsini “rəngbərəng, gülərzü çiçəklər” kimi daha obrazlı ifadə ilə əvəz etmək şagirdə bədii dilin imkanlarını praktik şəkildə nümayiş etdirir.

Qrupla iş zamanı hər qrupa müəyyən bir bədii təsvir vasitəsi üzrə tapşırıq verilə bilər. Bir qrup epitetləri, digər qrup təşbehləri, başqa bir qrup isə metaforaları müəyyənləşdirə bilər. Daha sonra qruplar öz nəticələrini təqdim edir və ifadələrin mətn daxilindəki funksiyasını izah edirlər. Bu zaman əməkdaşlıq, ünsiyyət və təqdim etmə bacarıqları da inkişaf edir. Bədii təsvir vasitələrinin mənimsədilməsində müqayisə üsulu da xüsusi əhəmiyyət daşıyır. Şagirdlərə eyni fikrin həm adi, həm də obrazlı formada təqdim edilməsi təklif oluna bilər. Məsələn, “Günəş doğdu” və “Günəş qızıl bir top kimi üfüqdən boylandı” cümlələri müqayisə edilərək ikinci ifadənin hansı üstünlüyə malik olduğu müzakirə edilə bilər. Bu üsul şagirdə bədii dilin imkanlarını praktik şəkildə dərk etməyə kömək edir.

Yaradıcı tapşırıqlar isə öyrənilən biliklərin tətbiqinə imkan verir. Şagirdlərdən müəyyən bir əşya, təbiət hadisəsi və ya obraz haqqında epitet və təşbehlərdən istifadə etməklə bir neçə cümlə yazmaları tələb oluna bilər. Belə fəaliyyətlər bədii təsvir vasitələrinin yalnız tanınmasını deyil, onların nitqdə düzgün və məqsədyönlü istifadəsini də təmin edir.

Bu proseslərdə müəllimin rolu yalnız məlumat verən şəxs olmaqla məhdudlaşmır. Müəllim şagirdin mətnlə qarşılıqlı əlaqəsini təşkil edən, onun müşahidə və düşünmə fəaliyyətini istiqamətləndirən pedaqoji subyekt kimi çıxış edir. Müəllim şagirdə hazır cavabı təqdim etməkdənsə, onu düzgün suallar vasitəsilə nəticəyə gəlməyə yönəltməlidir. Bununla yanaşı, şagirdlərin yaş və psixoloji xüsusiyyətləri nəzərə alınmalıdır. Kiçik yaşlı şagirdlər üçün mürəkkəb nəzəri izahlar əvəzinə konkret nümunələrdən, vizual materiallardan və praktik tapşırıqlardan istifadə daha səmərəlidir. Yuxarı siniflərdə isə bədii təsvir vasitələrinin üslubi funksiyası, müəllif mövqeyinin ifadəsində rolu və müxtəlif əsərlərdə istifadəsi daha geniş şəkildə təhlil edilə bilər. Müəllim həmçinin qiymətləndirmə zamanı yalnız düzgün cavaba deyil, şagirdin öz fikrini əsaslandırmasına da diqqət yetirməlidir. “Bu ifadə təşbehdir” cavabından əlavə “Nəyə görə təşbeh hesab edirsiniz?” sualının verilməsi şagirdin analitik düşünmə bacarığının inkişafına xidmət edir.

Nəticə

Oxu dərslərində bədii təsvir vasitələri üzərində məqsədyönlü və sistemli iş şagirdlərin bədii mətnləri daha dərindən qavramasına, sözlərin məna çalarlarını fərqləndirməsinə, estetik zövqünün və yaradıcı təfəkkürünün inkişafına mühüm təsir göstərir. Bu iş yalnız epitet, təşbeh, metafora və digər bədii təsvir vasitələrinin adlarının öyrədilməsi ilə məhdudlaşdırılmamalı, onların mətn daxilindəki funksiyası və müəllifin fikrinin ifadəsinə təsiri ilə əlaqələndirilməlidir. Səmərəli nəticə əldə etmək üçün işin mərhələli şəkildə qurulması, mətnin əvvəlcə məzmun baxımından mənimsənilməsi, daha sonra obrazlı ifadələrin müəyyənləşdirilməsi və nəhayət, onların

funksional baxımdan təhlil edilməsi məqsəduyğundur. İnteraktiv metodlardan, qrup və cütlərlə işdən, müqayisə və yaradıcı tapşırıqlardan istifadə şagirdlərin dərs prosesində fəallığını artırır.

Beləliklə, bədii təsvir vasitələri üzərində iş oxu dərslərinin məzmununu zənginləşdirən mühüm metodik vasitə olmaqla yanaşı, şagirdlərin dil, nitq, təfəkkür və estetik bacarıqlarının kompleks inkişafına şərait yaradır. Düzgün təşkil olunmuş bu fəaliyyət şagirdin bədii əsəri yalnız oxuyan deyil, onu anlayan, təhlil edən, dəyərləndirən və öz münasibətini ifadə edə bilən fəal oxucu kimi formalaşmasına xidmət edir.

Ədəbiyyat:

1. Abdullayev N. Nitq mədəniyyətinin əsasları. Bakı: ADPU nəşriyyatı, 2014. 278 səh.
2. Cəfərova N. İbtidai siniflərdə Azərbaycan dilinin tədrisi metodikası. Bakı: Elm və təhsil, 2014. 404 səh.
3. Cəfərova N. Oxu təliminin metodikası. Bakı, ADPU, 2022, 32 s.
4. Kərimov Y. Ana dilinin tədrisi metodikası. Bakı: Nasir, 2003. 520 səh.
5. Qurbanov V. Azərbaycan dili fənninin aktual problemləri. Bakı: "Müəllim", 2019. 204 s.
6. Nəbiyeva Ş., Abdullayeva G., Kərimova A. İbtidai siniflərdə Ana dilinin tədrisi metodikası fənnindən mühazirələr. Bakı: Elm və təhsil, 2015. 510 səh.

**DİL, KİMLİK, VƏTƏN” KİTABINDA MİLLİ VARLIQ KONSEPSİYASI: PEDAQOJİ-PSİXOLOJİ
ASPEKTLƏR****KAMAL CAMALOV****Pedaqogika elmlər doktoru, Naxçıvan Müəllimlər İnstitutunun professoru
Azərbaycan Respublikasının Əməkdar müəllimi, “Qızıl Qələm” mükafatı laureatı**kamal.camalov@gmail.com<https://orcid.org/0000-0003-1977-7250>**Açar sözlər:** milli varlıq; ana dili; milli kimlik; Vətən; pedaqoji-psixoloji yanaşma.**Keywords:** national existence; mother tongue; national identity; homeland; pedagogical and psychological approach.

Milli-mənəvi dəyərlərin qorunması və gələcək nəsillərə ötürülməsi hər bir xalqın davamlılığını müəyyən edən mühüm amillərdən biridir. Bu prosesdə dil, tarixi yaddaş, milli kimlik və Vətən anlayışları bir-birindən ayrılmaz şəkildə çıxış edir. Xalqın özünü dərk etməsi, keçmişi ilə əlaqəsini qoruması, milli-mənəvi irsini yaşatması və gələcək haqqında təsəvvürlərini formalaşdırması, ilk növbədə, onun dil və yaddaş sistemi ilə bağlıdır. Bu baxımdan ana dili yalnız ünsiyyət vasitəsi deyil, həm də fərdin və cəmiyyətin mənəvi özünüdərkinin əsas daşıyıcılarından biri kimi çıxış edir.

Azərbaycan ədəbi və ictimai fikir tarixində dil, milli kimlik və Vətən məsələlərini ardıcıl şəkildə gündəmə gətirən sənətkarlardan biri də Xalq şairi Sabir Rüstəmxanlıdır. Onun yaradıcılığında ana dili, milli yaddaş, tarix, Vətən, Türk dünyası, milli mənlik və mənəvi məsuliyyət kimi anlayışlar bir-biri ilə sıx əlaqədə təqdim olunur. Şairin yaradıcılığında dilə münasibət yalnız poetik-estetik məsələ deyil, həm də milli varlığın qorunması və gələcək nəsillərin milli şüurunun formalaşdırılması ilə bağlı məsuliyyət kimi meydana çıxır. Haqlı olaraq qeyd edilir ki, “Sabir Rüstəmxanlının ana dilinə münasibəti milli şüurun səviyyəsini, ziyalı məsuliyyətinin dərinliyini və dövlətçilik düşüncəsinin yetkinliyini əks etdirən mühüm göstəricilərdən biridir. Onun baxışında dilin qorunması yalnız hüquqi mexanizmlərlə təmin olunan məsələ deyil; bu proses, ilk növbədə, dili daşıyan söz və fikir adamlarının mövqeyi, yaradıcılığı və ictimai davranışı ilə reallaşır. Bu mənada Azərbaycan ədəbi-ictimai fikrində ana dilini milli yaddaşın, mənəvi bütövlüyün və tarixi davamlılığın əsas dayacağı kimi təqdim edən yaradıcı simaların fəaliyyəti xüsusi əhəmiyyət kəsb edir” [səh.13].

Dr. Şəhla Aslanın “Dil, kimlik, Vətən” kitabı [Bakı: Qanun nəşriyyatı, 2026, 112 səh.] məhz bu baxımdan diqqətəlayiq elmi tədqiqatdır. Əsərin əsas istiqamətini Sabir Rüstəmxanlının yaradıcılığında milli varlıq konsepsiyasının dil, kimlik və Vətən anlayışları müstəvisində araşdırılması təşkil edir. Kitabın elmi əhəmiyyəti onun yalnız müəyyən poetik nümunələri şərh etməsində deyil, müxtəlif yaradıcılıq materiallarını vahid konseptual sistem daxilində əlaqələndirməsindədir.

Tədqiqatın pedaqoji-psixoloji baxımdan əhəmiyyəti də burada meydana çıxır. Çünki dilin qorunması, milli kimliyin dərk edilməsi və Vətənə bağlılıq hissinin formalaşması yalnız ictimai və siyasi proseslər deyil, eyni zamanda şəxsiyyətin mənəvi-psixoloji inkişafı ilə bağlı məsələlərdir. Fərdin milli mənsubiyyət haqqında təsəvvürü, özünü müəyyən bir xalqın və mədəniyyətin daşıyıcısı kimi hiss etməsi, ana dilinə münasibəti və tarixi yaddaşla bağlılığı şəxsiyyətin sosiallaşması prosesinin mühüm komponentlərindədir.

Bu baxımdan “Dil, kimlik, Vətən” kitabına pedaqoji-psixoloji müstəvidən yanaşmaq onun elmi imkanlarını daha da genişləndirir. Şəhla Aslanın araşdırması dilin milli varlıq yaratmaq gücünü göstərməklə yanaşı, həmin dil və milli yaddaş sisteminin insan şəxsiyyətinin formalaşmasında oynadığı rolu düşünməyə imkan verir.

Kitabın əsas konseptual dayaqlarından biri dilin yalnız kommunikativ funksiya ilə məhdudlaşdırılmamasıdır. Dil insanın dünyanı qavraması və mənalandırması üçün mühüm vasitədir. Fərd ətraf

aləmi yalnız müşahidə etmir, onu dil vasitəsilə adlandırır, təsnif edir, yadda saxlayır və başqalarına ötürür. Buna görə də dil insanın həm fərdi, həm də kollektiv şüurunun formalaşmasında mühüm rol oynayır.

Pedaqoji-psixoloji baxımdan dilin bu xüsusiyyəti xüsusi əhəmiyyət daşıyır. Uşağın dünyanı dərk etməsi, ətrafındakı insanlarla münasibət qurması, öz hiss və düşüncələrini ifadə etməsi dilin inkişafı ilə bilavasitə bağlıdır. Lakin ana dili yalnız fərdin kommunikativ bacarıqlarını formalaşdırmır. O, eyni zamanda uşağın hansı mədəni mühitə mənsub olduğunu dərk etməsinə, həmin mühitin dəyərlərini mənimsəməsinə və özünü müəyyən sosial-mədəni bütövlüyün üzvü kimi hiss etməsinə şərait yaradır.

Bu mənada dilin kimlik yaradıcı gücü onun insanın “mən kiməm?” sualına verdiyi cavabla bağlıdır. Milli kimlik hazır və dəyişməz psixoloji xüsusiyyət deyil. O, ailə, məktəb, ədəbi mühit, ictimai münasibətlər və mədəni yaddaş vasitəsilə tədricən formalaşır. Ana dili isə bu prosesin əsas vasitələrindən biridir.

Şəhla Aslanın tədqiqatının mühüm cəhəti də dil, kimlik və milli varlıq arasında belə konseptual əlaqənin qurulmasıdır. Burada dil yalnız qorunmalı bir sərvət deyil, insanın özünü və mənsub olduğu milli-mədəni mühiti dərk etməsinə imkan verən mənəvi sistem kimi çıxış edir.

“Dilə keşikçilik” anlayışı kitabın əsas ideya istiqamətlərindən biri kimi xüsusi maraq doğurur. Bu ifadə ilk baxışda dilin saflığının və normativ xüsusiyyətlərinin qorunması kimi başa düşülə bilər. Lakin Sabir Rüstəmxanlının yaradıcılığı kontekstində bu anlayış daha geniş mənə daşıyır. Burada dilə münasibət milli varlığın müdafiəsi ilə əlaqələndirilir.

Dilə keşikçilik əslində milli yaddaşa keşikçilikdir. Çünki xalqın tarixi təcrübəsi, dünyagörüşü, adət-ənənələri, mənəvi dəyərləri və kollektiv yaddaşının mühüm hissəsi dil vasitəsilə qorunur. Dil zəiflədikdə və ya milli yaddaşdan uzaqlaşdıqda həmin yaddaşın gələcək nəsillərə ötürülməsi də çətinləşir.

Pedaqoji baxımdan burada dil tərbiyəsinin əhəmiyyəti meydana çıxır. Ana dilinə sevgi yalnız dil haqqında məlumat verməklə formalaşdırıla bilməz. Uşağın dilin mənəvi dəyərini hiss etməsi, həmin dildə yaradılmış ədəbi nümunələrlə tanış olması, xalqın tarixi və mədəniyyəti ilə əlaqələndirilməsi zəruridir. Deməli, dil tərbiyəsi həm bilikvermə, həm də emosional münasibət formalaşdırma prosesidir.

Psixoloji baxımdan isə dilə münasibətin emosional xarakteri xüsusi əhəmiyyət daşıyır. İnsan yalnız bildiyi dili deyil, özünü aid hiss etdiyi dili daha dərinlən mənimsəyir. Buna görə ana dilinə münasibətdə “bilmək” və “sevmək” kateqoriyaları bir-birini tamamlamalıdır. Çünki “dil mücərrəd düşüncənin reallaşmış formasıdır” [səh.32].

Sabir Rüstəmxanlının yaradıcılığında dilə münasibətin bu cür məsuliyyətli xarakter daşması onun milli düşüncəsinin mühüm göstəricilərindən biridir. Şəhla Aslanın tədqiqatı da həmin münasibəti milli varlığın müdafiəsi kontekstində sistemləşdirməklə diqqəti cəlb edir.

Kitabın diqqətçəkən istiqamətlərindən biri “Xalq şairi Sabir Rüstəmxanlının poetikasında dilin varlığa çevrilməsi” ideyasıdır. Bu ifadə tədqiqatın fəlsəfi və poetik mahiyyətini yığcam şəkildə əks etdirir. Dil nə zaman varlığa çevrilir? O zaman ki, artıq yalnız sözlərdən ibarət ünsiyyət sistemi olmaqdan çıxaraq insanın yaddaşını, tarixini, mənəvi dünyasını və milli mənsubiyyətini ifadə edir. Belə olduqda dil insanın həyatının xarici elementi deyil, onun mənəvi varlığının bir hissəsinə çevrilir.

Sabir Rüstəmxanlının poetikasında dilin bu funksiyası xüsusilə nəzərə çarpır. Şair üçün dil yalnız şeirin materialı deyil. Dil həm də tarixi yaddaşı yaşadan, milli kimliyi ifadə edən, Vətən duyğusunu oyadan və insanı öz kökləri ilə əlaqələndirən mənəvi vasitədir.

Pedaqoji-psixoloji baxımdan bu məqam çox əhəmiyyətlidir. Şəxsiyyətin milli identikliyi yalnız rəşional biliklə formalaşmır. Burada emosional bağlılıq, yaddaş, mənsubiyyət hissi və şəxsi təcrübə də mühüm rol oynayır. Ədəbi mətnlər isə bu komponentləri birləşdirən güclü vasitələrdən biridir.

Şeir vasitəsilə insan ana dilini yalnız öyrənmir, həm də onun estetik imkanlarını hiss edir. Tarixi və milli mövzulu əsərlər vasitəsilə oxucu keçmişlə emosional əlaqə qurur. Beləliklə, ədəbiyyat milli kimliyin formalaşmasına xidmət edən pedaqoji vasitəyə çevrilir.

Bu mənada Şəhla Aslanın “dilin varlığa çevrilməsi” tezi dilin yalnız linqvistik deyil, həm də psixoloji və pedaqoji funksiyasını düşünməyə imkan verir. Milli kimliyin formalaşmasında yaddaş mühüm psixoloji mexanizmdir. Fərd özünü yalnız bu günkü sosial mövqeyi ilə deyil, keçmiş haqqında təsəvvürləri ilə də müəyyənləşdirir. Eyni proses kollektiv səviyyədə də özünü göstərir. Xalq öz keçmişini xatırladıqca və onu gələcək nəsillərə ötürdükcə milli bütövlüyünü qoruyur.

Dil həmin yaddaşın əsas daşıyıcılarından biridir. Tarixi hadisələrin, folklor nümunələrinin, atalar sözlərinin, dastanların, şifahi və yazılı ədəbiyyatın nəsildən-nəslə ötürülməsi milli yaddaşın davamlılığını təmin edir.

Sabir Rüstəmxanlının yaradıcılığında tarix və yaddaşın mühüm yer tutması onun milli kimlik konsepsiyasını daha geniş məzmunla təmin edir. Şəhla Aslanın araşdırması bu əlaqəni dil və Vətən anlayışları ilə birləşdirərək bütöv milli varlıq modeli formalaşdırır.

Pedaqoji cəhətdən milli yaddaşın ötürülməsi tərbiyənin mühüm istiqamətlərindən biridir. Lakin burada məqsəd keçmişə sadəcə əzbərlətmək deyil. Əsas məsələ keçmişin mənasını dərk etmək və onu müasir insanın mənəvi dünyası ilə əlaqələndirməkdir. Tarixi yaddaş bu zaman mexaniki informasiya deyil, şəxsiyyətin özünüidentifikasiya vasitəsinə çevrilir.

“Dil, kimlik, Vətən” üçlüyündə Vətən anlayışı xüsusi yer tutur. Vətən yalnız coğrafi ərazi kimi qəbul edildikdə onun mənəvi və psixoloji məzmunu məhdudlaşır. Halbuki insan üçün Vətən həm də uşaqlıq xatirələri, ana dili, ailə, doğma məkan, tarix, mədəniyyət və kollektiv yaddaş deməkdir.

Bu baxımdan Vətən hissi şəxsiyyətin emosional dünyasında formalaşır. İnsan Vətəni əvvəlcə yaşayır, sonra onun haqqında düşünür və nəhayət, onu şüurlu dəyər kimi qəbul edir. Bu proses ailədən başlayır, məktəbdə davam edir, ədəbiyyat və mədəniyyət vasitəsilə daha da dərinləşir.

Sabir Rüstəmxanlının yaradıcılığında Vətən anlayışının dil və milli yaddaşla əlaqəli şəkildə təqdim olunması bu baxımdan pedaqoji əhəmiyyət daşıyır. Vətənpərvərlik yalnız çağırışlarla formalaşmır. İnsan Vətənə aid olduğunu hiss etməli, onun dilini, tarixini, mədəniyyətini və mənəvi dəyərlərini tanımalıdır.

Deməli, milli tərbiyənin mühüm prinsiplərindən biri biliklə emosional bağlılığın vəhdətidir. Şəhla Aslanın araşdırmasında dil, kimlik və Vətən anlayışlarının bir sistem daxilində təqdim olunması məhz belə bir yanaşmaya imkan verir.

Şəhla Aslanın kitabını pedaqoji-psixoloji baxımdan qiymətləndirərkən ədəbiyyatın şəxsiyyətin formalaşmasındakı roluna da diqqət yetirmək lazımdır. Ədəbi əsər insanın yalnız estetik zövqünü inkişaf etdirmir. O, oxucunu müəyyən hiss və düşüncələrlə qarşılaşdırır, empatiya yaradır, mənəvi seçimlər haqqında düşündürür və dəyərlər sisteminin formalaşmasına təsir edir.

Sabir Rüstəmxanlının milli varlıq, dil və Vətən mövzularında yazdığı əsərlər bu baxımdan xüsusi imkanlara malikdir. Oxucu şeirdə yalnız müəllifin fikrini deyil, həmin fikrin yaratdığı emosional vəziyyəti də yaşayır. Pedaqoji prosesdə bu xüsusiyyət əhəmiyyətlidir. Milli-mənəvi dəyərlərin öyrədilməsi yalnız didaktik məlumatlarla məhdudlaşdırıldıqda təsir zəifləyə bilər. Bədii obraz və poetik dil isə həmin dəyərləri emosional təcrübəyə çevirir.

Beləliklə, Sabir Rüstəmxanlı yaradıcılığının Şəhla Aslan tərəfindən milli varlıq kontekstində araşdırılması ədəbiyyatın həm idraki, həm emosional, həm də tərbiyəvi imkanlarını üzə çıxarmağa şərait yaradır.

Şəxsiyyət sosial mühitdən kənarda formalaşmır. İnsan ailə, məktəb, dost çevrəsi, media, ədəbiyyat və mədəni mühit vasitəsilə öz sosial və milli kimliyi haqqında təsəvvürlər əldə edir. Milli kimlik də bu sosiallaşma prosesinin mühüm komponentlərindən biridir. İnsan “mən azərbaycanlıyam” deməklə kifayətlənmir; bu mənsubiyyətin məzmununu dil, tarix, mədəniyyət və mənəvi dəyərlər vasitəsilə mənimsəyir.

Şəhla Aslanın tədqiqatının dəyəri ondadır ki, milli kimliyi yalnız nəzəri anlayış kimi deyil, dil və Vətənlə əlaqəli canlı mənəvi sistem kimi düşünməyə imkan verir. Sabir Rüstəmxanlı yaradıcılığında milli kimlik ideyasının dil, tarix və Vətən anlayışları ilə birləşməsinə çıxması bunun poetik ifadəsidir. Pedaqoji baxımdan bu yanaşma şəxsiyyətyönümlü tərbiyənin mühüm prinsipləri ilə səsleşir. Şəxsiyyətə hazır dəyərlər sistemi sınırlanamalı, onun həmin dəyərləri anlamasına, öz həyat təcrübəsi ilə əlaqələndirməsinə və şüurlu şəkildə mənimsəməsinə şərait yaradılmalıdır.

Şəhla Aslanın araşdırmasının mühüm üstünlüklərindən biri onun dil, kimlik və Vətən anlayışlarını bir-birindən ayrı problemlər kimi deyil, vahid milli varlıq konsepsiyasının komponentləri kimi təqdim etməsidir. Bu metodoloji yanaşma tədqiqatın imkanlarını genişləndirir. Dil məsələsi lingvistik sərhədlərdən çıxaraq fəlsəfi, estetik və sosial-psixoloji mənə qazanır. Kimlik anlayışı fərdi özünüdərkə milli özünüdərkə doğru genişlənir. Vətən isə coğrafi məkan olmaqdan çıxaraq mənəvi yaddaş və mənsubiyyət məkanına çevrilir.

Bu baxımdan kitabın quruluşu da konseptual ardıcılıq nümayiş etdirir. Girişdən sonra dilin fəlsəfi mahiyyətinə, ana dilinin milli şüurla əlaqəsinə və nəhayət, poetik müstəvidə dilin varlığa çevrilməsinə doğru hərəkət tədqiqatın daxili məntiqini göstərir.

Elmi resenziya baxımından qeyd edilməli əsas məqam budur ki, müəllifin yanaşması Sabir Rüstəmxanlının yaradıcılığını yalnız tematik istiqamətdə deyil, konseptual səviyyədə oxumağa imkan verir. Bu isə araşdırmanın elmi dəyərini artıran mühüm cəhətdir.

“Dil, kimlik, Vətən” kitabının pedaqoji əhəmiyyəti ilk növbədə onun milli-mənəvi tərbiyənin məzmunu haqqında düşünməyə imkan verməsi ilə bağlıdır. Müasir təhsil sistemində şəxsiyyətin yalnız akademik biliklərə yiyələnməsi kifayət hesab edilmir. Onun sosial məsuliyyət, mənəvi dəyərlər, mədəni mənsubiyyət və vətəndaşlıq şüuru baxımından da inkişaf etdirilməsi mühüm məqsədlərdən biridir.

Bu prosesdə ana dili və ədəbiyyat fənlərinin xüsusi rolu vardır. Çünki dil həm tədris vasitəsi, həm də milli-mədəni məzmunun daşıyıcısıdır. Ədəbiyyat isə bu məzmunu emosional və estetik formada təqdim edir.

Sabir Rüstəmxanlının yaradıcılığının bu istiqamətdə araşdırılması müəllim üçün də metodik imkanlar yaradır. Şagird dil haqqında yalnız qrammatik və nəzəri bilik almamalı, dilin milli yaddaş və kimliklə əlaqəsinə də dərk etməlidir. Eyni zamanda Vətənpərvərlik tərbiyəsi abstrakt çağırışlardan çıxarılaraq dil, tarix, ədəbiyyat və şəxsi məsuliyyətlə əlaqələndirilə bilər.

Bu baxımdan Şəhla Aslanın araşdırması yalnız ədəbiyyatşünaslıq üçün deyil, pedaqoji düşüncə üçün də müəyyən nəzəri material təqdim edir.

Kitabın psixoloji baxımdan maraqlı tərəfi milli kimliyin formalaşmasını şəxsiyyətin mənəvi özünüdərkə ilə əlaqələndirməyə imkan verməsidir. İnsan özünü müəyyən bir dilin, mədəniyyətin və tarixi yaddaşın daşıyıcısı kimi dərk etdikcə onun mənsubiyyət hissi möhkəmlənir.

Mənsubiyyət hissi isə şəxsiyyətin psixoloji bütövlüyündə mühüm rol oynayır. İnsan özünün kim olduğunu, hansı mədəni mühitə aid olduğunu və hansı mənəvi dəyərləri bölüşdüyünü dərk etdikdə sosial mühitdə daha aydın mövqeyə malik olur. Bu baxımdan dil və milli yaddaş yalnız kollektiv anlayışlar deyil, fərdin psixoloji identikliyinə də komponentlərdir. Ana dilinin qorunması və inkişaf etdirilməsi beləliklə yalnız mədəni siyasət məsələsi deyil, həm də şəxsiyyətin özünüdərk prosesinin mühüm istiqamətlərindən biri kimi çıxış edir.

Kitabın diqqətəlayiq cəhətlərindən biri də Sabir Rüstəmxanlı yaradıcılığının yeni nəsil tədqiqatçı tərəfindən araşdırılmasıdır. Burada yalnız müəllif və tədqiqatçı münasibətindən deyil, müəyyən mənada nəsilərarası mənəvi dialoqdan danışmaq mümkündür. Sabir Rüstəmxanlının yaradıcılığında ifadə olunan milli düşüncə bir nəslin tarixi və ictimai təcrübəsini əks etdirirsə, Şəhla Aslanın araşdırması həmin irsin yeni dövrə necə oxunduğunu göstərir. Bu, milli yaddaşın davamlılığı baxımından əhəmiyyətlidir.

Pedaqoji baxımdan nəsilərarası əlaqənin qorunması milli-mənəvi tərbiyənin mühüm şərtlərindəndir. Gənc nəsil əvvəlki nəsillərin yaratdığı dəyərlərlə tanış olmalı, lakin onları mexaniki şəkildə təkrarlamaqla kifayətlənməməli, həmin irsi müasir düşüncə ilə yenidən mənalandırmalıdır.

Bu baxımdan “Dil, kimlik, Vətən” kitabı yalnız Sabir Rüstəmxanlı irsinin öyrənilməsi deyil, həm də həmin irsin yeni elmi düşüncə müstəvisində yenidən dəyərləndirilməsi kimi əhəmiyyətlidir.

Şəhla Aslanın araşdırmasının elmi yeniliyini, ilk növbədə, dil, kimlik və Vətən anlayışlarının vahid milli varlıq konsepsiyası ətrafında birləşdirilməsində görmək mümkündür. Bu yanaşma Sabir Rüstəmxanlının yaradıcılığına müxtəlif elmi istiqamətlərdən baxmağa imkan verir.

Gələcək tədqiqatlarda bu konsepsiyanın daha da genişləndirilməsi və Sabir Rüstəmxanlının yaradıcılığının digər müasir Azərbaycan yazıçı və şairlərinin milli kimlik konsepsiyaları ilə müqayisəli şəkildə araşdırılması faydalı ola bilər. Həmçinin dil və milli identiklik məsələlərinin gənclərin sosiallaşması, ədəbi təhsildə milli-mənəvi dəyərlərin ötürülməsi və müasir media mühitində ana dilinə münasibət baxımından tədqiqi yeni elmi istiqamətlər açar bilər.

Belə perspektivlər “Dil, kimlik, Vətən” kitabının yalnız bir müəllifin yaradıcılığına həsr olunmuş araşdırma kimi deyil, daha geniş milli-mədəni proseslərin öyrənilməsi üçün metodoloji başlanğıc nöqtəsi olduğunu göstərir.

Şəhla Aslanın “Dil, kimlik, Vətən” kitabı Sabir Rüstəmxanlı yaradıcılığının milli varlıq aspektini araşdıran sistemli tədqiqat kimi diqqəti cəlb edir. Kitabın əsas üstünlüyü dil, kimlik və Vətən anlayışlarını ayrı-ayrı mövzular şəklində deyil, bir-birini tamamlayan vahid konseptual sistem kimi təqdim etməsidir.

Tədqiqatda dil milli yaddaşın, kimlik özünüdərk, Vətən isə mənəvi mənsubiyyətin ifadəsi kimi meydana çıxır. Bu anlayışlar arasındakı əlaqə Sabir Rüstəmxanlının poetik və ictimai düşüncəsinin əsas istiqamətlərindən birini təşkil edir.

Kitabın pedaqoji-psixoloji əhəmiyyəti də məhz bu nöqtədə üzə çıxır. Dilin qorunması milli yaddaşın qorunması, milli yaddaşın qorunması isə şəxsiyyətin mənsubiyyət və özünüdərk hissinin möhkəmləndirilməsi ilə əlaqədardır. Ədəbiyyat isə bu prosesin yalnız intellektual deyil, emosional və estetik tərəflərini də təmin edir.

Beləliklə, Şəhla Aslanın araşdırması dil problemini yalnız filoloji məsələ kimi deyil, insanın və cəmiyyətin mənəvi varlığı ilə bağlı problem kimi təqdim etməyə imkan verir. Bu xüsusiyyət kitabın elmi dəyərini artıran əsas amillərdən biridir.

Sonda belə **nəticəyə** gələrək qeyd edək ki, “Dil, kimlik, Vətən” kitabını yalnız Sabir Rüstəmxanlının yaradıcılığı haqqında növbəti elmi araşdırma kimi qiymətləndirmək düzgün olmazdı. Əsərin əsas elmi əhəmiyyəti onun milli varlıq problemini dil, kimlik və Vətən anlayışlarının qarşılıqlı əlaqəsi əsasında sistemləşdirməsindəndir. Şəhla Aslanın tədqiqatında dil milli kimliyin əsas daşıyıcısı, milli yaddaşın qoruyucusu və mənəvi varlığın ifadə vasitəsi kimi meydana çıxır. Sabir Rüstəmxanlının yaradıcılığında dilə münasibət isə sadəcə poetik seçim deyil, milli məsuliyyət mövqeyidir. Bu baxımdan “dilə keşikçilik” milli varlığa keşikçiliklə eyniləşir.

Kitabın ən mühüm konseptual nəticələrindən biri dilin “varlığa çevrilməsi” fikridir. Dil yaddaşı, tarixi, milli mənsubiyyəti və Vətən duyğusunu özündə birləşdirdikdə insanın və xalqın mənəvi varlığının ayrılmaz hissəsinə çevrilir. Bu yanaşma dilin psixoloji və pedaqoji funksiyalarını da ön plana çıxarır.

Pedaqoji baxımdan kitab göstərir ki, milli kimliyin formalaşması yalnız məlumat verməklə mümkün deyil. Bu prosesdə dil, ədəbiyyat, tarixi yaddaş, emosional bağlılıq və mənəvi dəyərlərin vəhdəti zəruridir. Psixoloji baxımdan isə insanın özünü müəyyən milli-mədəni bütövlüyün üzvü kimi hiss etməsi onun şəxsiyyətinin sosial və mənəvi bütövlüyünə təsir göstərir.

Şəhla Aslanın araşdırması bu baxımdan mühüm bir elmi-metodoloji fikir doğurur: milli varlıq yalnız siyasi və coğrafi anlayış deyil; o, insanın dilində, yaddaşında, özünüdərkində və mənəvi bağlılığında yaşayan bir reallıqdır.

Bu reallığın ən mühüm daşıyıcılarından biri isə dildir. Dil yaddaşı qoruyur, yaddaş kimliyi formalaşdırır, kimlik Vətən duyğusunu dərinləşdirir. Vətən isə bütün bu dəyərlərin insanın mənəvi dünyasında birləşdiyi məkana çevrilir.

Bu mənada Şəhla Aslanın “Dil, kimlik, Vətən” kitabı yalnız Sabir Rüstəmxanlı yaradıcılığının tədqiqinə deyil, ümumilikdə Azərbaycan ədəbi-mədəni düşüncəsində milli varlıq, dil və şəxsiyyət münasibətlərinin öyrənilməsinə dəyərli töhfə kimi qiymətləndirilə bilər.

Sonda qeyd etmək istərdik ki, Şəhla Aslanın “Dil, kimlik, Vətən” kitabı milli-mənəvi dəyərlərimizin, ana dilinin və milli özünüdərk probleminin elmi-nəzəri baxımdan araşdırılması istiqamətində təqdirəlayiq addımlardan biridir. Gənc tədqiqatçıya gələcək elmi fəaliyyətində yaradıcılıq uğurları, yeni elmi axtarışlar, məhsuldar tədqiqatlar və ədəbi-mədəni irsimizin öyrənilməsində davamlı nailiyyətlər arzulayırıq. İnanırıq ki, Şəhla Aslan bundan sonra da milli ədəbi düşüncəmizin aktual problemlərinə müraciət edərək özünəməxsus elmi mövqeyi və tədqiqatçı dəst-xətti ilə elmimizə dəyərli töhfələr verəcəkdir.

Bu uğurlu addımların gələcəkdə daha sanballı elmi əsərlərin və yeni araşdırmaların başlanğıcına çevriləcəyinə inanırıq.

DİL, KİMLİK, VƏTƏN” KİTABINDA MİLLİ VARLIQ KONSEPSİYASI: PEDAQOJİ-PSİXOLOJİ ASPEKTLƏR KAMAL CAMALOV

XÜLASƏ

Məqalədə Dr. Şəhla Aslanın “Dil, kimlik, Vətən” kitabı milli varlıq, ana dili, milli kimlik və Vətən anlayışlarının qarşılıqlı əlaqəsi kontekstində pedaqoji-psixoloji baxımdan təhlil edilir. Tədqiqatın əsas diqqət mərkəzində Xalq şairi Sabir Rüstəmxanlının yaradıcılığında dilin, tarixi yaddaşın, milli mənsəbiyyətin və Vətən duyğusunun qarşılıqlı əlaqəsinin araşdırılması dayanır. Qeyd olunur ki, ana dili yalnız kommunikativ vasitə deyil, həm də insanın fərdi və milli özünüdərkinin, mənəvi dünyasının və mədəni yaddaşının formalaşmasında mühüm rol oynayan amildir.

Məqalədə Şəhla Aslanın tədqiqatında irəli sürülən “dilə keşikçilik”, “dilin varlığa çevrilməsi” kimi konseptual yanaşmaların pedaqoji və psixoloji mahiyyəti açıqlanır. Dilin milli yaddaşın əsas daşıyıcılarından biri olması, onun vasitəsilə tarixi və mədəni dəyərlərin nəsildən-nəslə ötürülməsi məsələləri nəzərdən keçirilir. Bununla yanaşı, milli kimliyin formalaşmasında ailə, məktəb, ədəbiyyat, tarixi yaddaş və sosial-mədəni mühitin rolu diqqətə çatdırılır.

Araşdırmada Sabir Rüstəmxanlının poetik irsinin milli-mənəvi tərbiyə baxımından imkanları da qiymətləndirilir. Ədəbi mətnlərin gənc nəslin ana dilinə, milli tarixə, mədəni irsə və Vətənə münasibətinin formalaşmasına təsir edən mühüm pedaqoji vasitə olduğu əsaslandırılır. Nəticə etibarilə, “Dil, kimlik, Vətən” kitabının milli varlıq probleminin dil, yaddaş, kimlik və mənəvi bağlılıq müstəvisində sistemli şəkildə öyrənilməsi baxımından əhəmiyyətli elmi tədqiqat olduğu qənaətinə gəlinir.

THE CONCEPT OF NATIONAL EXISTENCE IN THE BOOK “LANGUAGE, IDENTITY, HOMELAND”: PEDAGOGICAL AND PSYCHOLOGICAL ASPECTS**Kamal Jamalov****Doctor of Pedagogical Sciences, Professor at Nakhchivan Teachers Institute,
Honored Teacher of the Republic of Azerbaijan****Abstract**

The article analyzes Dr. Shahla Aslan’s book “Language, Identity, Homeland” from a pedagogical and psychological perspective in the context of the interrelationship between national existence, the mother tongue, national identity, and the concept of homeland. The main focus of the study is the examination of the relationship between language, historical memory, national belonging, and the sense of homeland in the literary works of People’s Poet Sabir Rustamkhanli. The study emphasizes that the mother tongue is not merely a means of communication, but also an important factor in the formation of individual and national self-awareness, the spiritual world of the individual, and cultural memory.

The article examines the pedagogical and psychological significance of such conceptual approaches as “guardianship of the language” and “the transformation of language into existence” proposed in Shahla Aslan’s research. Particular attention is paid to the role of language as one of the principal carriers of national memory and to the transmission of historical and cultural values from one generation to another. The role of the family, school, literature, historical memory, and the socio-cultural environment in the formation of national identity is also considered.

The study further evaluates the pedagogical potential of Sabir Rustamkhanli’s poetic heritage in the context of moral and national education. It argues that literary texts constitute an important pedagogical means of developing the younger generation’s attitude towards the mother tongue, national history, cultural heritage, and homeland. The article concludes that “Language, Identity, Homeland” represents a significant scholarly study for understanding the problem of national existence through the interconnected dimensions of language, memory, identity, and spiritual belonging. The book also provides valuable theoretical perspectives for contemporary pedagogical thought and the study of national-moral education.

PEŞƏKAR ÜNSİYYƏTİN MAHIYYƏTİ VƏ ROLU

Sahilə İbrahimova

Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti,

Müasir Azərbaycan dili kafedrasının dosenti, f.ü.f.d, e-mail: sahila.ibrahimova@yahoo.com

ORCID ID: 0009-0008-6960-524x

Xülasə

Açar sözlər: ünsiyyət, kommunikasiya, effektiv, bacarıq

İş dünyasında müvəffəqiyyətin əsasında duran əsas amillərdən biri **effektiv kommunikasiya bacarıqlarıdır**. İşgüzar münasibətlərin qurulması, münəqişələrin həlli və komanda işinin təkmilləşdirilməsi üçün güclü ünsiyyət bacarıqları vacibdir. Bu bacarıqlar sayəsində işçilər və rəhbərlər arasında qarşılıqlı anlaşma, inam və əməkdaşlıq gücləndirilir. Bu məqalə iş dünyasında kommunikasiya bacarıqlarının əhəmiyyətini vurğulayır və uğur qazanmaq üçün bu bacarıqları necə inkişaf etdirmək lazım olduğunu izah edir.

İş dünyasında effektiv kommunikasiya bacarıqları, hər hansı bir təşkilatın uğuru üçün əsas təməllərdən biridir. Güclü ünsiyyət bacarıqları, komanda üzvləri arasında anlaşmanı, əməkdaşlığı və qarşılıqlı etimadı gücləndirir, bu da ümumi məhsuldarlığın artmasına gətirib çıxarır.

Effektiv ünsiyyət sayəsində işçilər öz vəzifələrini daha dəqiq yerinə yetirir, müştərilərlə möhkəm əlaqələr qurur və çətin vəziyyətləri asanlıqla idarə edirlər. Həmçinin, düzgün ünsiyyət liderlərin öz komandalarına aydın istiqamətlər verməsinə və məqsədlərə daha sürətlə çatmasına imkan yaradır. Bu, həm şəxsi karyera inkişafı, həm də təşkilatın ümumi müvəffəqiyyəti üçün əvəzolunmazdır. İş mühitində effektiv ünsiyyətin tətbiqi komanda işini və ümumi məhsuldarlığı artırmaq üçün vacibdir. İşçilər arasında güclü ünsiyyət əməkdaşlığın inkişafına, qarşılıqlı anlayışa və problemlərin vaxtında həll olunmasına şərait yaradır.

Liderlər üçün effektiv ünsiyyət bacarıqları xüsusi əhəmiyyət daşıyır. Liderlər aydın mesajlarla komanda üzvlərinə istiqamət verməli, onların potensialını maksimum səviyyədə istifadə etmələrinə şərait yaratmalıdırlar. Geri bildirimlərin verilməsi və qəbul edilməsi, komanda üzvlərinin inkişafı və komandanın ümumi performansını yüksəltməyə kömək edir. Liderlər, həmçinin, çətin vəziyyətlərdə sakit və təsirli ünsiyyətlə komandanı motivasiya edə və inamını qoruya bilirlər.

THE ESSENCE AND ROLE OF PROFESSIONAL COMMUNICATION**Sahila Ibrahimova****Azerbaijan State Pedagogical University,****Associate Professor at the Department of Modern Azerbaijani Language, Ph.D****e-mail: e-mail: sahila.ibrahimova@yahoo.com****ORCID ID: 0009-0008-6960-524x****Abstract****Keywords: communication, efficiency, skills, business**

One of the fundamental factors underlying success in the business world is effective communication skills. Strong communication skills are essential for building business relationships, resolving conflicts, and improving teamwork. Through these skills, mutual understanding, trust, and cooperation are strengthened between employees and managers. This article emphasizes the importance of communication skills in the corporate world and explains how to develop these abilities to achieve success.

Effective communication skills in the business world are one of the core foundations for the success of any organization. Strong communication skills enhance understanding, collaboration, and mutual trust among team members, which leads to increased overall productivity.

Thanks to effective communication, employees perform their duties more accurately, build solid relationships with clients, and manage difficult situations easily. Furthermore, proper communication enables leaders to provide clear directions to their teams and reach goals more rapidly. This is indispensable both for personal career development and the overall success of the organization. The application of effective communication in the work environment is vital for enhancing teamwork and general productivity. Strong communication among employees creates conditions for the development of cooperation, mutual understanding, and the timely resolution of problems.

Effective communication skills are of particular importance for leaders. Leaders must provide direction to team members through clear messages and create conditions for them to utilize their potential to the maximum extent. Giving and receiving feedback helps develop team members and elevate the overall performance of the team. Leaders can also motivate the team and maintain their confidence through calm and impactful communication in difficult situations.

GALSWORTHY’NİN “İLKLER VE SONUNCULAR” ÖYKÜSÜNDE BİREY-TOPLUM ÇATIŞMASI, STATÜ KAYGISI VE VİCDANİ KATARSİS

Dr. Öğr. Türkan HÜSEYNOVA

**Azerbaycan Devlet Pedaqoji Üniversitesi, Shamakhi bölümü, Dil, edebiyat ve onların öğretim teknolojisi bölümü, Dünya edebiyatı öğretmeni, Bakü Devlet Üniversitesi, Dünya edebiyatı bölümü doktora öğrencisi, turkan.huseynova.8989@mail.ru
<https://orcid.org/0009-0008-0507-0880>**

Özet

Bu çalışma, 20. yüzyıl İngiliz edebiyatında eleştirel realizm akımının önde gelen temsilcilerinden John Galsworthy’nin “İlkler ve Sonuncular” (*First and the Last*) adlı öyküsünü sosyo-psikolojik ve felsefi açılardan incelemektedir. Çalışmanın temel amacı; eserdeki Keith Darrant ve Laurence Darrant kardeşlerin tipolojileri üzerinden irade ile iradesizlik, vicdan borcu ile sosyal statü arzusu arasındaki çatışmayı ortaya koymak ve kriz anlarında bireyin kendi varoluşsal kimliğini tanımlama süreçlerini aydınlatmaktır. Metnin çözümlenmesinde Jean-Paul Sartre’ın varoluşçu öznellik kuramı, Jean-Jacques Rousseau’nun öteki üzerinden tanımlanma (özdeşleşme) yaklaşımı ve Alec Fréchet’nin Galsworthy nâsrine ilişkin eleştirel-estetik tespitleri temel alınmıştır.

Nitel araştırma yöntemiyle yürütülen bu incelemede mâtndaxilî bədii obrazlığı, emosional çaları ve kaynak dilin üslubunu korumak adına eşdeğerlik ve adekvatlık yöntemi esas alınmış; kavramsal-semantic analiz ile fonksiyonel-üslupsal adaptasyondan yararlanılmıştır.

Elde edilen bulgular, Galsworthy’nin eserde geleneksel birey-aile-toplum üçlü yapısını aşarak aileyi sınıfsal yapının doğrudan bir uzantısı olarak kurguladığını ve toplumsal ilişkileri "birey" ile "diğerleri" arasındaki iki kutuplu tek bir zıtlığa indirgediğini göstermektedir. Bir cinayet vakasının tetiklediği kriz anında, kamusal itibarını ve rasyonel iradesini korumayı amaçlayan Kraliyet avukatı Keith Darrant ahlaki ve manevi bir çöküş yaşarken; iradesiz ve zayıf görülen Laurence Darrant masum bir insanın hayatını kurtarmak adına suçunu itiraf edip vicdani bir katarsis yaşamaktadır. Sonuç olarak çalışma, bireysel vicdan ile toplumsal statü kaygısı arasındaki çatışmanın insan psikolojisindeki dönüştürücü rolünü gözler önüne sererken; gelecek araştırmalar için eserin Dostoyevski’nin *Suç ve Ceza* romanıyla karşılaştırmalı analizi veya hukuk felsefesi bağlamında incelenmesi gibi yöntemleri önermektedir.

Anahtar Kelimeler: John Galsworthy, İlkler ve Sonuncular, Birey-Toplum Çatışması, Sosyal Statü, Vicdan, Katarsis.

**INDIVIDUAL-SOCIETY CONFLICT, STATUS ANXIETY AND MORAL CATHARSIS IN
GALSWORTHY'S STORY "THE FIRST AND THE LAST"****Turkan HUSEYNOVA****Lecturer of World Literature, Department of Language, Literature, and Teaching Technologies,
Shamakhi Branch of Azerbaijan State Pedagogical University, PhD Student in World Literature, Baku****State University****turkan.huseynova.8989@mail.ru****<https://orcid.org/0009-0008-0507-0880>****Abstract**

This study examines "The First and the Last," a short story by John Galsworthy—one of the prominent representatives of critical realism in 20th-century English literature—from socio-psychological and philosophical perspectives. The main objective of the study is to reveal the conflict between determination and indecision, and moral duty versus the desire for social status through the typologies of the brothers Keith Darrant and Laurence Darrant, thereby elucidating the processes through which individuals define their existential identities during moments of crisis. In analyzing the text, Jean-Paul Sartre's theory of existential subjectivity, Jean-Jacques Rousseau's approach of self-definition (identification) through the "other," and Alec Fréchet's critical-aesthetic insights on Galsworthy's prose serve as the core theoretical framework.

Conducted using a qualitative research methodology, this study adopts the method of equivalence and adequacy to preserve textual artistic imagery, emotional nuance, and the style of the source language, while utilizing conceptual-semantic analysis and functional-stylistic adaptation.

The findings indicate that Galsworthy transcends the traditional triad of "individual-family-society" by constructing the family as a direct extension of social class, thereby reducing social relations to a single two-polar opposition between the "individual" and "the others." In the crisis triggered by a murder, Keith Darrant—a King's Counsel aiming to protect his public reputation and rational willpower—suffers a moral and spiritual collapse, whereas Laurence Darrant, perceived as weak and indecisive, confesses to the crime to save an innocent man's life, experiencing a moral catharsis. Consequently, the study demonstrates the transformative role of the conflict between personal conscience and social status anxiety within human psychology, while suggesting future research avenues such as a comparative analysis with Dostoevsky's *Crime and Punishment* or an investigation within the context of legal philosophy.

Keywords: John Galsworthy, The First and the Last, Individual-Society Conflict, Social Status, Conscience, Catharsis.

GİRİŞ

20.yüzyıl İngiliz edebiyatının önde gelen temsilcilerinden biri olan John Galsworthy, eserlerinde eleştirel realizm akımının ilkelerine sadık kalarak birey-toplum ilişkilerini, sosyal eşitsizliği ve insani değerlerin krizini sanatsal düzleme taşımıştır. Galsworthy nesri, yalnızca toplumsal kusurların tasviriyle sınırlı kalmayıp aynı zamanda manevi-psikolojik bir katarsis aracılığıyla bu sorunların derinliğine nüfuz eder.

Bu araştırmanın temel amacı, yazarın görüşlerinin sosyo-psikolojik mahiyetini onun müstesna eserlerinden biri olan "İlkler ve Sonuncular" (*First and the Last*) öyküsü bağlamında incelemektir. Makalenin amacı; Keith ve Laurence Darrant kardeşlerin timsalinde irade ile iradesizlik, vicdan borcu ile sosyal statü ilkelerinin çatışmasını, ayrıca kriz anlarında insanın kendi öznel mantığını (kimliğini) nasıl tanımladığını Jean-Paul Sartre, Jean-Jacques Rousseau ve Alec Fréchet'nin felsefi-estetik teorileri ışığında aydınlatmaktır.

1. KURAMSAL ÇERÇEVE

20.yüzyıl İngiliz edebiyatının önde gelen temsilcilerinden biri olan ve eleştirel realizm akımının ilkelerini eserlerine yansıtan John Galsworthy, hemen hemen tüm yazın hayatı boyunca eserlerinde sosyo-kültürel ve toplumsal sorunları tasvir etmekte, mümkün olduğunca bu sorunlara çözüm yolları sunmaya çalışmaktadır. Bu süreçte birey, daima toplumla karşılıklı etkileşim halinde ele alınır. Nitekim yazarın önde gelen araştırmacılarından Alec Fréchet bu ilişkiyi şu sözlerle ifade eder: "Olaylar birey, aile ve toplum arasında cereyan etmez. Sürece dahil olan taraflar iki birime indirgenir: Birey ve ait olduğu tüm sosyal sınıf — hatta tüm toplum — olarak görülen aile. Açıktır ki aile, kendi kimliğini yitirir. Galsworthy, insan ilişkileri anlayışından önemsiz gördüğü her şeyi çıkararak, bunları akraba olsun ya da olmasın, kahraman ile geri kalan herkes arasında; birey ile 'diğerleri' arasındaki tek bir çatışmaya (antagonizmaya) indirger" (Fréchet, 1982, s. 118).

"İlkler ve Sonuncular" (*First and the Last*) öyküsü, yalnızca parçası olduğu İngiliz edebiyatında değil, genel olarak dünya edebiyatında toplumsal eleştiri ve psikolojizm açısından müstesna bir yere sahiptir. Bu öykü, derin rasyonel ve duygusal boyutları ifade etme noktasında güçlü bir olay örgüsüne ve özgün bir karakterler sistemine sahiptir. Yazar; insanın vicdan borcu ile sosyal statüsü, iradesizlik ile güçlü irade arasındaki gerilimi ve insan psikolojisinin içinde bulunduğu duruma bağlı olarak yaşadığı dalgalanmaları kavramsal bir titizlikle tasvir etmeye çalışır.

Keith Darrant ve Laurence Darrant kardeşirler. Bir gün Laurence (yani Larry), aşık olduğu ve mütevazı/düzensiz bir hayat süren Wanda adlı kadının evinde, onu rahatsız eden eski kocasını öldürür. Cinayetten sonra cesedi karanlık bir kemerin altına taşıyarak gizler. Ancak Laurence'tan sonra ceset, iki farklı kişi tarafından farklı zamanlarda soyulur. Olay gerçekleştikten sonra Larry, ağabeyi Keith'in yanına gelir ve tüm olay örgüsü bu gelişme üzerine şekillenir.

Eserden anlaşıldığı üzere Keith Darrant, bir Kraliyet avukatıdır (Kraliyet Danışmanı/Savcı) ve bu zamana kadar yürüttüğü başarılı davalar, hukuki süreçlerdeki dürüstlüğü ve güçlü iradesi sayesinde kazandığı zaferlerle tanınır. Kardeşi Laurence ise onun aksine iradesiz, duygusal karakterli ve kadınlara karşı zaafı nedeniyle kırılğan, hassas bir yapıya sahiptir. Alkol, kadınlar ve irade zayıflığı, Keith'in ifadesiyle Larry'nin aylak bir yaşam sürmesine neden olur. Birbirine zıt iki kutbu temsil eden bu kardeşler, aslında insanlığın genel bir sembolüne dönüşür ve bu ezeli mücadele okuyucuya daha somut bir düzlemde sunulur. Keith; iradeli, rasyonel, güçlü ve toplumsal statüsünü koruyan biriyken, Larry ise onun aksine duygusal, iradesiz, zayıf ve sosyal statüyü göz ardı eden bir profil çizer. Yazar, Keith'i tasvir ederken şöyle yazar: "Yıllar geçtikçe, bir erkek gibi kararlı olmanın tüm günlük işlerde son derece önemli olduğuna daha çok ikna oluyordu. Söz ve hamle, ama önce hamle! Günümüzün batan güneşini simgeleyen bu çağın ürünü olan hiçbir şüphe ve tereddüt, hiçbir mide bulandırıcı duygusallık olmamalıydı" (Galsworthy, 2010, s. 448). Laurence hakkında ise şunları kaydeder: "Kardeşinin Adelphi'deki evinden çıktıktan sonra Laurence, şehrin kuzeyine doğru yöneldi. Kah hızlı yürüyor, kah adımlarını yavaşlatıyor, kah yeniden hızlanıyordu. Bazı insanlar iradelerini ortaya koyarak kendilerini bir işle meşgul olmaya zorlar ve o

işi bitirmeden rahat edemezler; bazıları ise iradeleri olmadığından, aynı enerjiyle bir işten diğerine atlamaktadırlar. Böyle insanlar, intikam tanrıçası gibi iradesiz insanları takip eder, kendilerini yönetmelerine izin vermezler” (Galsworthy, 2010, s.457).

Jean-Paul Sartre, *Öznellik Nedir?* kitabında insanın kendi iç benliğini, öznesini belirli bir durum içerisinde daha iyi tanıyarak ya bir üst seviyeye ya da bir alt seviyeye taşıdığını belirtir. Yani insan, ancak o somut durum ve koşul dahilinde kendini tanıma ve yeniden değerlendirme fırsatı elde eder. Örneğin bir insan, ırkçılığa karşı gerçek tutumunu böyle bir durumla karşılaşmadan tam olarak belirleyemez. İster istemez bu tür kriz anlarında sergilediği tutum, onun kendi benliğini daha yakından tanımasına yardımcı olur; böylece ya ırkçılığın karşısındadır ya da değildir (Sartre, 2015). Bu yaklaşımdan yola çıkarak belirtmek gerekir ki, öykünün kahramanları olan kardeşler de cinayet anı ve sonrasında geliştirdikleri tutumla hem sosyal hem de psikolojik açıdan kendi kimliklerini daha net bir şekilde tanımlayabilmektedirler.

Bu öyküdeki kardeşlerin içine düştükleri durum çerçevesinde kendilerini tanımlarını ve kişiliklerini tanımlamalarını Jean-Jacques Rousseau’nun düşünceleriyle daha da netleştirebiliriz. J.J. Rousseau üzerine çalışmalarıyla tanınan araştırmacı Chris Kelly, Rousseau’nun Fransa’da bir insanın başka bir insan üzerinden tanımlanması ve özdeşleşmesi (identifikasyon) fikrini ortaya atan ilk kişi olduğunu belirtir. Matematik ve ilahiyatta özdeşleşme/özdeşlik kavramı bulunsa da, sırf bu anlamda ve felsefi boyutta Rousseau öncesinde böyle bir yaklaşım mevcut değildir. “Bir insan başkasıyla tanınır, tanımlanır” ifadesi, dilbilgisi açısından bile Rousseau’dan önce bu şekilde kullanılmamıştır (Sugrue, 2020b).

Öyküdeki birinci temel mesele sosyal statüdür ki, Keith Darrant’ın şahsında onun toplum nezdindeki konumunun zedelenmesinden korktuğuna şahit oluruz. O; iradeli ve saygın bir adamdır, kardeşinin cinayet işlediğini öğrendikten sonra hem kendi itibarını hem annesinin, kızının ve kardeşinin, kısacası Darrant ailesinin onurunu korumak adına ona yardım etmeye çalışır. “Başarının her şeyden üstün olduğu o insanlar, kanun ve adalet mahkemesi karşısında el pençe divan durur, fakat netleşmiş gerçekler karşısında ikiyüzlüce bir duyarsızlık sergilerler” (Galsworthy, 2010, s. 492). “Nihayet her şey bitti! Yalnızca aptallar, iradesi ve amacı olmayanlar yaşananlar için pişmanlık duyabilirdi. Aniden güldü! Demek ki Larry boşuna öldü! İradesi yoktu, amaçsız yaşıyordu ve işte bu yüzden artık ölmüştü! Aptal ve narin insancıklar ızdırap içinde pişman olur, vicdanlarına leke sürülmesinden azap çekerler. Güçlü erkekler ise ne kadar sarsılsalar da amaçlarına doğru inançla yürürler” (Galsworthy, 2010, s. 503-504). Eserden aktarılan bu alıntılarda Keith’in hem kamusal itibarını korumak adına iradesini ortaya koyuşuna hem de bu süreçteki psikolojik durumuna tanıklık ederiz. Kuşkusuz, bazı noktalarda Keith Darrant’ın kör iradecilik anlayışıyla bağdaşmamız mümkün değildir.

Eserin diğer kahramanı ise Laurence’tır. “Larry daima başkalarının acılarını görürdü ve bu onu rahatlatırdı. Kendi derdinin büyük bir felaketin sadece bir parçası olduğunu, bu incinmiş, gölgeye benzeyen zavallı insanlar yaşadığı sürece yalnız olmadığını anlardı” (Galsworthy, 2010, s. 490). Larry için sosyal statü önemli değildir; o genel olarak hayatı boyunca bunu düşünmemiş, kadınlar ve alkol temel yaşam gayesi olduğundan ağabeyi Keith gibi dürüst ve iradeli bir hayat arayışında olmamıştır. Ancak ömrünün bu kritik anlarında Larry’nin suçunu itiraf etmesine engel olan şey, Wanda’ya duyduğu aşktır; öyle bir aşk ki, oldukça tuhaf ve arzu edilmeyen bir durumdan doğmuş, bütün ruhunu kuşatmıştır ve artık o, bu kadın olmadan bir hayat hayal edememektedir. Yazar, Larry’nin Wanda’ya olan tutumunu şu şekilde tasvir eder: “Sevdiğin kadından ruh halini gizlemek zordur, müziğin insan yüreğine dokunmasına engel olmak gibi... Eğer bir kadın yaşadığı ağır sarsıntılardan sonra ilk kez aşkın hazzını hissediyorsa, sevdiği adam duygularını ne kadar gizlemeye çalışırsa çalışsın bunda başarılı olamayacaktır” (Galsworthy, 2010, s. 496). Larry, kendi yerine masum bir başka adamın idam edilmeye hazırlandığını duyduğunda, saklanma gereksinimi ve zorunluluğu yerini utanç hissine bırakır ve vicdanı onu rahatsız etmeye başlar. “Keith, bende hala az da olsa vicdan kaldı. Saklanırsam o histen hiçbir şey kalmaz, küçücük bir kırıntı bile... Ben ise o hissin üzerine titriyorum, belki çok, hatta... Ben henüz söyleyemiyorum. Beceremiyorum...”

(Galsworthy, 2010, s. 484). “Senin oturman gereken yerde oturan adama bakmak ne kadar korkunç ve aynı zamanda ne kadar cezbediciydi” (Galsworthy, 2010, s. 481).

Eserin üçüncü ana karakteri ise Wanda’dır. O, çocuğunu kaybettikten sonra düzensiz/yozlaşmış bir hayat sürmeye başlar ve bir gün Laurence ile tanışır. Bu tanışmanın ardından Wanda mevcut yaşam tarzını terk ederek tüm sadakati ve sevgisiyle Laurence’a bağlanır. Eserdeki tasviri oldukça karmaşıktır; nitekim bu tür bir yaşam tarzıyla paradoksal bir biçimde bağdaşan masumiyet, edebi dilin gücüyle okuyucunun ruhuna dokunmayı başarır. “Ya hayat bu kadın üzerinde iz bırakmaya fırsat bulamamıştı ya son saatlerin acıları ya da belki de kardeşi Larry’ye olan bağlılığı geçmişin izlerini tamamen silmişti” (Galsworthy, 2010, s. 468). “Hem sadakat hem samimiyet hem de bu ahlaksızlık yuvasında, karanlığın ve korkunun kuşatmasında nadir rastlanan, yürek burkan bir güzellik!” (Galsworthy, 2010, s. 473). “Kendi zincirlerini sevdiğinden ağırlıklarını hissetmeyen sadık bir köleye benziyordu” (Galsworthy, 2010, s. 483).

Eserde meydana gelen cinayet vakasının etkisiyle psikolojik unsurlara oldukça geniş yer verilmiştir. Nitekim bu eseri bir bakıma psikolojik bir öykü olarak da adlandırabiliriz. Kahramanların ruhsal sarsıntıları, olay örgüsünün iç yapısını daha başarılı bir kompozisyona dönüştürür. Örneğin Wanda’nın ağzından aktarılan şu ifadelerle dikkat edelim: “Ben açlığın ne demek olduğunu biliyorum, o zaman istemediklerini de yapmak zorunda kalıyorsun. Belki onun bir yakını yoktur. İnsanın sevecek kimsesi yoksa, o çok kötü biri olabilir” (Galsworthy, 2010, s. 493). Yazar, Larry’nin psikolojik sarsıntılarını ve ruh hallerini şu şekilde tasvir eder: “İnsan batarken geçmişi hatırlar. Hayatını kaybetmiş şairin dediği gibi, o 'rüzgarlarla birlikte uçuyordu'. Şimdi Larry için kendine sadık kalma vakti başladı. İnsan haftalarca tereddüt edebilir — bilinçli, bilinçsiz, hatta uykusunda bile... Ama öyle bir an gelir ki artık tereddüt etmek mümkün olmaz. Hakimin siyah şapkası, hayretle aşağıdan yukarıya ona bakan ezilmiş adam — hayır, artık tereddüt edilemezdi!” (Galsworthy, 2010, s. 497). “Ben, Laurence Darrant, kendi isteğimle ölmeden önce beyan ederim ki, bu mektup benim samimi itirafımdır. 'Glove Lane Cinayeti' adıyla bilinen olayı geçen yıl 27 Kasım’da ben işledim... Biz ölmek istemiyoruz, birbirimizden ayrılmaya da dayanamayız; ancak benim yüzümden masum bir adamın asılmasına da asla razı olamam, başka çıkış yolu görmüyorum. Ricasıyla, cesetlerimize otopsi yapılmamasını diliyorum. Aldığımız zehrin kalıntısı masanın üzerindedir. Lütfen bizi birlikte defnedin” (Galsworthy, 2010, s. 501).

2. YÖNTEM

Bu çeviride metin içi sanatsal imgelemi, duygusal tonu ve kaynak dilin üslubunu tam olarak korumak amacıyla **eşdeğerlik ve uygunluk (adekvatlık) yöntemi** esas alınmıştır. Orijinal metindeki psikolojik ve felsefi terminolojinin doğruluğunu sağlamak hedefiyle **kavramsal-semantik analiz** uygulanmıştır. Edebi alıntılarının ve diyalogların hedef dilin (Türkçenin) akademik-edebi normlarına uyarlanması için ise **fonksiyonel-üslupsal adaptasyon** yönteminden yararlanılmıştır.

3. BULGULAR

3.1. Sosyal Statü ile Bireysel Vicdan Arasındaki Çatışma ve Kimlik Tanımlaması: Metindeki analiz, kriz anlarının (cinayet vakası) bireylerin öznel kimliklerini belirlemede bir eşik olduğunu ortaya koymaktadır. Keith Darrant için temel saik sosyal statüyü, aile itibarını ve rasyonel iradeyi korumak iken; Laurence (Larry) Darrant için vicdan, ahlaki sorumluluk ve insani duygular (aşk ve merhamet) ön plana çıkar. Bu durum, Jean-Paul Sartre’ın “varoluşsal kriz anlarında özneleşme/kendini tanıma” ve Jean-Jacques Rousseau’nin “öteki üzerinden tanımlanma” teorilerini doğrulamakta; iki kardeşin tutumu üzerinden toplum ile birey arasındaki ezeli antagonizmayı somutlaştırmaktadır.

3.2. Galsworthy’nin Birey-Toplum İlişkisindeki İndirgemeci Dialektiği: Alec Fréchet’nin kuramsal çerçevesiyle de desteklendiği üzere, John Galsworthy eserinde geleneksel “birey-aile-toplum” üçlü yapısını ortadan kaldırarak aileyi doğrudan ait olunan sosyal sınıfın/toplumsal bir parçası olarak ele alır. Böylece metindeki tüm toplumsal

ilişkiler; felsefi, ahlaki ve psikolojik açıdan "birey (kahraman) ve 'diğerleri' (geri kalan herkes)" şeklinde iki kutuplu tek bir zıtlığa indirgenmiş olarak karşımıza çıkar.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışmada John Galsworthy'nin "İlkler ve Sonuncular" (*First and the Last*) öyküsü birey-toplum çatışması, sosyal statü ve vicdan kavramları düzleminde analiz edilmiş, kriz durumlarının karakterlerin kendi öznelliklerini tanımlamasında belirleyici bir rol oynadığı sonucuna varılmıştır. Eserde geleneksel üçlü yapının (birey-aile-toplum) indirgenerek karşıtlığın iki ana kutba çekilmesi, Alec Fréchet'nin eleştirel yaklaşımıyla tam olarak örtüşmektedir. Keith Darrant'ın burjuva ahlakını ve statüsünü korumak adına sergilediği pragmatizme karşılık, Laurence'ın masum bir insanın idam edilmesine razı olmayıp kendini feda etmesi Jean-Paul Sartre ve Jean-Jacques Rousseau'nun kavramları ışığında manevi bir katarsis olarak değerlendirilmiştir. Analizler göstermektedir ki kamusal konumunu koruyan Keith manevi bir çöküş yaşarken, toplumun "başarısız" saydığı Laurence vicdan sınavından galip çıkarak ahlaki bir üstünlük kazanmaktadır. Gelecek araştırmalarda bu eserin Dostoyevski'nin *Suç ve Ceza* romanı ile karşılaştırmalı olarak incelenmesi veya hukuk felsefesi bağlamında ele alınması önerilmektedir.

KAYNAKLAR

1. Fréchet, A. (1982). *John Galsworthy: A reassessment*. The Macmillan Press.
2. Galsworthy, J. (2010). *Seçilmiş əsərləri*. Şərq-Qərb.
3. Sartre, J.-P. (2015). *Öznellik nedir?* (1. basım). Can Sanat Yayınları.
4. Sugrue, M. (2020, April 20). *Freud and philosophy* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=OdzAQFmyxNo>
5. Sugrue, M. (2020, May 15). *Rousseau's urgent warning for modern society* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=OMwm-FbzHes>
6. Sugrue, M. (2021, February 24). *Conclusion: Political, social and cultural criticism and theory* [Video]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=n9e0g5s_LCk&t=270s

ÖĞRETMEN - ÖĞRENCİ İLİŞKİLERİNDE ETKİLİ İLETİŞİMİN ÖNEMİ

Natevan Paşayeva

Öğretmen, Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti, Temel Eğitim Fakültesi, Temel Eğitim bölümü,
pasayeva.natavan@mail.ru, ORCID: 0009-0001-4269-7681

Özet

Öğretmen - öğrenci ilişkileri, eğitim sürecinin niteliğini belirleyen temel unsurlardan biridir. Bu ilişkilerin sağlıklı ve verimli bir şekilde kurulması, etkili iletişim becerilerine doğrudan bağlıdır. Etkili iletişim, öğretmen ile öğrenci arasında karşılıklı güvenin oluşmasına, öğrenme motivasyonunun artmasına, psikolojik güvenliğin sağlanmasına ve öğretim sonuçlarının iyileşmesine önemli katkılar sağlamaktadır. Bu makalede, öğretmen-öğrenci ilişkilerinde iletişimin rolü, temel özellikleri, karşılaşılan engeller ve bu engellerin aşılmasına yönelik çözüm yolları bilimsel ve pedagojik açıdan ele alınarak incelenmektedir.

Anahtar kelimeler: öğretmen, öğrenci, iletişim, pedagojik iletişim, motivasyon, iş birliği, öğretim süreci.

THE IMPORTANCE OF EFFECTIVE COMMUNICATION IN TEACHER-STUDENT RELATIONSHIPS

Natavan Pashayeva

Teacher, Azerbaijan State Pedagogical University, Faculty of Primary Education, Department of
Primary Education, pasayeva.natavan@mail.ru, ORCID: 0009-0001-4269-7681

Abstract

Teacher - relationships are among the fundamental factors that determine the quality of the educational process. Establishing these relationships in a healthy and productive manner depends directly on effective communication skills. Effective communication plays a significant role in fostering mutual trust between teachers and students, enhancing students' learning motivation, ensuring psychological safety, and improving learning outcomes. This article analyzes the role of communication in teacher - student relationships, its key characteristics, the barriers encountered, and the ways to overcome these barriers from a scientific and pedagogical perspective.

Keywords: teacher, student, communication, pedagogical communication, motivation, collaboration, teaching process.

GİRİŞ

Modern eğitim sistemi, yalnızca bilginin aktarılmasını değil, aynı zamanda bireyin çok yönlü gelişimini de öncelikli hedef olarak kabul etmektedir. Bu amaca ulaşabilmek için öğretmen ile öğrenci arasında karşılıklı saygı, iş birliği ve güvene dayalı ilişkilerin kurulması gerekmektedir. Bu ilişkilerin temelinde ise etkili iletişim yer almaktadır. Öğretmenin öğrencisiyle doğru ve etkili iletişim kurması, öğrencinin duygusal gelişimine, sosyal becerilerinin şekillenmesine ve akademik başarısının artmasına olumlu katkı sağlamaktadır.

Pedagojik iletişim, öğretmen ile öğrenci arasında bilgi alışverişini, karşılıklı anlayışı, iş birliğini ve eğitsel etkileşimi sağlayan amaçlı bir etkileşim sürecidir. Etkili iletişim yalnızca bilgi aktarmakla sınırlı olmayıp; aynı zamanda dinleme, empati kurma, geri bildirim verme ve motivasyon oluşturma süreçlerini de kapsamaktadır.

Sınıfta sağlıklı bir iletişim ortamı oluşturulduğunda öğrenciler düşüncelerini özgürce ifade edebilmekte, soru sormaktan çekinmemekte ve öğrenme sürecine daha aktif katılım göstermektedir. Bu durum ise öğrenmenin niteliğini artıran temel koşullardan biri olarak değerlendirilmektedir.

Öğretmen-öğrenci ilişkilerinde etkili iletişim aşağıdaki ilkelere dayanmalıdır:

- karşılıklı saygı ve güven ortamının oluşturulması;
- aktif dinleme becerisinin sergilenmesi;
- açık, sade ve anlaşılır bir dil kullanılması;
- empati ve bireysel yaklaşımın benimsenmesi;
- yapıcı geri bildirim verilmesi;
- olumlu duygusal bir sınıf ortamının oluşturulması;
- demokratik bir iletişim tarzının tercih edilmesi.

Bu ilkelerin uygulanması öğrencilerin öz güvenini artırmakta, yaratıcı ve eleştirel düşünme becerilerinin gelişmesine katkı sağlamaktadır.

Öğretmen ile öğrenci arasında kurulan etkili iletişim, öğretim sürecinin tüm aşamalarını olumlu yönde etkilemektedir. Öncelikle öğrencilerin derse olan ilgisi ve motivasyonu artmaktadır. Kendini değerli hisseden öğrenci, ders sürecine daha aktif katılmakta, tartışmalara katkı sunmakta ve yeni bilgilerin öğrenilmesinde daha yüksek başarı göstermektedir.

Etkili iletişim aynı zamanda sınıfta sağlıklı bir psikolojik ortamın oluşmasını sağlamaktadır. Öğrenciler düşüncelerini özgürce ifade edebildiklerinde korku ve kaygı azalmakta, iş birliği ve karşılıklı destek güçlenmektedir. Böyle bir ortam, çatışmaların azalmasına ve disiplin sorunlarının en aza indirilmesine yardımcı olmaktadır (Hattie J., 2009).

Dijital teknolojilerin gelişmesi, öğretmenlerden geleneksel iletişim becerilerinin yanı sıra dijital iletişim yeterliliklerine de sahip olmalarını gerektirmektedir. Çevrim içi dersler, elektronik eğitim platformları ve çeşitli dijital araçlar, öğretmen - öğrenci iletişiminin yeni biçimlerini ortaya çıkarmıştır. Bu nedenle öğretmenler hem yüz yüze hem de dijital ortamlarda etik ilkelere uygun davranmalı ve öğrencilerle sürekli ve etkili bir iletişim sürdürmelidir.

Çağdaş öğretmen, farklı iletişim yöntemlerinden yararlanarak her öğrencinin bireysel özelliklerini dikkate almalı, kapsayıcı ve destekleyici bir eğitim ortamı oluşturmalıdır.

Öğretmen - öğrenci ilişkilerinde zaman zaman iletişim sorunları, duygusal gerginlikler, otoriter öğretim anlayışı veya öğrencilerin bireysel özelliklerinin yeterince dikkate alınmaması gibi problemler yaşanabilmektedir. Bu

sorunların önlenmesi için öğretmenlerin iletişim becerilerini sürekli geliştirmeleri, öz değerlendirme yapmaları, velilerle iş birliğini güçlendirmeleri ve olumlu davranış modellerini uygulamaları gerekmektedir (Azerbaycan Cumhuriyeti Bilim ve Eğitim Bakanlığı, 2020).

Bunun yanı sıra açık diyalog, karşılıklı saygı, objektif değerlendirme ve yapıcı geri bildirim, iletişim sorunlarının çözümünde önemli bir rol oynamaktadır.

YÖNTEM

Bu çalışmada, öğretmen - öğrenci ilişkilerinde etkili iletişimin önemini bilimsel ve pedagojik açıdan değerlendirmek amacıyla nitel araştırma yöntemi kullanılmıştır. Araştırma kuramsal nitelikte olup, mevcut bilimsel kaynakların sistematik olarak incelenmesi ve analiz edilmesi esasına dayanmaktadır. Nitel yaklaşımın tercih edilmesi, konunun derinlemesine incelenmesine, farklı bilimsel görüşlerin karşılaştırılmasına ve öğretmen - öğrenci iletişiminin eğitim-öğretim sürecindeki rolünün kapsamlı biçimde değerlendirilmesine olanak sağlamıştır.

Araştırmanın temel veri kaynaklarını; pedagoji, eğitim psikolojisi, iletişim ve öğretim yöntemleri alanlarında yayımlanmış yerli ve yabancı bilimsel makaleler, monografiler, ders kitapları, doktora ve yüksek lisans tezleri, uluslararası kuruluşların (UNESCO, OECD ve UNICEF) raporları ile Azerbaycan Cumhuriyeti'nin eğitim alanına ilişkin mevzuat ve normatif-hukuki belgeleri oluşturmuştur. Kaynakların seçiminde bilimsel güvenilirlik, güncellik, araştırma konusuyla uyumluluk ve uluslararası bilim camiası tarafından kabul görmüş olmaları temel ölçütler olarak dikkate alınmıştır (OECD. 2019).

Verilerin toplanması sürecinde bilimsel literatür sistematik olarak taranmış; öğretmen-öğrenci ilişkilerinde etkili iletişimin tanımı, işlevleri, ilkeleri ve eğitim - öğretim sürecine etkisine ilişkin farklı bilimsel yaklaşımlar karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Bunun yanı sıra, çağdaş eğitim sisteminde iletişim becerilerinin geliştirilmesi, öğretmenin mesleki yeterlikleri, öğrenci motivasyonu, sınıf içi psikolojik ortam ve kapsayıcı eğitim koşullarında iletişimin özelliklerine ilişkin araştırmaların bulguları sentezlenmiştir. Toplanan verilerin işlenmesi ve değerlendirilmesi doküman analizi yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Bu yöntem aracılığıyla farklı araştırmacıların bilimsel görüşleri, kuramsal yaklaşımları ve araştırma sonuçları sistematik biçimde sınıflandırılmış; benzer ve farklı yönleri belirlenmiştir. Aynı zamanda öğretmen-öğrenci iletişiminin öğrencilerin akademik başarıları, öğrenme motivasyonları, sosyal ilişkileri, duygusal iyi oluşları ve sınıf içi iş birliği ortamı üzerindeki etkileri karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir.

Araştırmanın güvenilirliğini sağlamak amacıyla farklı kaynaklardan elde edilen veriler karşılaştırılmış, bilimsel dayanakları değerlendirilmiş ve sonuçların nesnelliği korunmuştur. Farklı ülkelerde gerçekleştirilen araştırmaların bulgularının karşılaştırılması, öğretmen - öğrenci iletişiminin evrensel bir öneme sahip olduğunu ve farklı eğitim sistemlerinde benzer olumlu etkiler ortaya koyduğunu göstermiştir.

Araştırmanın sonunda elde edilen bulgular bütüncül bir şekilde değerlendirilmiş, pedagojik açıdan yorumlanmış ve öğretmenlerin iletişim becerilerinin geliştirilmesi, olumlu bir sınıf ortamının oluşturulması ve öğretmen - öğrenci ilişkilerinin daha da güçlendirilmesine yönelik uygulamaya dönük öneriler sunulmuştur. Bu metodolojik yaklaşım, mevcut bilimsel bilgilerin sistematik biçimde düzenlenmesine, konunun kuramsal temellerinin derinleştirilmesine ve gelecekte gerçekleştirilecek ampirik araştırmalar için sağlam bir bilimsel altyapı oluşturulmasına katkı sağlamıştır.

BULGULAR

Yapılan literatür incelemesi sonucunda, öğretmen - öğrenci ilişkilerinde etkili iletişimin eğitim-öğretim sürecinin niteliğini belirleyen temel unsurlardan biri olduğu belirlenmiştir. Güncel pedagojik ve psikolojik araştırmalar, öğretmen ile öğrenci arasında karşılıklı saygı, güven ve iş birliğine dayalı bir iletişim ortamının öğrencilerin akademik, sosyal ve duygusal gelişimleri üzerinde önemli ölçüde olumlu etkiler oluşturduğunu göstermektedir.

Eğitim sürecinde iletişim yalnızca bilginin aktarılmasını sağlayan bir araç değil, aynı zamanda bireyin kişilik gelişimini, sosyalleşmesini ve okula uyumunu destekleyen önemli bir pedagojik mekanizmadır.

Literatür kaynaklarının karşılaştırmalı analizi, öğretmenin iletişim becerilerinin öğrencilerin derse yönelik tutumlarını, sınıf içi davranışlarını ve öğrenme etkinliklerine katılım düzeylerini doğrudan etkilediğini ortaya koymuştur. Öğrencilerin düşüncelerini özgürce ifade edebildikleri, soru sormaktan çekinmedikleri ve öğretmenleri tarafından desteklendiklerini hissettikleri sınıf ortamlarında öğrenme motivasyonu ve akademik başarı düzeyi daha yüksek olmaktadır. Bunun yanında, olumlu iletişim ilişkileri öğrencilerde öz güvenin gelişmesine, sorumluluk bilincinin güçlenmesine ve bağımsız karar verme becerilerinin gelişmesine katkı sağlamaktadır.

Analiz sonucunda aşağıdaki temel bilimsel bulgular elde edilmiştir:

Etkili iletişim, öğretmen ile öğrenci arasında karşılıklı güvenin oluşmasına katkı sağlamaktadır. Güvene dayalı ilişkiler öğrencilerin öğretmenlerine olan güvenini artırmakta, ders sürecine aktif katılımlarını kolaylaştırmakta ve karşılaştıkları sorunları açık bir şekilde ifade edebilmelerine olanak tanımaktadır.

Aktif dinleme ve yapıcı geri bildirim, öğrencilerin öğrenme motivasyonunu güçlendirmektedir. Öğretmenin öğrencisini dikkatle dinlemesi, düşüncelerine saygı göstermesi ve gelişim odaklı geri bildirim sunması öğrencilerin öz güvenini artırmakta, hataları bir öğrenme fırsatı olarak görme alışkanlığı kazandırmakta ve eğitim sürecine katılım düzeylerini yükseltmektedir.

Empati ve bireysel yaklaşım, olumlu bir psikolojik ortam oluşturmaktadır. Her öğrencinin bireysel özelliklerini, ilgi alanlarını ve öğrenme gereksinimlerini dikkate alan öğretmen, sınıfta kapsayıcı ve destekleyici bir öğrenme ortamı oluşturmaktadır. Bu yaklaşım davranış problemlerinin azalmasına, duygusal iyi oluşun güçlenmesine ve öğrencilerin okula bağlılıklarının artmasına katkı sağlamaktadır.

Demokratik iletişim tarzı iş birliğini geliştirmektedir. Öğretmenin öğrencileri karar verme süreçlerine dahil etmesi, onların görüşlerini dinlemesi ve açık bir diyalog ortamı oluşturması sınıfta karşılıklı saygı ve iş birliği kültürünü güçlendirmektedir. Böyle sınıflarda grup çalışmaları daha verimli yürütülmekte ve öğrenciler arasındaki sosyal ilişkiler daha sağlıklı gelişmektedir.

Dijital iletişim araçlarının etkili kullanımı, öğretmen - öğrenci ilişkilerinin sürekliliğini sağlamaktadır. Elektronik eğitim platformları, çevrim içi öğrenme ortamları ve dijital iletişim araçları, öğretmen ile öğrenci arasındaki iletişimin ders saatleri dışında da devam etmesine olanak tanımaktadır. Bu durum özellikle uzaktan ve hibrit eğitim uygulamalarında öğretim sürecinin kesintisiz sürdürülmesinde önemli bir rol oynamaktadır.

Etkili iletişim, sınıf içi çatışmaların azalmasına olumlu katkı sağlamaktadır. Bilimsel kaynaklar, açık iletişim ve karşılıklı anlayış temelinde kurulan ilişkilerin çatışmaların erken aşamada çözülmesine olanak sağladığını; öğrencilerde saldırgan davranışların ve disiplin sorunlarının azalmasına yardımcı olduğunu göstermektedir.

İletişim becerileri, öğretmenin mesleki yeterliliğinin temel göstergelerinden biridir. Çağdaş eğitim anlayışına göre öğretmenin mesleki başarısı yalnızca alan bilgisiyle değil; aynı zamanda etkili iletişim kurabilme, iş birliği geliştirebilme, öğrencileri motive edebilme ve olumlu bir öğrenme ortamı oluşturabilme becerileriyle değerlendirilmektedir (Gordon T., 2003).

Elde edilen bulgular genel olarak, öğretmenin iletişim becerilerinin yalnızca öğretim sürecinin düzenlenmesiyle sınırlı olmadığını göstermektedir. Bu beceriler, öğrencilerin sosyal ilişkilerinin gelişimi, duygusal iyi oluşları, kişilik gelişimleri ile problem çözme ve eleştirel düşünme becerilerinin gelişimi üzerinde de önemli etkilere sahiptir. İncelenen bilimsel kaynaklar arasında bu konuda genel bir görüş birliği bulunmakta ve öğretmen - öğrenci ilişkilerinde etkili iletişimin çağdaş eğitimin kalite göstergelerinden biri olduğu vurgulanmaktadır.

Sonuç olarak, gerçekleştirilen literatür incelemesi, öğretmen - öğrenci ilişkilerinde etkili iletişimin geliştirilmesinin hem öğretmen yetiştirme programlarında hem de okullarda yürütülen mesleki gelişim çalışmalarının temel önceliklerinden biri olması gerektiğini ortaya koymaktadır. Bu yaklaşım, eğitim-öğretim çıktılarının iyileştirilmesine, sağlıklı bir okul ikliminin oluşturulmasına ve öğrencilerin çok yönlü gelişimlerinin desteklenmesine önemli katkılar sağlayabilir.

SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Yapılan araştırma ve bilimsel literatürün sistematik analizi, öğretmen - öğrenci ilişkilerinde etkili iletişimin eğitim-öğretim sürecinin niteliğini belirleyen temel unsurlardan biri olduğunu ortaya koymaktadır. Öğretmen ile öğrenci arasında kurulan sağlıklı iletişim yalnızca bilginin aktarılmasını sağlamakla kalmamakta, aynı zamanda kişilik gelişimine, sosyal ilişkilerin güçlenmesine ve öğrenme ortamının demokratikleşmesine de katkıda bulunmaktadır. Çağdaş eğitim anlayışına göre öğretmenin mesleki yeterliliği yalnızca alan bilgisiyle sınırlı değildir; iletişim becerileri, empati kurabilme yeteneği, aktif dinleme alışkanlıkları ve motive edici davranışları da eğitimin niteliğini doğrudan etkileyen temel yeterlilikler arasında yer almaktadır.

Literatür incelemesi sonucunda, karşılıklı saygı, güven, empati ve açık diyalog ilkelerine dayanan öğretmen - öğrenci ilişkilerinin öğrencilerin akademik başarılarının artmasına, öğrenme motivasyonlarının güçlenmesine ve sosyal becerilerinin gelişmesine önemli katkılar sağladığı belirlenmiştir. Böyle bir iletişim ortamı, öğrencilerin düşüncelerini özgürce ifade edebilmelerine, eleştirel ve yaratıcı düşünme becerilerini geliştirmelerine ve karar verme süreçlerine daha etkin katılmalarına olanak tanımaktadır. Bunun yanında öğretmenin olumlu ve destekleyici yaklaşımı, öğrencilerin okula uyumunu kolaylaştırmakta, duygusal iyi oluşlarını güçlendirmekte ve eğitim sürecine bağlılıklarını artırmaktadır (Marzano R.J., 2007).

Araştırma bulguları, uluslararası bilimsel literatürde öne sürülen yaklaşımlarla uyumluluk göstermektedir. Özellikle yapılandırmacı öğrenme kuramı, sosyal-duygusal öğrenme modeli ve öğrenci merkezli eğitim yaklaşımları, öğretmen - öğrenci iletişiminin öğrenmenin etkililiğinde belirleyici bir rol oynadığını vurgulamaktadır. Bu çerçevede öğretmen yalnızca bilgi aktaran kişi değil, aynı zamanda öğrencinin gelişimini yönlendiren bir mentor, motivatör ve pedagojik lider işlevlerini yerine getiren etkili bir iletişimci olarak değerlendirilmektedir.

Günümüzde dijital teknolojilerin gelişmesi ve uzaktan eğitim olanaklarının yaygınlaşması, öğretmen - öğrenci ilişkilerine yeni bir boyut kazandırmıştır. Çevrim içi eğitim platformları, elektronik kaynaklar ve dijital iletişim araçları öğretmenlerden yeni iletişim becerileri talep etmektedir. Bu nedenle öğretmenler hem geleneksel hem de dijital öğrenme ortamlarında etkili iletişim kurabilmeli, etik ilkelere uygun davranmalı ve tüm öğrenciler için kapsayıcı, güvenli ve destekleyici öğrenme ortamları oluşturabilmelidir. Özellikle kapsayıcı eğitim uygulamalarında bireysel yaklaşım, empati ve karşılıklı anlayış, eğitimde fırsat eşitliğinin sağlanmasında önemli bir rol üstlenmektedir.

Araştırma sonucunda elde edilen bulgular, etkili iletişimin sınıf içi psikolojik iklimin iyileşmesine, disiplin sorunlarının azalmasına, öğretmen ile öğrenci arasındaki karşılıklı güvenin güçlenmesine ve genel eğitim - öğretim kalitesinin yükselmesine olumlu katkılar sağladığını göstermektedir. Öğretmenin yapıcı geri bildirim vermesi, aktif dinleme becerilerini kullanması ve öğrencilerin bireysel özelliklerini dikkate alması; öğrencilerin öz güvenini artırmakta, öğrenme sürecine katılımlarını güçlendirmekte ve okula yönelik olumlu tutum geliştirmelerini desteklemektedir.

Araştırma sonuçlarına dayanarak aşağıdaki öneriler sunulmaktadır:

- Öğretmenlerin mesleki gelişim programlarında iletişim becerileri, aktif dinleme, empati ve çatışma yönetimine yönelik eğitimlerin kapsamı genişletilmelidir.

- Eğitim fakültelerinin öğretmen yetiştirme programlarında pedagojik iletişim, duygusal zekâ, sosyal - duygusal öğrenme ve dijital iletişim becerilerine yönelik ders ve modüllerin kapsamı artırılmalıdır.
- Okullarda öğretmen - öğrenci ve okul - veli iş birliğini güçlendirecek iletişim stratejileri geliştirilmeli; düzenli toplantılar, seminerler ve bilinçlendirme etkinlikleri düzenlenmelidir.
- Sınıflarda demokratik, kapsayıcı ve öğrenci merkezli iletişim ortamlarının oluşturulması eğitim politikalarının öncelikli hedeflerinden biri olarak desteklenmelidir.
- Öğretmenlerin dijital iletişim becerilerini geliştirmek amacıyla bilgi ve iletişim teknolojilerinin etkili kullanımına yönelik sürekli hizmet içi eğitim programları düzenlenmelidir.
- Eğitim kurumlarında sağlıklı bir psikolojik iklim oluşturmak için okul yönetimi, psikolojik danışmanlar, öğretmenler ve veliler arasındaki sistemli iş birliği güçlendirilmelidir.
- Gelecekte yapılacak araştırmalarda öğretmen - öğrenci iletişiminin ilkökul, ortaokul ve lise düzeylerinde, farklı sosyo-kültürel ortamlarda ve dijital eğitim platformlarında etkisi gözlem, görüşme, anket ve deneysel yöntemler gibi ampirik araştırma yöntemleri kullanılarak daha kapsamlı biçimde incelenmelidir.
- Öğretmen - öğrenci ilişkilerinin niteliğini değerlendirmeye yönelik izleme ve değerlendirme mekanizmalarının geliştirilmesi, eğitim kurumlarında iletişim kültürünün güçlenmesine katkı sağlayacaktır.

Araştırmanın bazı sınırlılıkları da bulunmaktadır. Araştırma nitel araştırma yöntemi ve doküman analizine dayandığından elde edilen sonuçlar ampirik verilerle doğrulanmamıştır. Bu nedenle gelecekte gerçekleştirilecek araştırmalarda gözlem, görüşme, anket ve deneysel yöntemlerden yararlanılarak öğretmen - öğrenci ilişkilerinin farklı boyutlarının daha ayrıntılı biçimde incelenmesi önerilmektedir.

Sonuç olarak, öğretmen - öğrenci ilişkilerinde etkili iletişim yalnızca eğitim-öğretim sürecinin verimliliğini artıran bir araç değil, aynı zamanda öğrencilerin bilişsel, sosyal, duygusal ve ahlaki gelişimlerini destekleyen temel pedagojik unsurlardan biridir. Çağdaş eğitim sisteminde güçlü iletişim becerilerine sahip öğretmenlerin yetiştirilmesi, okullarda sağlıklı bir iletişim kültürünün oluşturulması ve iş birliğine dayalı öğrenme ortamlarının geliştirilmesi, kaliteli eğitimin sağlanmasının vazgeçilmez koşullarından biri olarak değerlendirilmelidir.

KAYNAKLAR

1. Azerbaycan Cumhuriyeti Bilim ve Eğitim Bakanlığı. (2020). Genel Eğitim Devlet Standartları (Müfredatlar). Bakü.
2. Gordon T. (2003). Teacher Effectiveness Training: The Program Proven to Help Teachers Bring Out the Best in Students of All Ages. Three Rivers Press.
3. Hattie J. (2009). Visible Learning: A Synthesis of Over 800 Meta-Analyses Relating to Achievement. Routledge.
4. Marzano R.J. (2007). The Art and Science of Teaching: A Comprehensive Framework for Effective Instruction. ASCD.
5. OECD. (2019). Teachers and School Leaders as Lifelong Learners. OECD Publishing.

İLKOKUL ÖĞRENCİLERİNDE BEYİN KABUĞUNUN GELİŞİM DİNAMİKLERİ VE YÜKSEK SİNİR FAALİYETİNİN EĞİTİM SÜRECİNDE DİKKATE ALINMASI

Baş Öğretim Görevlisi, Dr. Tarana AKBARİ

**Azerbaycan Devlet Pedagoji Üniversitesi (ADPU) Şamahı Şubesi, Sosyal ve Özel Disiplinler Bölümü,
Biyoloji , akbarietmp@gmail.com, ORCID: 0000-0001-9293-4561**

Özet

Bu çalışmanın amacı, ilkokul çağındaki (6–11 yaş) çocuklarda beyin kabuğunun anatomik ve fizyolojik gelişim dinamiklerini incelemek ve yüksek sinir faaliyetinin belirleyici özelliklerinin eğitim-öğretim sürecindeki rolünü değerlendirmektir. İlkokul dönemi, merkezi sinir sisteminin, özellikle de ön lobun (prefrontal korteks) morfolojik ve fonksiyonel olarak hızla olgunlaştığı kritik bir aşamadır. Çalışmada nitel araştırma yöntemlerinden olan doküman analizi ve nöropedagojik sentez metodolojisi kullanılmıştır. Araştırma sonucunda elde edilen veriler, bu yaş grubunda uyarılma süreçlerinin ketleme süreçlerine kıyasla baskın olduğunu, bunun da çocuklarda çabuk yorulma, dikkat dağınıklığı ve motor hareketlilik olarak kendini gösterdiğini ortaya koymuştur. Eğitim sürecinde uyarıcı ve ketleyici mekanizmaların dengelenmesi, ders sürelerinin çocukların yaşa bağlı nörofizyolojik kapasitelerine göre ayarlanması, fiziksel mola ve hareketli oyunların müfredata entegre edilmesi büyük önem taşımaktadır. Çocuğun sinir sisteminin tipolojik özelliklerinin (güçlü, zayıf, hareketli, durgun) ders sırasında dikkate alınması hem akademik başarıyı artırmakta hem de erken yaşta zihinsel ve fiziksel yorgunluğun önüne geçmektedir. Sonuç olarak, ilkokul öğretmenlerinin yüksek sinir faaliyetinin yaş özelliklerine dair pedagojik ve biyolojik farkındalığa sahip olmaları, öğrenme ortamının ergonomik ve fizyolojik açıdan doğru yapılandırılmasını sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: İlkokul Çağı, Beyin Kabuğu, Yüksek Sinir Faaliyeti, Nöropedagoji, Prefrontal Korteks.

DEVELOPMENTAL DYNAMICS OF THE CEREBRAL CORTEX IN PRIMARY SCHOOL CHILDREN AND INTEGRATION OF HIGHER NERVOUS ACTIVITY IN THE PEDAGOGICAL PROCESS

Senior Lecturer, PhD Tarana AKBARI

ASPU Shamakhi Branch, Department of Social and Special Disciplines, Biology,
akbarietmp@gmail.com, ORCID: 0000-0001-9293-4561

Abstract

The aim of this study is to examine the anatomical and physiological developmental dynamics of the cerebral cortex in primary school children (ages 6–11) and to evaluate the role of higher nervous activity characteristics in the educational process. The primary school period represents a critical neurodevelopmental stage characterized by the rapid morphological and functional maturation of the central nervous system, particularly the prefrontal cortex. This study utilizes qualitative research methodology, specifically document analysis and neuropedagogical synthesis. The findings indicate that excitation processes predominantly outweigh inhibitory processes in this age group, leading to rapid fatigue, limited attention spans, and heightened motor restlessness. Balancing excitation and inhibition mechanisms, adjusting lesson durations to children's age-specific neurophysiological limits, and integrating physical movement breaks into the curriculum are paramount. Tailoring pedagogical strategies to individual typological traits of the nervous system significantly enhances learning outcomes while preventing premature mental and physical exhaustion. Consequently, neuropedagogical awareness among primary school educators ensures a physiologically supportive and effective learning environment.

Keywords: Primary School Age, Cerebral Cortex, Higher Nervous Activity, Neuropedagogy, Prefrontal Cortex.

GİRİŞ

İlkokul dönemi (6–11 yaş), çocuk organizmasının ve özellikle merkezi sinir sisteminin (MSS) son derece hızlı ve yoğun bir morfo-fonksiyonel olgunlaşma sürecinden geçtiği evredir. Okul eğitimine başlanması, çocuğun nörofizyolojik kapasitesine yeni, yüksek ve sürekli talepler yüklemektedir. İlkokul öğrencilerinin eğitimsel faaliyetlerinde soyut düşünme, iradi dikkat, hafıza ve davranışsal öz düzenleme gibi yüksek zihinsel işlevlerin niteliksel olarak gelişmesi, doğrudan beyin kabuğunun (serebral korteks) olgunlaşma derecesine bağlıdır [Shonkoff & Phillips, 2000].

İ.P. Pavlov'un yüksek sinir faaliyeti (YSF) kuramına ve günümüz nöropedagojik araştırmalarına göre, eğitim-öğretim sürecinin verimliliği, çocuğun sinir sisteminin yaşa bağlı ve bireysel tipolojik özelliklerinin ne ölçüde dikkate alındığı ile doğrudan ilişkilidir [Pavlov, 1951; Luria, 2003]. Beyin gelişimi tek düze bir süreç olmayıp heterokron (farklı zamanlı) bir karakter taşır. Bu durum, eğitim sürecinde çocukların biyolojik kapasitelerini aşan aşırı zihinsel yüklenmelerin önlenmesini zorunlu kılmaktadır. Bu araştırmanın amacı, ilkokul çağındaki çocuklarda beyin kabuğunun gelişim dinamiklerini fizyolojik boyutta incelemek, yüksek sinir faaliyetinin temel yasalarının eğitim-öğretim sürecine uyarlanması yollarını teorik ve uygulamalı açıdan kanıtlamaktır.

1. KURAMSAL ÇERÇEVE

1.1. Beyin Kabuğunun Gelişim Dinamikleri ve Prefrontal Korteksin Olgunlaşması

İlkokul çağının başlangıcında (6–7 yaş) beyin kütlesi, yetişkin beyni kütlesinin yaklaşık %90'ına ulaşmaktadır. Ancak beynin dış hacimsel büyümesinden ziyade, serebral korteksin hücresel yapısındaki ve kortikal bağlantılardaki (sinaptogenez ve miyelinizasyon) niteliksel değişimler ön plana çıkar [Giedd et al., 1999]. İlkokul yıllarında özellikle ön lobun (prefrontal korteks) asosyasyon alanlarının yapısal farklılaşması kilit bir rol oynar.

Prefrontal korteks; iradi dikkatin sürdürülmesi, mantıksal kararların alınması, motor eylemlerin programlanması ve en önemlisi davranışsal ketleme (tormozlanma/inhibition) mekanizmalarının yönetildiği ana merkezdir [Diamond, 2013]. 6–8 yaş aralığında prefrontal korteksin henüz tam olgunlaşmamış olması, beyinde uyarılma (excitation) süreçlerinin ketleme süreçlerine kıyasla baskın kalmasına yol açar. Bu nörolojik dengesizlik, ilkokul birinci ve ikinci sınıf öğrencilerinde dikkatin çabuk dağılması, motor hareketlilik, statik duruşa karşı direnç ve çabuk yorulma şeklinde kendini gösterir.

1.2. Yüksek Sinir Faaliyeti Tipleri ve Öğrenmede Bireyselleştirme

İ.P. Pavlov tarafından tanımlanan sinir sisteminin temel özellikleri — gücü, dengesi ve hareketliliği — öğrencilerin bilgiyi işleme hızını, strese karşı direncini ve sınıf içi davranışlarını belirler [Farber et al., 2000].

- **Güçlü, Dengeli ve Hareketli Tipi (Sanguinik):** Eğitimsel uyaranlara hızla adapte olur, yeni materyalleri çabuk kavrar ve esnek düşünme yeteneğine sahiptir.
- **Güçlü, Dengeli ve Durgun Tipi (Flegmatik):** Çalışma temposu yavaştır ancak dikkati son derece sürdürülebilirdir; öğrenme süreçlerinde daha fazla zamana ihtiyaç duyar.
- **Güçlü, Dengesiz Tipi (Kolerik):** Uyarılma süreçleri ketlemeye baskın olduğu için aşırı tepkiseldir; motor restorasyon molaları olmadan uzun süre odaklanmakta zorlanır.
- **Zayıf Tipi (Melankolik):** Sinir hücresi çalışma kapasitesi düşüktür; hafif bir zihinsel yüklenmede dahi koruyucu ketlemeye (protective inhibition) girer ve duygusal olarak çabuk yıpranır.

Tüm bu tipolojik farklılıklar, standart bir öğretim metodunun her çocukta aynı fizyolojik yanıt oluşturmayacağını açıkça ortaya koymaktadır [Semenova et al., 2007].

2. YÖNTEM

Bu çalışmada, nitel araştırma yöntemlerinden olan doküman analizi (document analysis) ve nöropedagojik sentez metodolojisi kullanılmıştır. Yaş fizyolojisi, nörobiyoloji, gelişim psikolojisi ve ilköğretim metodolojisi alanındaki güncel uluslararası literatür, nöro-görüntüleme (fMRI, EEG) verileri ve pedagojik yaklaşım raporları sistematik bir biçimde incelenerek karşılaştırmalı analize tabi tutulmuştur.

3. BULGULAR

İlkokul öğrencilerinin gelişim dönemlerine göre nörofizyolojik göstergeleri ve bunların sınıf içi pedagojik süreçlere olan yansımaları Tablo 1'de özetlenmiştir.

Tablo 1. İlkokul öğrencilerinin nörofizyolojik göstergeleri ve pedagojik sonuçları

Fizyolojik Gösterge	6–8 Yaş Özellikleri	9–11 Yaş Özellikleri	Pedagojik Sonuç ve Müdahale
Uyarılma / Ketleme Dengesi	Uyarılma belirgin şekilde baskındır	Ketleme mekanizmaları güçlenir	Derslerde hareketli molalar (fizikultminute) şarttır
İradi Dikkat Süresi	10–15 dakika ile sınırlıdır	20–25 dakikaya yükselir	Etkinlik türleri her 15 dakikada bir değiştirilmelidir
Prefrontal Korteks Olgunlaşması	İlksel hücresel farklılaşma	Fonksiyonel ağlar belirginleşir	İradi öz düzenleme ve sorumluluk bilinci kademeli artar
Sinir Hücresi Yorulma Eşiği	Düşük (süratli koruyucu ketleme)	Göreceli olarak yüksek	Aşırı ödev ve tekdüze anlatımdan kaçınılmalıdır

3.1. Nöropedagojik Uyarılma Bulguları

Araştırma verileri, ilkokul öğrencilerinde beyin kabuğunun çalışma kapasitesinin sınırlı olduğunu göstermektedir. Tekdüze ve statik bir ders anlatımı sırasında beyin kabuğundaki nöronlar aşırı yüklenmeden korunmak amacıyla otomatik olarak koruyucu ketleme (protective inhibition) durumuna geçer [Desmurget, 2020]. Bu durum sınıfta ilgisizlik, hayal kurma, öz kısıtlama kaybı veya hiperaktif hareketlilik olarak dışa vurur. Eğitim sürecine kinetik, görsel ve işitsel kanalların eşzamanlı dahil edilmesi, beyin kabuğunun farklı nöron gruplarını uyarak çalışma kapasitesini optimum seviyede tutmaktadır.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

İlkokul çağındaki çocuklarda beyin kabuğunun gelişim dinamikleri ve yüksek sinir faaliyetinin fizyolojik yasaları, öğretim tasarımının temelini oluşturmaktadır. Prefrontal korteksin ve ketleme mekanizmalarının gelişim sürecinde olması sebebiyle, çocuklardan yetişkin düzeyinde statik disiplin ve uzun süreli odaklanma beklemek fizyolojik gerçeklikle bağdaşmamaktadır.

Elde edilen bulgular ışığında şu öneriler sunulmaktadır:

- Ders Yapısının Fizyolojik Temelde Düzenlenmesi:** Dersler, çocuğun çalışma kapasitesi eğrisine (uyum sağlama, optimum çalışma, yorulma) uygun olarak planlanmalı; dersin 15–20. dakikalarında mutlaka 1–2 dakikalık fiziksel egzersiz molaları verilmelidir.
- Bireysel Tipolojik Yaklaşım:** Öğretmenler sinir sistemi zayıf veya aşırı uyarılabilir olan çocukları tespit etmeli; bu öğrencilere daha sık mola imkanı tanımalı ve yapıcı geri bildirimlerle nörofizyolojik stresi azaltmalıdır.
- Çoklu Duyu Entegrasyonu:** Derslerde somut materyaller, görsel araçlar ve kinestetik uygulamalar bir arada kullanılmalı, böylece beyin kabuğunun asosiyatif alanları dengeli bir biçimde uyarılmalıdır.

KAYNAKLAR

- Desmurget, M. (2020). *Make your brain smarter: The neurobiology of learning*. Editions du Seuil.
- Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual Review of Psychology*, 64, 135–168.
- Farber, D. A., Bezrukikh, M. M., & Machinskaya, R. I. (2000). *Neurophysiological mechanisms of cognitive activity in children*. Human Physiology, 26(5), 74–85.
- Giedd, J. N., Blumenthal, J., Jeffries, N. O., Castellanos, F. X., Liu, H., Zijdenbos, A., Paus, T., Evans, A. C., & Rapoport, J. L. (1999). Brain development during childhood and adolescence: A longitudinal MRI study. *Nature Neuroscience*, 2(10), 861–863.
- Luria, A. R. (2003). *Higher cortical functions in man*. Moscow: Academic Press.
- Pavlov, I. P. (1951). *Complete works: Lectures on the work of the cerebral hemispheres*. Moscow: USSR Academy of Sciences Publishing.
- Semenova, O. A., Machinskaya, R. I., & Besrukikh, M. M. (2007). *Development of cognitive functions in children aged 6–10 years*. Human Physiology, 33(2), 11–21.
- Shonkoff, J. P., & Phillips, D. A. (Eds.). (2000). *From neurons to neighborhoods: The science of early childhood development*. National Academies Press.

ÇEVRE İLE TANIŞMA DERSİNİN ÇOCUKLARIN BAĞLANTILI KONUŞMA GELİŞİMİNDEKİ TEMEL ETMENLERDEN BİRİ OLARAK İNCELENMESİ

Tarana AKBARİ

Azerbaycan Devlet Pedagoji Üniversitesi (ADPU), Şamahı Şubesi

Biyoloji alanında Felsefe Doktoru, Baş Öğretim Görevlisi

Eposta: akbarietmp@gmail.com

ORCID: 0000-0001-9293-4561

Özet

Bu çalışmanın amacı, okul öncesi ve ilköğretim çağındaki çocukların bağlantılı (irtibatlı) konuşma becerilerinin gelişmesinde "Çevre ile Tanışma" dersinin pedagojik, bilişsel ve psikolojik potansiyelini incelemektir. Bağlantılı konuşma; düşüncenin mantıksal, ardışık, dilbilgisi kurallarına uygun ve bütüncül bir şekilde ifade edilmesi becerisidir. Geleneksel dil öğretim yöntemlerinde karşılaşılan en büyük eksiklik, konuşmanın bağlamdan ve gerçek dünyadan soyutlanarak öğretilmesidir. Çevre ile tanışma dersi ise çocuğun canlı ve cansız doğayla, sosyal çevreyle doğrudan temas kurmasını sağlayarak dil gelişimi için zengin bir içerik tabanı oluşturmaktadır. Araştırmada Batı psikolojisi ve pedagojisinin önde gelen kuramcılarının (J. Piaget, L. Vygotsky, J. Bruner, J. Dewey, M. Montessori, U. Bronfenbrenner, L. Malaguzzi) teorik yaklaşımları temel alınmıştır. Çevrenin doğrudan gözlemlenmesi, duyuşsal-algısal deneyimler, açık alanda araştırmacılık ve nesne yönelimli faaliyetlerin çocukların aktif söz varlığına, karmaşık sözdizimsel yapıları benimsemesine, mantıksal ve monolojik konuşma becerilerinin teşekkülüne etkileri incelenmiştir. Araştırma nitel analiz yöntemine dayanmakta olup, teorik literatür taraması ve sentezi ile gerçekleştirilmiştir. Elde edilen bulgular, çevre ile tanışma derslerinin çocuklarda neden-sonuç ilişkilerini kurma, betimleyici, anlatısal ve muhakeme edici konuşma türlerini geliştirme potansiyelinin oldukça yüksek olduğunu göstermektedir. Doğal materyallerle yapılan çalışmalar (örneğin serbest parçalar / loose parts metodolojisi) ve doğa gezileri duyuşsal hassasiyeti artırarak dilsel ifadeyi niteliksel olarak dönüştürmektedir. Sonuç olarak, çevre ile tanışma derslerinin disiplinlerarası ve etkileşimli bir yaklaşımla kurgulanması, çocukların mantıksal düşünme ve dilsel iletişim becerilerini üst seviyeye taşımaktadır.

Anahtar kelimeler: Bağlantılı konuşma, çevre ile tanışma, bilişsel gelişim, duyuşsal deneyim, deneyimsel öğrenme.

**ACQUAINTANCE WITH THE ENVIRONMENT AS ONE OF THE MAIN FACTORS IN THE
DEVELOPMENT OF CHILDREN'S CONNECTED SPEECH Tarana AKBARI****Azerbaijan State Pedagogical University (ASPU), Shamakhi Branch****PhD in Biology, Senior Lecturer****Email: akbarietmp@gmail.com****ORCID: 0000-0001-9293-4561****Abstract**

The purpose of this study is to examine the pedagogical, cognitive, and psychological potential of the "Acquaintance with the Environment" course in developing connected speech skills in preschool and primary school children. Rather than memorizing abstract concepts out of context, children's direct interaction with the living and non-living environment significantly accelerates their language development. Within the scope of this analysis, the theoretical frameworks of leading Western psychologists and pedagogues (J. Piaget, L. Vygotsky, J. Bruner, J. Dewey, M. Montessori, U. Bronfenbrenner, L. Malaguzzi) are evaluated. The effects of direct environmental observation, sensory-perceptual experience, outdoor inquiry, and object-oriented activities on children's active vocabulary, mastery of complex syntactic structures, and logical-monologic speech development are examined. This research employs a qualitative methodology based on a literature review and theoretical synthesis. The findings indicate that acquaintance with the environment provides a rich context for children to establish cause-and-effect relationships and enhances descriptive, narrative, and argumentative speech modes. Working with natural materials (such as loose parts methodology) and conducting nature field trips heighten sensory awareness, thereby enriching linguistic expression. In conclusion, structuring environment courses through an inquiry-based, interactive approach elevates children's logical thinking and communicative competence to a higher level.

Keywords: Connected speech, acquaintance with environment, cognitive development, sensory experience, experiential learning.

1. GİRİŞ

Okul öncesi ve ilköğretim çağındaki çocukların entelektüel, sosyal ve duygusal gelişiminin temel göstergelerinden biri bağlantılı konuşma becerisine ulaşma dereceleridir. Bağlantılı konuşma; belirli bir konu çerçevesinde düşüncenin mantıklı, ardışık, sözdizimsel ve dilbilgisi açısından doğru ve bütüncül bir şekilde ifade edilmesidir. Bu beceri, yalnızca dil birimlerinin (kelimeler, cümleler) mekanik bir tekrarı olmayıp, çocuğun içsel zihinsel süreçlerinin ve bilişsel yapılarının dış dünyaya yansımalarıdır.

Geleneksel dil öğretimi yöntemlerinde sıkça rastlanan temel eksiklik, konuşmanın bağlamdan ve reel dünyadan soyutlanarak öğretilmesidir. Çocuğa anlamı net olmayan soyut kavramların mekanik olarak ezberletilmesi, formalizme ve "sözelciliğe" (anlamsız kelime tekrarı) yol açmaktadır. "Çevre ile Tanışma" dersi ise çocuğun canlı ve cansız doğayla, sosyal çevreyle doğrudan temasını sağlayarak dil gelişimi için zengin bir içerik temeli oluşturur. Çocuk gördüğü, dokunduğu, hissettiği ve incelediği nesne hakkında konuşurken dili doğal, canlı ve bağlantılı bir nitelik kazanır.

1.1. Kuramsal Çerçeve

Bağlantılı konuşmanın gelişiminde çevrenin, duyuşsal deneyimin ve etkinliğin rolü Batı psikoloji ve pedagoji düşüncesinin temel kuramlarına dayanmaktadır:

- **Jean Piaget - Duyuşsal-Motor ve Algısal Deneyim Kuramı:** Piaget'ye göre (1926), çocuk çevre ile etkileşime girdiğinde *özümleme* (yeni bilginin zihinsel şemaya entegrasyonu) ve *uyum sağlama* (yeni deneyime göre zihinsel şemaların yeniden yapılandırılması) mekanizmaları çalışır. Çevre deneyimleri bilişsel şemaları zorlayarak daha karmaşık sözdizimsel yapıların kullanılmasını gerektirir.
- **Lev Vygotsky - Sosyal-Yapılandırmacılık Kuramı:** Vygotsky (*Thought and Language*, 1934/1986), dilin sosyal etkileşimin ve ortak faaliyetin bir ürünü olduğunu vurgular. Öğretmen, çevre ile tanışma sürecinde çocuğa *Yakınsal Gelişim Alanı* (ZPD) dahilinde iskele kurma (*scaffolding*) desteği sağlar.
- **Jerome Bruner - Temsil Aşamaları:** Bruner (1983) zihinsel temsili *eylemsel* (enactive), *imgesel* (iconic) ve *sembolik* (symbolic) olmak üzere üç düzeye ayırır. Çevre dersi bu üç düzey arasında köprü kurar.
- **John Dewey - Deneyimsel Öğrenme (Experiential Learning):** Dewey (1938), "yaparak-yaşayarak öğrenme" (*learning by doing*) ilkesiyle dilin doğal araştırma ortamında geliştiğini ortaya koyar.
- **Maria Montessori ve Loris Malaguzzi (Reggio Emilia):** M. Montessori (1912) duyuşsal gelişimi dilin zenginleşmesiyle doğrudan ilişkilendirir. Reggio Emilia yaklaşımında (*Edwards vd., 1998*) ise fiziki çevre "üçüncü öğretmen" (*the third teacher*) olarak kabul edilir.

2. YÖNTEM

Bu çalışma nitel araştırma desenine dayanmaktadır. Çalışmada teorik analiz, sentez, karşılaştırmalı bilişsel analiz ve pedagojik modelleme yöntemleri kullanılmıştır. Batılı pedagoğ ve psikologların (J. Piaget, L. Vygotsky, J. Bruner, J. Dewey, M. Montessori, U. Bronfenbrenner, L. Malaguzzi) teorik kuramları ile güncel literatür taranarak "Çevre ile Tanışma" dersinin dil gelişimine etki mekanizmaları kavramsallaştırılmıştır.

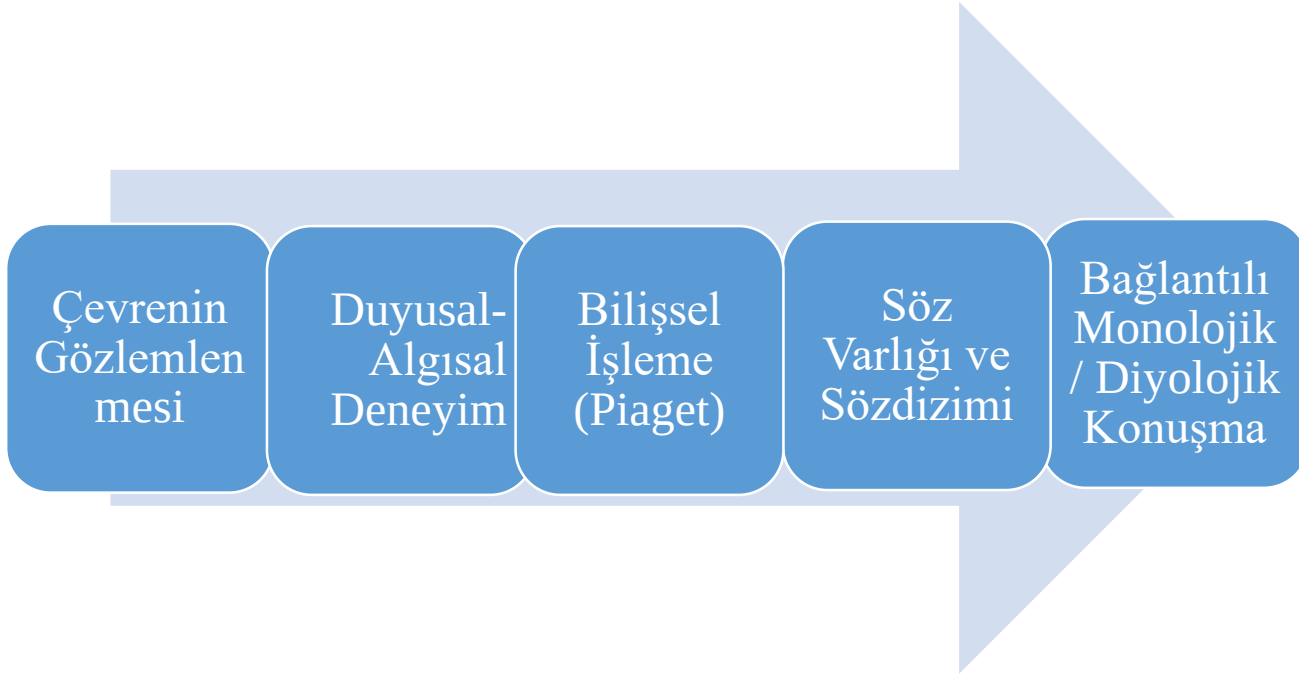
3. BULGULAR

Yapılan incelemeler sonucunda "Çevre ile Tanışma" dersinin çocukların bağlantılı konuşma becerilerini üç ana boyutta geliştirdiği saptanmıştır:

1. **Söz varlığının niteliksel olarak zenginleşmesi:** İsimlerin yanı sıra nesnelerin niteliklerini belirten sıfatların ve eylemleri belirten fiillerin aktif kelime hazinesine geçişi.

2. **Neden-sonuç sözdiziminin şekillenmesi:** Doğal olayların ardışıklığını gözlemleyen çocukların dilinde "çünkü", "bu nedenle", "eğer... ise" gibi bağımlı sıralı ve bileşik cümle yapılarının kullanımının artması.
3. **Monolojik konuşma türlerinin gelişimi:** Betimleyici, anlatısal ve muhakeme edici konuşma türlerinin teşekkül etmesi.

Şekil 1. Çevre ile tanışma sürecinde bilişsel-dilsel gelişim modeli



Tablo 1. Çevre ile tanışma dersinin konuşma türlerine etkisi

Konuşma Türü	Bilişsel Faaliyet	Örnek Sözdizimsel Model
Betimleyici Konuşma	Nesnenin nitelik ve parçalarının analizi	"Bu yaprak yeşil, pürüzsüz ve damarlıdır."
Anlatısal Konuşma	Olayların kronolojik sırayla takibi	"Önce tohumu ektik, sonra suladık ve çimlendi."
Muhakeme Edici Konuşma	Neden-sonuç ilişkilerinin gerekçelendirilmesi	"Hava soğuduğu için kuşlar sıcak ülkelere göç eder."

3.1. Bulgulara Ait Alt Başlık

Okul öncesi ve ilköğretimde bağlantılı konuşmayı teşvik eden etkili pedagojik yöntemler şunlardır:

- **Serbest Parçalar (Loose Parts) Metodolojisi:** Doğal materyallerle (taş, kozalak, dal) çalışarak hikaye kurgulama.
- **Doğa Günlükleri (Nature Journaling):** Doğa olaylarını çizerek ve betimleyerek anlatma.
- **Sokratik Diyalog:** Açık uçlu sorularla çocuğu muhakeme yapmaya yönlendirme.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

"Çevre ile Tanışma" dersi, çocukların bağlantılı konuşma becerilerinin gelişiminde yalnızca bir bilgi aktarım aracı değil, düşünce ile dili bütünleştiren temel pedagojik etmendir. Batı psikoloji kuramları, soyut dil kuralları yerine

canlı deneyime dayanan öğrenme ortamlarının bağlantılı konuşma oluşumunu hızlandırdığını açıkça göstermektedir.

Öneriler:

1. Çevre ile tanışma derslerinde görselliğe, duyuşal materyallere ve doğa gezilerine geniş yer verilmelidir.
2. Derslerde kapalı uçlu sorulardan kaçınılmalı, çocukları muhakemeye sevk eden açık uçlu soru teknikleri kullanılmalıdır.
3. Serbest parçalar (loose parts) ve doğa günlükleri gibi etkileşimli yöntemler öğretim sürecine entegre edilmelidir.

5. KAYNAKLAR

- Bronfenbrenner, U. (1979). *The Ecology of Human Development: Experiments by Nature and Design*. Harvard University Press.
- Bruner, J. S. (1983). *Child's Talk: Learning to Use Language*. W. W. Norton & Company.
- Dewey, J. (1938). *Experience and Education*. Macmillan.
- Edwards, C., Gandini, L., & Forman, G. (Eds.). (1998). *The Hundred Languages of Children: The Reggio Emilia Approach—Advanced Reflections* (2nd ed.). Ablex Publishing.
- Montessori, M. (1912). *The Montessori Method*. Frederick A. Stokes Company.
- Piaget, J. (1926). *The Language and Thought of the Child*. Routledge & Kegan Paul.
- Vygotsky, L. S. (1986). *Thought and Language* (A. Kozulin, Ed. & Trans.). MIT Press. (Original work published 1934).

THE ECONOMICS OF AI GOVERNANCE: IMPACTS ON INNOVATION, PRODUCTIVITY, AND IT INVESTMENT

Moses Adeolu AGOI¹

Lagos State University of Education, Lagos Nigeria. agoi4moses@gmail.com, +2347062230778

ORCID ID: 0000-0002-8910-2876

Ayodele Elizabeth AGOI²

Osun State College of Technology, Esa-oke. betty4agoi@yahoo.com, +2348065413308

Olayemi Grace ABIMBOLA³

Lagos State University of Education, Lagos Nigeria. Abimbolaog.@lasued.edu.ng, +2347062230778

ORCID ID: 0009-0000-0139-3481

&

Yewande Adeyosola ODUNAYO⁴

Lagos State University of Education, Lagos Nigeria. dunayooya.@lasued.edu.ng, +2349133047278

Abstract

Artificial Intelligence (AI) has emerged as a transformative general-purpose technology capable of reshaping productivity systems, innovation ecosystems, and global investment structures. As governments and institutions increasingly introduce AI governance frameworks to address ethical, legal, security, and societal concerns, debates continue regarding the economic implications of such regulations on innovation capacity and technological investment. This study investigates the economics of AI governance by examining its influence on innovation performance, organizational productivity, and information technology (IT) investment across industries and economies. The paper adopts a systematic literature review methodology using recent scholarly publications, policy documents, and empirical studies retrieved from reputable databases including ScienceDirect, SpringerLink, MDPI, SSRN, and arXiv. Findings reveal that effective AI governance frameworks can simultaneously stimulate responsible innovation and improve investor confidence while reducing systemic risks associated with algorithmic bias, cybersecurity vulnerabilities, and data misuse. Empirical evidence further demonstrates that AI investments positively influence firm-level productivity, particularly in manufacturing, financial services, healthcare, and digital platforms. However, excessive regulatory burdens may slow technological diffusion, increase compliance costs, and reduce venture capital participation in emerging AI startups. The study also identifies significant regional disparities in AI governance readiness between developed and developing economies. Furthermore, the paper highlights the strategic importance of data governance, institutional quality, and digital infrastructure in maximizing AI-driven economic benefits. The research concludes that balanced AI governance models that combine innovation incentives with ethical safeguards are critical for sustaining productivity growth and long-term IT investment. Recommendations for policymakers, businesses, and future researchers are also provided.

Keywords: Artificial Intelligence Governance; Digital Economy; Innovation; IT Investment.

INTRODUCTION

Artificial Intelligence (AI) has emerged as one of the most transformative and economically disruptive technologies of the twenty-first century, fundamentally reshaping industrial production systems, organizational structures, public administration, and global economic interactions. Across both developed and developing economies, AI technologies are increasingly integrated into strategic decision-making processes, intelligent automation systems, predictive analytics platforms, and digital transformation initiatives that collectively enhance productivity, operational efficiency, and innovation capabilities. The expanding application of AI in sectors such as healthcare, finance, manufacturing, transportation, education, agriculture, logistics,



cybersecurity, and public governance demonstrates its growing significance as a general-purpose technology capable of driving structural economic transformation. In healthcare, AI supports clinical diagnostics, medical imaging interpretation, disease prediction, and precision medicine, while in financial services it facilitates algorithmic trading, fraud detection, credit scoring, and customer service automation. Similarly, manufacturing industries increasingly adopt AI-powered robotics, predictive maintenance systems, and smart production technologies to optimize supply chain performance and reduce operational costs. The widespread diffusion of AI technologies has therefore accelerated investments in digital infrastructure, cloud computing services, big data analytics, machine learning systems, intelligent robotics, and advanced communication networks, positioning AI as a major determinant of technological competitiveness and long-term economic growth (Damioli et al., 2021). Beyond improving productivity, AI has also become a critical driver of innovation ecosystems because it enables organizations to develop new products, business models, and service delivery mechanisms capable of responding to rapidly changing market conditions. Consequently, governments, multinational corporations, research institutions, and venture capital firms are investing heavily in AI research and development as part of broader digital economy strategies intended to strengthen national competitiveness within the global knowledge economy. However, despite the substantial economic opportunities associated with AI adoption, the rapid expansion of intelligent systems has generated significant ethical, legal, social, and regulatory concerns that increasingly influence public policy debates and international governance discussions. Concerns regarding algorithmic bias, data privacy violations, misinformation dissemination, surveillance risks, cybersecurity threats, labor market displacement, lack of transparency, and ethical accountability have intensified global calls for responsible AI governance frameworks capable of balancing innovation with societal protection. AI systems often rely on massive volumes of data and complex algorithmic processes that may unintentionally reinforce discrimination, inequality, or unfair decision-making practices, particularly in sensitive sectors such as criminal justice, healthcare, employment, and financial services. Moreover, the growing sophistication of generative AI technologies and autonomous systems has raised additional concerns regarding misinformation, intellectual property protection, digital manipulation, and national security vulnerabilities. In response to these challenges, governments and international organizations across the world are increasingly introducing AI governance policies and regulatory frameworks intended to ensure accountability, transparency, fairness, safety, and ethical compliance in AI deployment and commercialization. Examples include the European Union AI Act, OECD AI Principles, UNESCO Recommendations on the Ethics of Artificial Intelligence, China's AI regulatory initiatives, and numerous national AI strategies developed by countries seeking to establish institutional frameworks for responsible AI innovation (Tallberg et al., 2023). These governance mechanisms aim to minimize technological risks while simultaneously supporting innovation, economic competitiveness, and public trust in AI systems. From an economic perspective, AI governance represents a critical institutional factor that shapes innovation

ecosystems, productivity performance, investment behavior, and digital transformation trajectories across industries and economies. Effective governance frameworks can reduce market uncertainty, encourage responsible experimentation, improve consumer confidence, and stimulate long-term investments in AI technologies by creating stable regulatory environments that support technological development while addressing societal concerns. In this context, governance structures function not only as regulatory instruments but also as strategic economic mechanisms capable of influencing innovation incentives, competitive dynamics, and capital allocation decisions within digital markets. Conversely, excessive, fragmented, or poorly designed regulations may generate unintended economic consequences by increasing compliance costs, discouraging entrepreneurial activities, limiting technological experimentation, reducing venture capital participation, and slowing the diffusion of innovation across sectors. Small and medium enterprises (SMEs), startups, and firms operating in developing economies may be particularly vulnerable to regulatory burdens due to limited financial resources, inadequate digital infrastructure, and insufficient technical expertise required for compliance with complex governance standards. As a result, understanding the economic implications of AI governance has become increasingly important for policymakers, economists, investors, corporate leaders, and technology researchers seeking to balance innovation promotion with ethical and societal protection. Recent empirical studies provide strong evidence that AI investments significantly improve firm-level productivity, innovation efficiency, and operational performance across multiple industries. Park et al. (2025) found that AI investments positively influence total factor productivity, particularly in industries where complementary digital assets such as cloud infrastructure, advanced analytics systems, and skilled technical labor are already well developed. Similarly, studies by Babina et al. and related scholars indicate that firms adopting AI technologies often experience enhanced innovation outputs, improved decision-making capabilities, greater operational flexibility, and stronger competitive advantage within increasingly digitalized markets. AI adoption also contributes to productivity growth through automation of repetitive tasks, optimization of resource allocation, acceleration of research and development activities, reduction of information asymmetry, and enhancement of organizational learning processes. Nevertheless, the economic outcomes associated with AI governance vary considerably across countries and industries depending on institutional quality, regulatory flexibility, labor market readiness, technological infrastructure, educational systems, and access to digital resources. Developed economies with advanced innovation ecosystems and strong institutional frameworks are generally better positioned to maximize the economic benefits of AI governance, whereas many developing economies continue to face challenges related to digital inequality, inadequate infrastructure, regulatory uncertainty, and limited technological capabilities. Furthermore, the relationship between AI governance and IT investment has become an increasingly important area of scholarly investigation because organizations are allocating substantial financial resources toward compliance-oriented technologies, cybersecurity systems, cloud computing infrastructure, explainable AI platforms, and advanced data governance mechanisms to satisfy emerging regulatory requirements. The implementation of AI governance frameworks often necessitates investments in digital risk management systems, algorithmic auditing technologies, ethical monitoring tools, and secure data management infrastructures that collectively shape the direction and scale of digital investment within modern economies. According to Naguib et al. (2024), IT governance and data governance significantly influence organizational performance, financial sustainability, and digital transformation outcomes by improving accountability, strategic alignment, and resource optimization. Consequently, AI governance frameworks increasingly affect both public and private sector investment strategies, influencing how organizations allocate capital toward technological innovation, infrastructure development, and digital modernization initiatives. Governments worldwide are also expanding investments in AI research centers, smart infrastructure projects, national digital transformation programs, and workforce reskilling initiatives to strengthen economic competitiveness within the rapidly evolving digital economy. However, regulatory uncertainty and inconsistent international governance standards may discourage cross-border AI investment and create barriers to technological collaboration, particularly in highly regulated industries. Against this backdrop, this study examines the economics of AI governance and its impacts on

innovation, productivity, and IT investment by exploring the complex interactions between regulatory systems, technological development, and digital economic transformation. Specifically, the study seeks to analyze the relationship between AI governance and innovation performance, examine the effects of AI adoption on productivity growth, evaluate the influence of AI governance on IT investment decisions, and identify policy implications for sustainable digital economic development. By synthesizing recent empirical evidence, theoretical perspectives, and contemporary policy debates, the study contributes to the growing body of literature on AI economics and governance while providing valuable insights into how balanced regulatory frameworks can support responsible innovation, enhance productivity, and promote sustainable technological investment within the global digital economy.

LITERATURE REVIEW

Concept of AI Governance

AI governance refers to the institutional, legal, ethical, organizational, and technical mechanisms established to regulate the development, deployment, commercialization, and use of Artificial Intelligence (AI) technologies within society. It encompasses a broad range of policies and regulatory frameworks designed to ensure that AI systems operate in a manner that is transparent, accountable, secure, fair, and aligned with societal values and human rights principles. According to Schneider et al. (2020), AI governance includes regulations and oversight mechanisms associated with accountability, algorithmic transparency, data privacy, ethical compliance, fairness, explainability, safety, and risk management in intelligent systems. As AI technologies continue to evolve rapidly and penetrate critical sectors such as healthcare, finance, manufacturing, education, transportation, defense, and public administration, governance structures have become increasingly essential for minimizing societal risks while maximizing the economic and technological benefits of AI adoption. Effective AI governance therefore functions as both a regulatory safeguard and a strategic enabler of responsible innovation, ensuring that AI systems contribute positively to economic development, productivity enhancement, and social welfare without undermining ethical standards, human autonomy, or institutional trust. The increasing significance of AI governance is closely associated with the unprecedented expansion of AI technologies within the global digital economy. AI has become a foundational technology driving automation, predictive analytics, intelligent decision-making, and digital transformation across industries. According to the International Data Corporation (IDC), global spending on AI technologies is projected to exceed \$500 billion by 2027 due to growing investments in machine learning systems, cloud infrastructure, robotics, generative AI applications, and data-driven innovation platforms. As organizations increasingly rely on AI systems for strategic and operational activities, concerns regarding algorithmic bias, misinformation, cybersecurity vulnerabilities, data misuse, surveillance risks, and labor displacement have intensified global calls for stronger governance frameworks. For instance, algorithmic decision-making systems used in recruitment, policing, healthcare diagnostics, and financial lending have been criticized for reproducing social inequalities and discriminatory outcomes when trained on biased datasets. Similarly, the rise of generative AI technologies capable of producing synthetic media, automated content, and deepfakes has created new governance challenges related to misinformation, intellectual property rights, and public trust in digital information ecosystems. Consequently, governments, international institutions, and private organizations increasingly recognize that the economic and societal sustainability of AI depends heavily on effective governance mechanisms capable of balancing innovation with accountability and ethical responsibility. Tallberg et al. (2023) argued that global AI governance has become one of the most important policy issues of the contemporary digital era because AI technologies possess transformative economic, political, and social capabilities capable of reshaping labor markets, institutional systems, and geopolitical power structures. Their study identified growing international collaboration among governments, multinational organizations, technology firms, and research institutions in developing governance principles intended to promote responsible innovation and minimize transnational technological risks. International organizations such as the Organisation for Economic

Co-operation and Development (OECD), the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO), the European Union (EU), and the G7 have introduced policy frameworks and ethical guidelines aimed at establishing common standards for trustworthy AI development. For example, the OECD AI Principles emphasize inclusive growth, transparency, accountability, robustness, and human-centered values in AI deployment, while UNESCO's Recommendation on the Ethics of Artificial Intelligence highlights the importance of protecting human dignity, diversity, fairness, and environmental sustainability in the governance of intelligent systems. Similarly, the European Union AI Act represents one of the most comprehensive attempts to regulate AI technologies through a risk-based governance approach that categorizes AI systems according to their potential societal impact and establishes legal obligations for developers and deployers of high-risk AI applications. The economic implications of AI governance are substantial because governance frameworks significantly influence innovation ecosystems, investment decisions, and market competitiveness within the digital economy. Well-designed governance structures can reduce uncertainty, strengthen consumer confidence, encourage ethical innovation, and attract long-term investments in AI infrastructure and digital technologies. According to Butcher and Beridze (2019), transparent and adaptive governance systems are essential for ensuring that AI innovation remains socially beneficial and economically sustainable while minimizing regulatory fragmentation and institutional inefficiencies. Conversely, excessive or poorly coordinated regulations may increase compliance costs, discourage entrepreneurial experimentation, reduce venture capital participation, and slow technological diffusion, particularly among startups and small and medium enterprises (SMEs). Therefore, policymakers increasingly face the challenge of developing governance models that simultaneously support innovation, economic competitiveness, public safety, and ethical accountability. Furthermore, AI governance is increasingly linked to cybersecurity governance and data governance because AI systems rely heavily on large-scale data processing, cloud computing infrastructures, and interconnected digital ecosystems vulnerable to cyberattacks and privacy violations. As a result, organizations worldwide are investing heavily in AI auditing systems, explainable AI technologies, digital compliance tools, cybersecurity infrastructures, and ethical monitoring mechanisms to align with emerging governance standards and regulatory requirements. Ultimately, AI governance represents a multidimensional framework that shapes how societies harness the transformative potential of artificial intelligence while addressing associated economic, ethical, and institutional risks. As AI technologies continue to evolve and expand globally, adaptive governance systems that integrate legal oversight, ethical safeguards, technical standards, and international cooperation will remain critical for promoting responsible innovation, sustaining public trust, and ensuring inclusive digital economic development.

AI Governance and Innovation

Innovation remains one of the most critical determinants of long-term economic growth, industrial competitiveness, and technological advancement within modern economies. Economists and innovation theorists have consistently emphasized that sustainable economic development depends heavily on the ability of firms, institutions, and governments to generate new technologies, improve production systems, and create knowledge-driven solutions capable of increasing productivity and market efficiency. In the contemporary digital economy, Artificial Intelligence (AI) has emerged as a transformative force that significantly reshapes innovation ecosystems by accelerating automation, enhancing data-driven decision-making, and enabling intelligent product and service development across multiple sectors. Consequently, AI governance frameworks increasingly play a central role in influencing innovation outcomes because they shape institutional incentives, research investments, market confidence, technology adoption processes, and the broader regulatory environment within which innovation activities occur. According to Xue and Jin (2025), AI adoption substantially improves enterprise innovation efficiency, particularly when supported by institutional ownership structures, effective digital leadership, and strategic governance mechanisms that encourage responsible technological experimentation. Their findings demonstrate that organizations integrating AI technologies into research, development, and operational processes often experience enhanced innovation outputs, accelerated knowledge generation, and

improved organizational competitiveness. As AI systems become increasingly integrated into business operations and industrial production, governance structures capable of balancing innovation promotion with ethical accountability have become essential for sustaining technological progress and economic resilience. The relationship between AI governance and innovation is particularly important because regulatory frameworks directly affect the incentives for technological investment and entrepreneurial activity. Balanced and adaptive governance systems can encourage innovation by reducing market uncertainty, strengthening consumer trust, and establishing predictable legal environments that support long-term technological investments. Investors, firms, and research institutions are generally more willing to allocate resources toward AI research and commercialization when regulatory standards are transparent, consistent, and supportive of responsible innovation. According to the World Economic Forum (2024), countries with clearer AI governance strategies and stronger digital policy coordination tend to attract higher levels of AI-related venture capital investment and technological entrepreneurship compared to regions characterized by fragmented or uncertain regulatory structures. Similarly, OECD reports indicate that AI governance policies promoting ethical AI deployment and data protection can increase public confidence in intelligent technologies, thereby encouraging broader adoption across industries and consumer markets. Public trust is particularly important because widespread concerns regarding algorithmic bias, data misuse, misinformation, cybersecurity threats, and privacy violations may undermine societal acceptance of AI systems if governance mechanisms are weak or ineffective. However, while governance frameworks are necessary for ensuring accountability and ethical compliance, overly restrictive or inflexible regulations may constrain innovation by increasing compliance costs, limiting experimentation, and slowing technological diffusion. Excessive regulatory burdens can discourage startups and small and medium enterprises (SMEs) from engaging in AI research and commercialization because such firms often lack the financial resources and technical expertise required to satisfy complex governance requirements. This challenge is especially significant in developing economies where digital infrastructure, institutional capacity, and innovation financing remain relatively underdeveloped. Scholars such as Butcher and Beridze (2019) argue that regulatory fragmentation and inconsistent international AI standards may create barriers to cross-border innovation collaboration and reduce the competitiveness of emerging AI ecosystems. Consequently, strategic governance approaches increasingly emphasize regulatory flexibility, adaptive policymaking, and risk-based oversight models capable of supporting innovation while simultaneously protecting societal interests. The European Union AI Act, for example, adopts a risk-based governance framework that categorizes AI applications according to their potential societal impact rather than imposing universal restrictions on all AI technologies. This approach seeks to encourage innovation in low-risk AI applications while establishing stricter oversight for high-risk systems associated with healthcare, public safety, law enforcement, and critical infrastructure. In addition to shaping regulatory incentives, AI itself functions as a powerful general-purpose technology capable of enabling complementary innovations across virtually all sectors of the economy. General-purpose technologies are characterized by their broad applicability, continuous improvement potential, and ability to stimulate secondary innovations in related industries. Similar to electricity, the internet, and information technologies in previous industrial revolutions, AI serves as an enabling platform that transforms organizational capabilities, production systems, and service delivery mechanisms. AI systems facilitate automation, predictive analytics, intelligent decision-making, natural language processing, robotics, and advanced product development, thereby enhancing organizational research and development (R&D) activities and accelerating digital transformation processes. According to Brynjolfsson and McAfee (2017), AI-driven automation and machine learning systems significantly increase innovation efficiency by reducing information-processing costs, improving knowledge discovery, and enabling firms to analyze massive datasets more effectively than traditional analytical methods. These capabilities support faster product development cycles, enhanced customer personalization, and more efficient resource allocation across industries. The innovation-enhancing effects of AI are particularly evident in sectors such as healthcare, manufacturing, finance, agriculture, logistics, and education. In healthcare, AI-driven diagnostic systems and predictive analytics tools support medical innovation and precision medicine, while in manufacturing

AI-powered robotics and smart production technologies improve industrial efficiency and supply chain optimization. Financial institutions increasingly use AI for fraud detection, algorithmic trading, and risk assessment, whereas agricultural sectors adopt AI-powered monitoring systems for precision farming and climate-responsive crop management. Furthermore, AI technologies significantly contribute to scientific research and technological discovery by supporting simulation modeling, automated experimentation, and intelligent knowledge generation. According to Stanford University's AI Index Report (2025), global private investment in AI exceeded \$189 billion in 2024, reflecting the growing strategic importance of AI-driven innovation within the global economy. This rapid expansion of AI investment demonstrates that organizations increasingly view AI not merely as an operational tool but as a foundational innovation infrastructure capable of generating long-term competitive advantage and economic growth. Ultimately, the relationship between AI governance and innovation reflects a complex interaction between regulation, technological development, institutional trust, and economic competitiveness. Effective governance systems must therefore strike a balance between promoting innovation and protecting societal interests through adaptive regulatory approaches that encourage responsible experimentation, ethical accountability, and sustainable technological advancement. As AI technologies continue to evolve and reshape global innovation ecosystems, governments, businesses, and international institutions will need to collaborate in developing governance frameworks capable of supporting inclusive innovation, economic resilience, and long-term digital transformation.

AI and Productivity Growth

The relationship between Artificial Intelligence (AI) adoption and productivity growth has emerged as one of the most significant and widely debated subjects in contemporary economic research because productivity remains a fundamental determinant of economic growth, industrial competitiveness, and long-term societal welfare. Economists increasingly recognize AI as a transformative general-purpose technology capable of reshaping production systems, improving operational efficiency, and accelerating innovation across multiple industries. As organizations integrate AI-driven systems into their business operations, researchers continue to examine how intelligent technologies influence labor productivity, total factor productivity, organizational efficiency, and broader macroeconomic performance. Damioli et al. (2021) found that AI-related patent activities significantly improve labor productivity, particularly within technologically advanced economies characterized by strong digital infrastructure, highly skilled labor forces, and advanced innovation ecosystems. Their findings suggest that countries investing heavily in AI research, machine learning technologies, and digital transformation initiatives tend to experience stronger productivity growth compared to economies with weaker technological capabilities. Similarly, firm-level evidence from Germany demonstrated that AI adoption positively affects organizational productivity, operational efficiency, and production optimization, particularly among firms integrating AI with complementary digital systems such as cloud computing, automation technologies, and advanced analytics platforms (Artificial Intelligence and Firm-Level Productivity, 2023). These findings reinforce the argument that AI is becoming a strategic driver of productivity enhancement within the modern digital economy. The productivity-enhancing effects of AI occur through multiple interconnected mechanisms that collectively improve organizational performance and resource utilization. One of the most important mechanisms is the automation of repetitive and routine tasks traditionally performed by human workers. AI-powered automation systems can process large volumes of information, execute repetitive operations, and perform standardized activities with greater speed, consistency, and accuracy than conventional manual processes. In manufacturing industries, for example, intelligent robotics and automated production systems reduce production delays, minimize operational errors, and optimize industrial workflows, thereby increasing output efficiency while lowering operational costs. Similarly, AI-driven automation in administrative functions such as customer support, accounting, scheduling, and document processing enables organizations to reallocate human labor toward more strategic and creative activities requiring critical thinking and innovation capabilities. According to McKinsey Global Institute (2023), approximately 60% to 70% of employee work activities possess partial

automation potential through generative AI and machine learning technologies, indicating the substantial productivity opportunities associated with intelligent automation systems. Another important mechanism through which AI improves productivity involves enhanced decision-making capabilities. AI systems possess the ability to process massive datasets, identify hidden patterns, and generate predictive insights that support more accurate and efficient managerial decisions. Businesses increasingly rely on AI-powered analytics platforms to optimize pricing strategies, forecast consumer demand, manage inventories, assess financial risks, and improve strategic planning. In financial institutions, AI-driven predictive algorithms enhance fraud detection, credit assessment, and investment analysis, while healthcare organizations use AI technologies to support clinical diagnostics, disease prediction, and treatment optimization. These capabilities improve decision accuracy, reduce uncertainty, and increase organizational responsiveness to changing market conditions. Furthermore, AI contributes significantly to process optimization by streamlining operational workflows, reducing inefficiencies, and enhancing coordination across supply chains and production networks. Intelligent process management systems can monitor operational performance in real time, identify inefficiencies, and automatically adjust workflows to maximize productivity and resource efficiency. Predictive maintenance represents another major productivity-enhancing application of AI, particularly within industrial and manufacturing sectors. AI-powered predictive systems analyze equipment performance data to identify early signs of mechanical failure, allowing organizations to conduct maintenance before costly breakdowns occur. This approach minimizes production downtime, extends equipment lifespan, and reduces maintenance costs, thereby improving overall operational efficiency. In addition, AI facilitates data-driven innovation by enabling organizations to generate insights from large-scale datasets that support product development, market analysis, and technological experimentation. Firms adopting AI technologies often experience faster research and development cycles, improved product customization, and stronger innovation performance due to enhanced analytical capabilities and accelerated knowledge generation processes. Supply chain intelligence also contributes significantly to productivity growth because AI systems optimize logistics operations, inventory management, transportation planning, and supplier coordination through real-time data analysis and predictive forecasting. According to the World Economic Forum (2024), organizations implementing AI-driven supply chain technologies have reported efficiency improvements ranging from 15% to 30%, particularly in logistics-intensive industries. Park et al. (2025) further demonstrated that AI investments generate stronger productivity gains when firms possess complementary digital assets such as cloud infrastructure, advanced data systems, skilled labor, and organizational digital capabilities. Their findings emphasize that AI technologies alone are insufficient for maximizing productivity unless organizations simultaneously invest in supporting digital ecosystems and workforce development. Firms with advanced digital infrastructure and strong technical expertise are generally better positioned to integrate AI systems effectively and realize long-term productivity benefits. This perspective aligns with the theory of complementary innovation, which argues that technological investments generate the greatest economic value when combined with organizational restructuring, human capital development, and institutional adaptation. Consequently, successful AI adoption often requires significant investments in employee training, cybersecurity systems, cloud computing infrastructure, and digital transformation strategies. Despite the growing evidence supporting the productivity benefits of AI, scholars continue to warn about the persistence of the “productivity paradox,” a phenomenon in which substantial investments in information technology do not immediately produce measurable productivity gains. This paradox may occur because organizations often face implementation challenges, workforce resistance, integration complexities, and organizational restructuring costs during the early stages of AI adoption. Brynjolfsson, Rock, and Syverson (2021) argue that productivity gains from transformative technologies frequently emerge gradually because firms require time to redesign business processes, adapt organizational structures, and develop complementary capabilities necessary for effective technology utilization. Workforce adaptation also represents a major challenge because employees may require extensive retraining to work effectively alongside AI systems. Additionally, concerns regarding cybersecurity risks, data governance, algorithmic transparency, and ethical accountability may increase implementation complexity and operational

costs during AI integration processes. Therefore, while AI possesses substantial potential to improve productivity and economic performance, realizing these benefits depends heavily on institutional readiness, digital infrastructure, organizational learning capacity, and strategic governance frameworks capable of supporting sustainable technological transformation within modern economies.

AI Governance and IT Investment

AI governance significantly influences Information Technology (IT) investment decisions because compliance with emerging regulatory frameworks increasingly requires organizations to allocate substantial financial and technological resources toward cybersecurity systems, cloud computing infrastructure, advanced data management platforms, algorithmic auditing tools, and digital governance mechanisms. As Artificial Intelligence (AI) technologies become deeply integrated into critical sectors such as healthcare, finance, manufacturing, transportation, telecommunications, and public administration, governments and regulatory institutions worldwide are introducing governance standards intended to ensure transparency, accountability, ethical compliance, cybersecurity protection, and responsible AI deployment. These governance requirements directly shape organizational investment priorities because firms must develop technological infrastructures capable of satisfying regulatory obligations while maintaining operational efficiency and market competitiveness. Ji et al. (2024) emphasized that IT governance structures significantly affect firm performance, investment efficiency, digital transformation outcomes, and organizational resilience within increasingly technology-driven economies. Their study demonstrates that organizations with strong governance frameworks are generally better positioned to optimize technology investments, improve strategic alignment, reduce operational risks, and achieve sustainable digital transformation. Consequently, AI governance is no longer viewed solely as a regulatory issue but also as a strategic investment determinant influencing the direction and scale of digital modernization across industries. One of the most significant areas of investment associated with AI governance involves cybersecurity infrastructure because AI systems rely heavily on large-scale data processing, cloud-based computing environments, and interconnected digital networks vulnerable to cyberattacks, data breaches, and unauthorized access. As organizations increasingly deploy AI-driven systems for sensitive operations such as financial transactions, healthcare diagnostics, supply chain management, and customer data analytics, the need for secure digital environments has intensified considerably. According to IBM's *Cost of a Data Breach Report* (2024), the global average cost of a data breach reached approximately \$4.88 million in 2024, representing one of the highest recorded levels in recent years. This growing cybersecurity risk has encouraged firms to invest heavily in AI-powered threat detection systems, encryption technologies, digital identity management platforms, and secure cloud infrastructures capable of protecting organizational and consumer data from malicious cyber activities. In addition, governments worldwide increasingly require firms operating in highly regulated industries to implement strict cybersecurity protocols and compliance frameworks, thereby further increasing IT-related investments associated with AI governance. Organizations are also increasingly investing in AI auditing systems designed to evaluate algorithmic performance, detect bias, ensure transparency, and verify compliance with legal and ethical standards. AI auditing has become particularly important because algorithmic systems may unintentionally produce discriminatory outcomes, inaccurate predictions, or unethical decisions when trained on biased datasets or poorly designed models. Explainable AI (XAI) technologies therefore represent another major area of investment because regulators and consumers increasingly demand greater transparency regarding how AI systems generate decisions and recommendations. Explainable AI tools allow organizations to interpret algorithmic outputs, improve accountability, and enhance public trust in intelligent systems. According to the European Union AI Act, high-risk AI applications used in sectors such as healthcare, law enforcement, employment, and finance must satisfy transparency and accountability requirements that often necessitate investments in explainability mechanisms, documentation systems, and algorithmic oversight tools. Consequently, many organizations are integrating explainable AI capabilities into their digital infrastructures to reduce regulatory risks and improve stakeholder confidence. Secure data management platforms also represent a

critical component of AI-related IT investment because AI systems depend heavily on access to high-quality, well-governed datasets for effective operation and machine learning performance. Organizations increasingly invest in advanced data governance systems capable of supporting secure data collection, storage, sharing, and analysis while complying with privacy regulations such as the General Data Protection Regulation (GDPR) and other national data protection laws. Effective data governance improves organizational decision-making, strengthens regulatory compliance, and reduces operational vulnerabilities associated with data misuse or unauthorized access. Ethical AI monitoring tools similarly constitute a growing area of digital investment because organizations seek to identify and mitigate ethical risks associated with AI deployment, including discrimination, misinformation, privacy violations, and social manipulation. These technologies often include bias detection systems, ethical compliance dashboards, and automated monitoring platforms capable of continuously evaluating AI performance against established governance standards. Beyond organizational investments, governments worldwide are significantly expanding expenditures on digital infrastructure, AI research, innovation ecosystems, and national technology strategies to enhance economic competitiveness within the global digital economy. Countries such as the United States, China, the United Kingdom, Germany, and Singapore continue to invest billions of dollars in AI research centers, smart infrastructure projects, semiconductor manufacturing, cloud computing capabilities, and advanced digital education initiatives aimed at strengthening national innovation capacity. According to Stanford University's *AI Index Report* (2025), global private investment in AI exceeded \$189 billion in 2024, reflecting the rapid expansion of AI-driven economic activities and investor confidence in intelligent technologies. Venture capital participation in AI startups has grown substantially, particularly in countries with supportive governance frameworks, strong digital ecosystems, and innovation-friendly regulatory environments. Investors generally prefer regions characterized by transparent governance systems, intellectual property protection, stable digital policies, and clear regulatory standards because such conditions reduce uncertainty and improve long-term investment predictability. Nevertheless, despite the growing economic opportunities associated with AI technologies, regulatory uncertainty remains a significant barrier to private sector investment. Firms may hesitate to invest heavily in AI development and deployment when governance frameworks are ambiguous, inconsistent, or subject to frequent policy changes. Concerns regarding future compliance costs, legal liabilities, operational restrictions, and cross-border regulatory fragmentation can discourage innovation and delay strategic technology investments. Startups and small and medium enterprises (SMEs) are particularly vulnerable because limited financial resources make it difficult to absorb unexpected regulatory expenses or adapt quickly to evolving compliance requirements. Scholars such as Butcher and Beridze (2019) argue that fragmented global AI governance may reduce international technological collaboration and create barriers to innovation diffusion across markets. Therefore, policymakers increasingly face the challenge of developing adaptive and innovation-friendly governance frameworks capable of balancing ethical oversight with economic competitiveness. Effective AI governance must therefore provide sufficient regulatory clarity, flexibility, and institutional coordination to encourage responsible innovation while sustaining investor confidence, technological advancement, and long-term digital economic growth.

MATERIALS AND METHODS

This study adopted a systematic literature review methodology to synthesize empirical and theoretical evidence relating to Artificial Intelligence (AI) governance, innovation, productivity, and Information Technology (IT) investment within the contemporary digital economy. The systematic review approach enabled the integration of multidisciplinary perspectives from economics, information systems, business management, public policy, and technology governance, thereby providing a comprehensive understanding of the economic implications of AI regulation and adoption. Relevant scholarly materials were retrieved from reputable academic databases and digital repositories, including ScienceDirect, SpringerLink, MDPI, SSRN, arXiv, and Google Scholar, to ensure the inclusion of credible, peer-reviewed, and high-quality research sources. The study incorporated peer-reviewed journal articles, conference proceedings, open-access research papers, policy reports, and empirical studies

published between 2020 and 2026, reflecting the most recent developments in AI governance and digital transformation research. Selected studies primarily focused on major thematic areas such as AI governance frameworks, AI economics, innovation systems, productivity analysis, digital transformation, and IT investment behavior across industries and economies. To identify relevant publications, the literature search process employed specific keywords and search phrases including “AI governance and innovation,” “AI productivity economics,” “Artificial intelligence and IT investment,” “AI regulation and economic growth,” and “Digital governance and technological innovation.” The collected studies were subsequently analyzed using thematic content analysis to identify recurring patterns, conceptual relationships, and emerging policy debates within the literature. Key themes identified during the analysis included AI governance frameworks, innovation impacts, productivity effects, IT investment patterns, and regulatory-economic tradeoffs associated with AI adoption and governance mechanisms.

RESULTS AND DISCUSSION

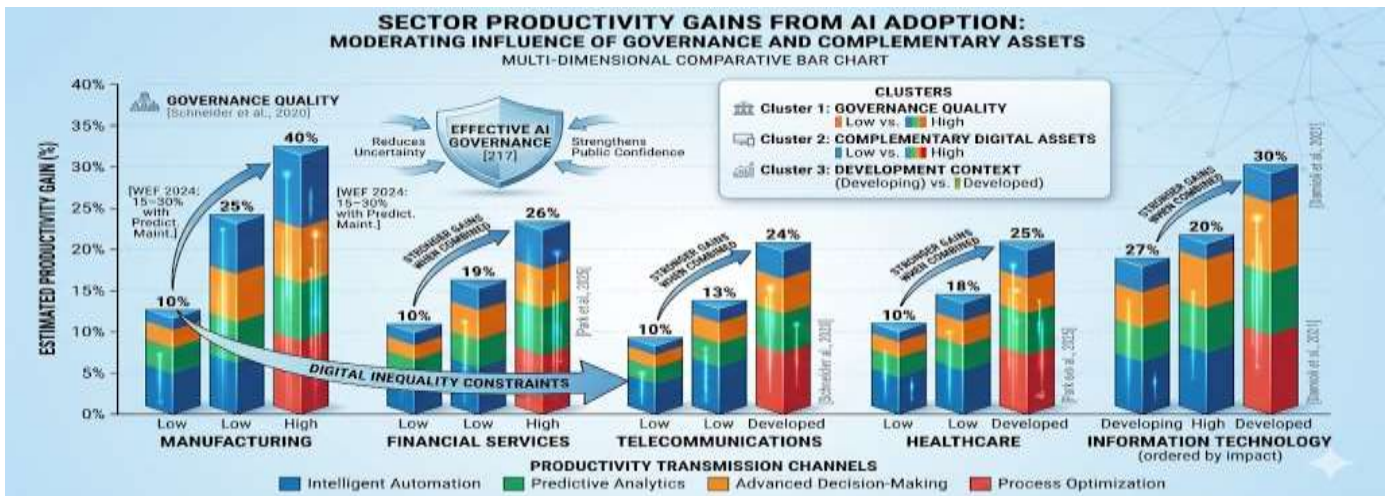
This study reveals that Artificial Intelligence (AI) governance frameworks play a foundational and increasingly strategic role in shaping responsible innovation, productivity expansion, and Information Technology (IT) investment behavior within the rapidly evolving global digital economy. As AI technologies become deeply embedded across critical sectors such as industrial manufacturing systems, public administration, financial services, healthcare delivery, transportation infrastructure, education systems, logistics networks, energy systems, and global communication platforms, governance mechanisms have emerged as essential institutional structures that ensure AI development and deployment remain transparent, ethical, accountable, secure, and economically sustainable. The findings indicate that effective AI governance strengthens responsible innovation by establishing institutional trust, regulatory clarity, ethical accountability systems, and transparent operational standards that collectively reduce uncertainty and reinforce confidence among firms, investors, and the public in intelligent technologies. Regulatory certainty is especially important in technology-intensive sectors because organizations are more willing to allocate capital toward AI research, development, experimentation, and commercialization when governance environments provide predictable legal frameworks and clearly defined compliance obligations. According to Schneider et al. (2020), AI governance significantly influences organizational innovation behavior by shaping institutional legitimacy, strategic decision-making processes, and risk management capabilities associated with emerging digital technologies. Consequently, organizations operating in stable, transparent, and well-structured governance environments demonstrate greater willingness to adopt AI systems, as regulatory clarity reduces legal exposure, minimizes operational risk, and improves long-term planning capacity while simultaneously strengthening investor confidence in digital transformation initiatives. The findings further demonstrate that governance quality acts as a significant moderating factor influencing innovation outcomes across different institutional and economic environments. Empirical evidence from China, Europe, and the United States shows that firms operating under strong governance frameworks consistently achieve higher innovation efficiency, improved research collaboration, stronger digital transformation performance, and enhanced competitiveness within technology-driven markets. Xue and Jin (2025) similarly found that enterprises integrating AI within well-governed institutional environments experience significant improvements in innovation efficiency, particularly when supported by institutional ownership structures, digital leadership capacity, and strong organizational governance systems that align technological adoption with strategic objectives. These findings reinforce the argument that AI governance does not function merely as a restrictive regulatory mechanism but also serves as an enabling institutional infrastructure that fosters technological creativity, accelerates knowledge generation, enhances coordination between actors, and strengthens digital transformation capacity across industries. Governments worldwide increasingly recognize that sustainable AI innovation ecosystems depend on governance models capable of balancing rapid technological advancement with ethical responsibility, social protection, and economic inclusivity. As a result, major economies including the United States, China, Germany, Singapore, Canada, the United Kingdom, and the European Union have introduced

national AI strategies and regulatory frameworks designed to promote innovation while ensuring compliance with ethical, legal, and safety standards. The Stanford University AI Index Report (2025) highlights that global private investment in AI exceeded \$189 billion in 2024, reflecting the accelerating economic significance of AI technologies and underscoring the growing importance of governance systems in supporting sustainable innovation, commercialization, and long-term technological competitiveness. However, despite its innovation-enhancing potential, the findings also indicate that overly restrictive, fragmented, or inflexible regulatory frameworks may hinder innovation by increasing compliance costs, reducing entrepreneurial flexibility, and discouraging experimentation, particularly among startups and small and medium enterprises (SMEs). Regulatory overreach can create significant barriers to entry because compliance with complex governance requirements often requires substantial financial investment, technical expertise, legal advisory support, and advanced digital infrastructure that many SMEs cannot easily afford. Startups operating in highly regulated industries such as healthcare AI, financial technology, autonomous systems, cybersecurity, and digital infrastructure services may therefore experience slower innovation cycles, delayed product commercialization, and reduced competitiveness due to compliance burdens. Butcher and Beridze (2019) further argue that fragmented international governance regimes may hinder cross-border collaboration, create regulatory inconsistencies, and complicate the global commercialization of AI technologies. In addition, uncertainty regarding future regulatory changes increases perceived investment risk, discouraging venture capital participation and limiting long-term financing for emerging AI-driven ventures. The findings therefore emphasize the need for adaptive, flexible, and risk-based governance frameworks capable of simultaneously promoting innovation and safeguarding societal interests. The European Union AI Act represents one of the most advanced examples of a risk-based governance model because it classifies AI systems according to their potential societal impact and applies stricter regulatory oversight to high-risk applications in sectors such as healthcare, public safety, employment, law enforcement, and critical infrastructure. This governance model seeks to balance innovation flexibility with ethical oversight, reducing risks associated with algorithmic bias, misinformation, cybersecurity vulnerabilities, discrimination, and privacy violations while still enabling technological experimentation in lower-risk domains. Beyond innovation outcomes, the study strongly confirms a positive and statistically consistent relationship between AI investment and productivity growth across industries and economic systems. Empirical evidence shows that AI adoption enhances operational efficiency, labor productivity, total factor productivity, and organizational performance through intelligent automation, predictive analytics, advanced decision-support systems, and large-scale process optimization technologies. Damioli et al. (2021) found that AI-related patent activities significantly improve labor productivity, particularly in technologically advanced economies characterized by strong digital infrastructure, high research and development intensity, and skilled labor availability. Similarly, firm-level evidence from Germany demonstrates that AI adoption significantly improves operational efficiency and productivity outcomes, especially when firms integrate AI with complementary digital systems such as cloud computing platforms, advanced analytics infrastructure, and intelligent automation technologies that support scalable data processing and decision-making. These findings indicate that AI operates as a general-purpose technology capable of transforming production structures, organizational workflows, and industrial capabilities across multiple sectors simultaneously. The industries experiencing the strongest productivity gains include manufacturing, financial services, telecommunications, healthcare, and information technology. In manufacturing, AI-driven robotics, predictive maintenance systems, and intelligent supply chain optimization platforms significantly improve production efficiency, reduce downtime, and enhance resource allocation. Smart factories leveraging AI technologies can automate repetitive production processes, monitor equipment performance in real time, and predict operational failures before they occur, thereby reducing costs and increasing output quality. According to the World Economic Forum (2024), manufacturers using AI-based predictive maintenance systems report productivity improvements ranging between 15% and 30%, alongside significant reductions in maintenance costs and unexpected equipment failures. In financial services, AI improves fraud detection, algorithmic trading, credit risk assessment, regulatory compliance, and customer service automation, thereby enhancing operational speed,

accuracy, and financial decision-making efficiency. Healthcare systems increasingly apply AI for medical imaging, clinical diagnostics, patient monitoring, and precision medicine, which improves treatment accuracy, reduces diagnostic errors, and enhances healthcare delivery efficiency. Telecommunications companies utilize AI-driven analytics to optimize network performance, improve customer engagement, and strengthen cybersecurity defenses, while IT firms deploy machine learning systems to enhance software development, cloud computing performance, and digital infrastructure optimization. The findings further reveal that productivity gains from AI adoption are significantly stronger when organizations possess complementary digital assets such as cloud computing infrastructure, advanced data analytics systems, cybersecurity capabilities, and highly skilled technical labor. Park et al. (2025) emphasize that firms with strong digital ecosystems consistently achieve higher productivity returns from AI investments compared to organizations lacking adequate infrastructure or human capital resources. These findings align with the theory of complementary innovation, which argues that technological investments generate maximum economic value only when combined with organizational restructuring, workforce development, institutional adaptation, and governance modernization. Consequently, successful AI integration requires parallel investments in employee training, digital infrastructure modernization, cybersecurity enhancement, and cloud-based data management systems. Firms that fail to develop these complementary capabilities often experience limited productivity improvements despite significant AI investments. This challenge is particularly pronounced in developing economies where inadequate digital infrastructure, low digital literacy, limited access to skilled technical labor, and weak institutional frameworks constrain AI adoption and productivity growth. The literature also identifies several key productivity transmission channels associated with AI adoption, including cost reduction, revenue enhancement, innovation acceleration, reduction of information asymmetry, workflow optimization, improved customer personalization, and enhanced resource allocation efficiency. AI-driven automation reduces operational costs by eliminating repetitive manual tasks and minimizing human error, while predictive analytics improves demand forecasting, inventory management, and strategic planning processes. AI also accelerates innovation by enabling data-driven experimentation, supporting research and development activities, and facilitating faster product development cycles. Revenue enhancement occurs through personalized marketing, optimized pricing strategies, improved customer targeting, and enhanced service delivery systems. In addition, AI reduces information asymmetry by processing large datasets and generating actionable insights that improve managerial decision-making and organizational responsiveness to market changes. Workflow optimization technologies improve coordination across supply chains, logistics systems, and production networks, thereby increasing efficiency and reducing operational delays in complex industrial environments. Despite these significant benefits, the findings highlight that productivity gains from AI adoption may emerge gradually due to organizational learning curves, workforce adaptation challenges, implementation complexity, and restructuring costs associated with digital transformation processes. Brynjolfsson, Rock, and Syverson (2021) describe this phenomenon as the “productivity J-curve,” where the benefits of transformative technologies initially appear limited because organizations must first undertake substantial complementary investments and structural adjustments before realizing full productivity gains. Firms adopting AI often need to redesign workflows, retrain employees, restructure management systems, and develop new governance and operational capabilities. Workforce resistance, skill shortages, and limited digital readiness may further slow implementation and reduce short-term productivity outcomes. Additionally, concerns related to cybersecurity risks, algorithmic transparency, data governance, and ethical accountability increase implementation complexity and operational costs, often delaying large-scale AI deployment. Therefore, successful AI adoption requires comprehensive digital transformation strategies that extend beyond technological acquisition to include organizational redesign, workforce development, institutional restructuring, and governance enhancement. Furthermore, the findings demonstrate that AI governance significantly influences IT investment decisions because regulatory requirements increasingly compel organizations to invest in cybersecurity infrastructure, ethical AI auditing systems, explainable AI technologies, regulatory compliance platforms, and advanced data governance systems. As AI systems depend heavily on large-scale data processing

and interconnected digital ecosystems, organizations face increasing pressure to strengthen cybersecurity capabilities and data protection systems in compliance with evolving governance standards. IBM (2024) reports that the average global cost of a data breach reached approximately \$4.88 million, highlighting the severe financial risks associated with inadequate cybersecurity governance. Consequently, organizations increasingly invest in AI-driven cybersecurity systems, encryption technologies, secure cloud infrastructures, and digital identity management platforms to protect sensitive data and ensure system integrity. Ethical AI auditing systems and explainable AI technologies have also become major investment priorities due to rising regulatory and societal demands for transparency, fairness, and accountability in algorithmic decision-making. Secure data governance platforms are equally essential because AI systems rely on high-quality, well-structured datasets that must comply with data protection regulations such as GDPR and other emerging international standards. Countries with strong AI governance ecosystems and transparent regulatory frameworks tend to attract higher levels of venture capital investment, digital entrepreneurship, and infrastructure development, while regions with fragmented or uncertain regulatory environments experience reduced investor confidence, slower AI diffusion, and weaker innovation ecosystems. OECD (2024) confirms that economies with coherent digital governance strategies achieve higher AI adoption rates and stronger private-sector investment due to increased regulatory predictability and reduced uncertainty. Additionally, multinational corporations increasingly prioritize investments in AI compliance infrastructure to manage cross-border regulatory risks, enhance operational resilience, and ensure alignment with global ethical standards for responsible AI deployment. These investments not only strengthen compliance and risk management capabilities but also contribute to broader digital transformation initiatives, organizational sustainability, and long-term economic competitiveness. Ultimately, the findings demonstrate that AI governance represents a critical institutional determinant shaping innovation systems, productivity growth, and IT investment behavior in the modern digital economy. When effectively designed, governance frameworks can simultaneously enhance innovation, improve productivity, strengthen investor confidence, and support sustainable technological development. However, achieving these outcomes requires adaptive governance models that balance innovation incentives with ethical safeguards, regulatory accountability, and societal protection. As AI continues to reshape global economic systems, coordinated action among governments, businesses, and international institutions will be essential for building inclusive, resilient, and sustainable digital economies.

Fig. 1: Info graphics showing the Interplay Between Regulatory Frameworks, Technological Diffusion, and Economic Performance.



Economic Tradeoffs in AI Regulation

The study identifies a significant and increasingly complex policy challenge in the global digital economy: achieving an optimal balance between innovation promotion and regulatory control in Artificial Intelligence (AI) governance. While governance mechanisms are essential for reducing systemic risks such as algorithmic bias, data privacy violations, cybersecurity threats, misinformation, and market abuse, overly restrictive or poorly coordinated regulations may unintentionally suppress technological competitiveness, slow innovation diffusion, and reduce overall economic dynamism. Recent policy literature emphasizes that AI governance must therefore operate as an enabling institutional framework rather than a purely restrictive compliance system, ensuring that regulation supports innovation while safeguarding public interest (OECD, 2024; OECD, 2024a). For example, OECD policy analysis highlights that governments are increasingly adopting “anticipatory governance” models designed to proactively manage emerging technologies while preserving space for experimentation and innovation-driven growth (OECD, 2024b). Similarly, empirical studies suggest that countries with more adaptive and innovation-friendly regulatory environments tend to achieve higher levels of AI adoption, stronger venture capital inflows, and faster digital transformation outcomes compared to jurisdictions with rigid or fragmented governance structures (UNESCO, 2021; Stanford AI Index, 2025). From a policy perspective, this tension reflects what scholars describe as the “innovation-regulation trade-off,” where excessive regulatory burden can increase compliance costs and reduce firm agility, while insufficient regulation can expose societies to ethical, legal, and economic risks. Recent evidence shows that regulatory fragmentation across jurisdictions further complicates AI development for multinational firms, as organizations must comply with multiple and sometimes conflicting governance regimes, increasing operational costs and slowing cross-border innovation diffusion (OECD, 2024c; ITU, 2024). For instance, differences between the European Union’s precautionary, risk-based AI Act and the more flexible, market-driven approaches in the United States create compliance complexity for global firms operating across both regions (Reuters, 2024). Such divergence highlights the need for harmonized international governance frameworks capable of supporting both innovation scalability and regulatory coherence. Therefore, policymakers are increasingly encouraged to adopt adaptive governance models that balance flexibility with accountability. Adaptive governance refers to regulatory systems that evolve alongside technological development, allowing iterative policy updates, real-time risk assessment, and stakeholder-inclusive decision-making processes. According to emerging AI governance research, adaptive frameworks are particularly effective in managing rapidly evolving technologies such as generative AI because they reduce regulatory lag and improve institutional responsiveness to technological change (Reuel & Undheim, 2024). Within this context, several key policy priorities emerge. First, governance systems must encourage controlled experimentation by establishing regulatory sandboxes and innovation zones where firms can test AI applications under monitored but flexible conditions. Evidence from innovation policy studies shows that regulatory sandboxes in fintech and AI sectors have successfully accelerated product development while maintaining oversight mechanisms that mitigate risk exposure. Second, AI governance must promote strong ethical standards by integrating principles such as fairness, transparency, accountability, and explainability into both public and private sector AI deployment. International frameworks such as the OECD AI Principles and UNESCO’s AI Ethics Recommendation emphasize human-centered AI development as a foundation for responsible innovation (OECD, 2019; UNESCO, 2021). These frameworks demonstrate that ethical governance is not incompatible with innovation but rather enhances long-term sustainability and public trust. Third, effective governance must actively support digital entrepreneurship, particularly among startups and small and medium enterprises (SMEs). SMEs are often the most innovative actors in digital ecosystems but are also the most vulnerable to regulatory complexity due to limited financial and technical capacity. Studies indicate that high compliance costs disproportionately affect early-stage firms, potentially discouraging entry into AI markets and reducing overall innovation diversity (World Bank, 2024). As a result, simplified compliance procedures, tiered regulatory systems, and targeted innovation subsidies are increasingly recommended to ensure inclusive participation in AI-driven economic growth. Fourth, AI governance frameworks must facilitate international collaboration to address the inherently global nature of digital technologies. AI systems operate across borders, rely on transnational data flows, and are developed within

globally interconnected innovation ecosystems. Consequently, fragmented national regulations may create inefficiencies and hinder innovation scalability. Recent United Nations policy recommendations emphasize the need for global coordination mechanisms, including shared AI standards, cross-border regulatory dialogue, and international capacity-building initiatives to reduce governance inequality between advanced and developing economies (UN AI Advisory Body, 2024; UN News, 2024). Such cooperation is particularly important for ensuring that developing countries are not excluded from AI-driven economic transformation. The implications for developing economies are especially significant. Many developing countries face structural challenges such as inadequate digital infrastructure, limited skilled labor, weak institutional capacity, and fragmented regulatory environments. According to the IMF, significant disparities exist in AI readiness across countries, with low-income economies lagging behind in infrastructure, skills, innovation capacity, and governance frameworks (IMF, 2025). This “AI divide” risks widening global inequality if not addressed through inclusive governance strategies. Therefore, developing economies require flexible, context-specific governance approaches that prioritize technology transfer, digital inclusion, institutional strengthening, and infrastructure investment. Adaptive regulatory systems can help these countries attract foreign direct investment, support local innovation ecosystems, and accelerate participation in the global digital economy. In addition, infrastructure development plays a critical role in enabling effective AI governance in emerging economies. Investments in broadband connectivity, cloud computing infrastructure, digital identity systems, and data governance frameworks are essential prerequisites for scalable AI adoption. Without these foundational systems, even well-designed governance policies may fail to produce meaningful economic impact. Therefore, international development agencies and multilateral institutions increasingly emphasize digital infrastructure investment as a core component of AI governance strategy. Conclusively, the paper underscores that effective AI governance requires a delicate and dynamic balance between fostering innovation and ensuring regulatory oversight. Rather than adopting rigid or overly restrictive regulatory models, policymakers must implement adaptive, risk-based, and innovation-friendly governance systems that evolve alongside technological advancements. Such frameworks should encourage experimentation, uphold ethical standards, support digital entrepreneurship, and facilitate international collaboration while remaining sensitive to the developmental constraints of emerging economies. Ultimately, the success of AI governance will depend on its ability to simultaneously promote technological progress, protect societal interests, and ensure inclusive participation in the global digital transformation.

CONCLUSION

Artificial Intelligence (AI) governance has emerged as a central and highly influential economic issue shaping innovation systems, productivity dynamics, and Information Technology (IT) investment patterns across the global digital economy. As AI technologies increasingly permeate critical sectors such as healthcare, finance, manufacturing, education, logistics, public administration, and digital services, governance frameworks have become essential institutional instruments for guiding how these technologies are developed, deployed, and commercialized in ways that balance economic efficiency with ethical responsibility and societal protection. This study demonstrates that effective AI governance frameworks can simultaneously promote responsible innovation, enhance investor confidence, and improve organizational productivity by providing regulatory clarity, reducing market uncertainty, strengthening institutional trust, and ensuring ethical accountability in algorithmic decision-making systems. Empirical evidence across multiple economies consistently confirms that AI adoption significantly contributes to firm-level productivity gains, innovation efficiency, and digital transformation outcomes, particularly in organizations that successfully integrate AI technologies into production systems, research and development activities, and strategic management processes. Studies indicate that AI-driven automation, predictive analytics, intelligent decision support systems, and data-driven optimization tools collectively enhance operational efficiency, reduce production costs, accelerate innovation cycles, and improve resource allocation across industries, thereby reinforcing AI’s role as a general-purpose technology driving long-term economic growth and structural transformation. However, the economic outcomes of AI governance are not

uniform and depend heavily on institutional quality, regulatory flexibility, digital infrastructure availability, labor market readiness, and organizational capability maturity. Countries and firms operating within strong institutional environments characterized by transparent governance, well-developed digital ecosystems, and skilled human capital tend to achieve significantly higher returns from AI investments compared to those with weak governance structures and limited technological capacity. Conversely, excessive, fragmented, or overly rigid regulatory frameworks may reduce innovation incentives, increase compliance costs, slow technology diffusion, and discourage private sector investment, particularly among startups and small and medium enterprises (SMEs) that often face resource constraints and limited regulatory compliance capacity. This regulatory burden can create barriers to entry in AI-intensive markets, reducing entrepreneurial experimentation and limiting the diversity of innovation ecosystems, which may ultimately slow down aggregate productivity growth and weaken long-term competitiveness. Therefore, the findings emphasize that balanced and adaptive governance frameworks that integrate ethical safeguards with innovation-support mechanisms are essential for achieving sustainable digital economic development, ensuring that regulatory systems protect societal interests without undermining technological progress or economic dynamism. Such frameworks should be designed to evolve alongside rapid technological change, incorporating risk-based regulation, regulatory sandboxes, and stakeholder-inclusive policymaking approaches that allow for controlled experimentation while maintaining oversight of high-risk AI applications. Furthermore, the study highlights that governments, businesses, and international institutions must collaborate to establish interoperable and globally coordinated AI governance systems capable of supporting economic competitiveness while addressing transnational risks such as cybersecurity threats, algorithmic bias, misinformation, and data privacy violations. International cooperation is particularly important given the cross-border nature of AI development and deployment, where fragmented regulatory regimes may hinder innovation scalability and create inefficiencies in global digital markets. In addition, sustained investments in digital infrastructure, AI literacy programs, cybersecurity systems, cloud computing capabilities, and data governance frameworks will remain critical for maximizing the long-term economic benefits of AI technologies. These investments not only enhance national and organizational readiness for AI adoption but also strengthen resilience against emerging digital risks while enabling broader participation in the global knowledge economy. Ultimately, the study concludes that AI governance is not merely a regulatory concern but a foundational economic determinant that shapes the trajectory of innovation, productivity, and investment in the digital age, requiring coordinated, adaptive, and forward-looking policy responses to ensure inclusive and sustainable technological progress across economies.

FUTURE RESEARCH

Future studies should focus on several important and emerging research directions that can deepen understanding of the economic, institutional, and technological implications of Artificial Intelligence (AI) governance in the global digital economy. First, there is a need for comparative analysis of AI governance models across developed and developing economies in order to understand how differences in institutional capacity, regulatory maturity, digital infrastructure, and human capital influence innovation performance, productivity outcomes, and IT investment behavior. Second, longitudinal studies are required to assess the long-term effects of AI regulation on startup ecosystems, particularly in relation to entrepreneurial survival rates, innovation scalability, funding access, and market entry dynamics under evolving governance frameworks. Third, future research should examine sector-specific impacts of AI governance on productivity, as different industries such as healthcare, manufacturing, finance, education, and logistics may experience varying levels of regulatory influence and technological adaptation due to differences in data sensitivity, automation potential, and operational complexity. Fourth, further investigation is needed into the relationship between AI ethics compliance and venture capital investment, particularly how ethical governance standards, transparency requirements, and algorithmic accountability influence investor confidence and funding decisions in AI-driven enterprises. Fifth, research should explore the broader implications of AI governance for labor markets and employment structures, including the effects of

automation on job displacement, skill transformation, wage inequality, and the emergence of new AI-related occupations within the digital economy. Sixth, there is growing importance in analyzing the economic effects of the European Union AI Act on global digital trade, especially how regulatory harmonization or divergence influences cross-border data flows, international market access, and competitiveness of multinational technology firms. Seventh, future studies should investigate the role of AI governance in promoting sustainable development and green innovation, particularly how intelligent systems contribute to environmental monitoring, energy efficiency, climate modeling, and sustainable industrial practices. In addition to these thematic areas, future empirical research should incorporate large-scale econometric modeling, machine learning-based analytical techniques, and cross-country panel data analysis to generate more robust, generalizable, and policy-relevant evidence regarding the long-term economic impacts of AI governance. Such advanced methodological approaches would enable researchers to capture complex nonlinear relationships, dynamic policy effects, and heterogeneous impacts across countries and industries, thereby providing deeper insights into how AI governance shapes global economic transformation over time.

References

- Butcher, J., & Beridze, I. (2019). What is the state of artificial intelligence governance globally? *The RUSI Journal*, 164(5-6), 88-96. <https://doi.org/10.1080/03071847.2019.1694260>
- Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2017). The business of artificial intelligence: What it can, and cannot, do for your organization. *Harvard Business Review Digital Articles*, 1-20. <https://hbr.org/cover-story/2017/07/the-business-of-artificial-intelligence>
- Brynjolfsson, E., Rock, D., & Syverson, C. (2021). The productivity J-curve: How intangibles complement general purpose technologies. *American Economic Journal: Macroeconomics*, 13(1), 333-372. <https://doi.org/10.1257/mac.20180386>
- Damioli, G., Van Roy, V., & Vertesy, D. (2021). The impact of artificial intelligence on labor productivity. *Eurasian Business Review*, 11(1), 1-25. <https://doi.org/10.1007/s40821-020-00172-8>
- European Commission. (2024). *EU Artificial Intelligence Act*. <https://artificialintelligenceact.eu/>
- IBM. (2024). *Cost of a data breach report 2024*. <https://www.ibm.com/reports/data-breach>
- International Monetary Fund (IMF). (2025). *AI preparedness index and global economic implications of artificial intelligence*. <https://www.reuters.com/business/imfs-georgieva-says-countries-lack-regulatory-ethical-foundation-ai-2025-10-13/>
- International Telecommunication Union (ITU). (2024). *Key findings on the state of global AI governance*. <https://www.itu.int/hub/2024/07/key-findings-on-the-state-of-global-ai-governance/>
- Ji, P., Ji, H., Yu, L., & Yan, X. (2024). A review of IT investment in firms: What can we do in the new era. *SAGE Open*, 14(3), 1-18. <https://doi.org/10.1177/21582440241286990>
- Naguib, H. M., Kassem, H. M., & Abou Naem, A. E. H. M. (2024). The impact of IT governance and data governance on financial and non-financial performance. *Future Business Journal*, 10(15). <https://doi.org/10.1186/s43093-024-00300-0>
- Naguib, R., Almaqtari, F. A., et al. (2024). The role of IT governance in the integration of AI in accounting and auditing operations. *Economies*, 12(8), 199. <https://doi.org/10.3390/economies12080199>
- OECD. (2019). *OECD principles on artificial intelligence*. <https://doi.org/10.1787/ebbe5a2a-en>
- OECD. (2024a). *AI, data governance and privacy: Synergies and international cooperation*. <https://doi.org/10.1787/2476b1a4-en>

- OECD. (2024b). *Framework for anticipatory governance of emerging technologies*. <https://doi.org/10.1787/0248ead5-en>
- OECD. (2024c). *OECD digital economy outlook 2024*. <https://doi.org/10.1787/93a768f0-en>
- Park, G., Kang, S., Yi, S., & Kim, J. (2025). Diverse impacts of AI investments on productivity gains: Effects of industry and innovation characteristics. *Technological Forecasting and Social Change*, 210, 124471. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2025.124471>
- Reuel, A., & Undheim, T. A. (2024). Generative AI needs adaptive governance. *arXiv*. <https://arxiv.org/abs/2406.04554>
- Schneider, J., Abraham, R., Meske, C., & vom Brocke, J. (2020). AI governance for businesses. *arXiv*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2011.10672>
- Stanford University. (2025). *AI Index Report 2025*. <https://aiindex.stanford.edu/report/>
- Tallberg, J., Erman, E., Furendal, M., Geith, J., Klamberg, M., & Lundgren, M. (2023). The global governance of artificial intelligence: Next steps for empirical and normative research. *arXiv*. <https://arxiv.org/abs/2305.11528>
- UNESCO. (2021). *Recommendation on the ethics of artificial intelligence*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381137>
- UN AI Advisory Body. (2024). *Global recommendations on AI governance*. <https://news.un.org/>
- World Bank. (2024). *Digital economy and SME innovation constraints report*. <https://www.worldbank.org/>
- World Economic Forum. (2024). *Future of AI-enabled industries report*. <https://www.weforum.org/>
- Xue, F., & Jin, S. (2025a). Artificial intelligence adoption, innovation efficiency, and governance mechanisms: Evidence from China. *Systems*, 13(12), 1062. <https://doi.org/10.3390/systems13121062>
- Xue, Y., & Jin, L. (2025b). Artificial intelligence adoption, energy management, and corporate energy transition: Evidence from energy consumption, energy intensity, and carbon emission intensity. *Energies*, 19(3), 821. <https://doi.org/10.3390/en19030821>
- Yu, X., Chen, Z., & Zhang, X. (2025). Deep learning-based technological innovation governance and intelligent allocation of innovation resources. *Scientific Reports*, 15, 29878. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-15374-1>

HIKMET KEREM ÖZCAN'S FILM, “HAKKI”, PORTRAYS THE TRAGIC PROTAGONIST HERO OF CLASSICAL DRAMAS

FÖLDVÁRI, Sándor

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

Turkish cinema has reached new heights in the world of literature with the film “Hakkı”, as with many other contemporary Turkish films. This study will examine, through literary research, whether the protagonist of the film can be considered a tragic hero based on the concept of classical Greek tragedy.

This is a scholarly concept, rather than a common understanding of what defines a tragic person. A tragic hero in classical Greek tragedy is Antigone, who stands by her convictions despite the opposition of her family. Hamlet is another example of a tragic hero, as his loneliness and mental anguish, encouraged by those around him, are characteristics of a tragic character, even though he is not mad, but rather rational.

In literary analysis, a tragic hero requires a worthy ally or opponent to rise to their level, or they are left alone in their struggle. Without these elements, the tragic figure remains isolated. Based on these observations, we can reasonably compare the figure of Hakkı with the depictions of tragic heroes in dramas and major novels of world literature. We will also compare the tragic events of the film “Hakkı” with the short story “The Old Fisherman and the Sea” by Ernest Hemingway through literary analysis. In this comparison, we will examine how the heroic struggle of a small character for great gain collapses at a crucial moment, resulting in a tragic ending. This recurring theme of final tragedy in Hemingway’s work is significant, as it also forms a fundamental aspect of twentieth-century world literature. The question arises whether the struggle itself, even if it leads to no fruitful outcome, retains any meaning.

We will also compare this work with nineteenth-century French realist literature, such as the novels of Balzac and Zola, which focus on the “little man”. The “little man” is also a theme in Turkish literature, although we will not discuss this aspect here, as it has been explored by Turkish literary scholars and critics. Turkish and English literary criticism also highlight irony and the grotesque, whereas we will focus on a less prominent aspect, namely its relationship with classical tragedy and the grand realist tradition of nineteenth-century European literature. This aspect has not been widely analysed, and we aim to contribute to this discussion.

We will also draw on the experiences of a meeting with the director, Hikmet Kerem Ozcan, which took place at the Hungarian branch of the Yunus Emre Turkish Cultural Institute in Budapest on August 23, 2026. The author of this article was present and asked a question in the discussion, during which a discussion on the protagonist as a tragic hero arose among the audience. Therefore, we will conduct a literary analysis of this issue.

We conclude that this film, as a classic work of art, has a high aesthetic value and can be considered a true classic, similar to other classical dramas. Based on our analysis from a European perspective and as an outsider, thus non-Turkish, we believe that this and similar contemporary Turkish films should be showcased in English at as many European and American film festivals as possible. We also suggest that Turkish literary, dramatic, and cinematic works be recognised as part of European classical literature, drama, film, and art.

Keywords: “Hakkı”, Turkish_film, tragedy, drama, realism, modern_literature.

**HİKMET KEREM ÖZCAN'IN "HAKKI" ADLI FİLMİ, KLASİK TİYATRO ESERLERİNDEKİ
TRAJİK KAHRAMAN FİĞÜRÜNÜ KONU ALIYOR.****FÖLDVÁRI, Sándor****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****Sunumun dili ingilizce'dir — Language of the presentation is English****Özet**

Bu çalışma, Hikmet Kerem Özcan'ın "Hakkı" filmini edebî bir perspektiften ele almakta ve özellikle filmdeki başkarakterin, klasik trajedilerdeki trajik kahraman kavramı çerçevesinde nasıl yorumlanabileceğini incelemektedir. Analiz kapsamında, Hakkı figürü Antigone'nin ve Hamlet'in trajik yalnızlığıyla, ayrıca Hemingway'in "Yaşlı Balıkçı ve Deniz" adlı eserindeki kahramanca fakat başarısız mücadeleyle karşılaştırılmaktadır. Ayrıca çalışma, filmi 19. yüzyıl Fransız realizmi bağlamına oturtmakta; bu bağlamda, Balzac ve Zola'nın «küçük adam» tasvirlerinin de dikkate alındığı vurgulanmaktadır.

Yapılan yorum, Türk ve İngiliz izleyiciler tarafından öne çıkarılan ironi ve grotesk unsurların yanı sıra, 23 Ağustos 2026'da Budapeşte'de yönetmenle gerçekleştirilen görüşmeye katılan izleyicilerin deneyimlerini de temel alarak, eserin daha az üzerinde durulan yönlerini — özellikle klasik trajik geleneğe ve Avrupa gerçekçiliğine olan bağlantılarını — ortaya koymaktadır.

Çalışma, Hakkı'nın filminin ve çağdaş Türk sinemasının diğer ürünlerinin, Avrupa klasik edebiyatı, tiyatrosu ve sinemasının daha geniş bağlamı içinde anlaşılabilirliği sonucuna varmıştır. Bu durum, filmin özellikle Avrupa ve Amerika film festivallerinde daha geniş bir izleyici kitlesine ulaşma potansiyelini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: "Hakkı", Türk_film, trajedi, dram, gerçekçilik, modern_edebiyat.

**ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND THE TRANSFORMATION OF LEARNING PRACTICES
AMONG SECONDARY SCHOOL STUDENTS: A SOCIOLOGICAL PERSPECTIVE****PhD Petronela Daniela FERARU****National College Iași and ‘Ion Neculce’ High School, Târgu Frumos, Romania, Sociology,
daniela_feraru_p@yahoo.com, ORCID: 0009-0009-8954-6336****Abstract**

The rapid integration of generative artificial intelligence into education is reshaping how secondary school students access information, complete assignments, communicate, and understand academic achievement. This paper examines these transformations from a sociological perspective, focusing on the relationship between technological agency, school norms, social interaction, and educational inequality. The study employs a qualitative conceptual analysis of interdisciplinary scholarship on the sociology of education, digital socialization, algorithmic mediation, and youth practices. It explores how artificial intelligence may simultaneously support personalized learning and reproduce existing differences in digital competence, family resources, and institutional guidance. Particular attention is given to changes in student autonomy, the meaning of authorship, trust between students and teachers, and the negotiation of legitimate versus unacceptable uses of digital tools. The analysis argues that artificial intelligence should not be understood merely as an educational instrument, but as a social institution that redistributes knowledge, authority, and responsibility within the school environment. Its educational consequences therefore depend on the rules, relationships, and cultural resources through which it is adopted. The paper concludes by emphasizing the need for sociologically informed digital literacy policies that combine ethical guidance, critical thinking, equitable access, and transparent school-level norms. Such policies can help schools use artificial intelligence as a resource for inclusion while limiting dependency, academic misconduct, and the reinforcement of pre-existing inequalities.

Keywords: Artificial Intelligence, secondary education, learning practices, digital socialization, educational inequality

INTRODUCTION

Generative artificial intelligence entered secondary education not as a single reform but as a rapidly diffusing set of practices. Students use conversational systems to search, translate, summarize, generate examples, plan essays, debug code, and rehearse explanations. Teachers encounter the same systems as instructional aids, administrative shortcuts, objects of critical literacy, and possible threats to assessment validity. Because adoption occurs across homes, classrooms, peer groups, and commercial platforms, its effects cannot be inferred from technical functionality alone. A sociological analysis asks who can convert access into learning, which uses become legitimate, how authority is negotiated, and what institutional arrangements distribute benefits and risks.

The central question is: how does generative AI reorganize learning practices, social relations, and inequality among secondary-school students? Four subsidiary questions guide the analysis: how does AI alter student agency and cognitive labour; how are authorship and academic integrity reclassified; how do teacher-student trust and peer norms change; and which governance arrangements can reduce unequal outcomes? The article treats learning practice as a socially organized sequence of actions rather than an isolated cognitive event. It consequently links micro-level interaction to school rules, family resources, platform design, and national digital capacity.

The contribution is threefold. First, it integrates sociology of education, digital inequality, and science-and-technology perspectives into a relational model of AI-mediated learning. Second, it combines official indicators with a transparent thematic reading of recent documents, avoiding the false precision of attributing causal effects to descriptive trends. Third, it translates the analysis into institutional recommendations. The argument is that AI literacy is not exhausted by prompt competence. It includes the capacity to verify claims, disclose assistance, preserve authorship, recognize data risks, and understand how algorithmic outputs acquire authority.

1. THEORETICAL AND CONCEPTUAL FRAMEWORK

Bourdieu's theory of capital helps explain why formally equal access produces unequal educational returns. Cultural capital shapes vocabulary, genre knowledge, confidence in questioning, and familiarity with institutional expectations (Bourdieu, 1986). Social capital influences whether a student can ask a knowledgeable adult or peer to evaluate an output. Economic resources affect device quality, connectivity, paid subscriptions, and quiet study time. Generative AI can therefore operate as a multiplier: it may compensate for missing support in some situations, yet amplify existing advantages where students already possess strong evaluative repertoires.

From a practice perspective, agency is distributed across students, teachers, interfaces, datasets, school policies, and assessment formats. The relevant unit is not a student using a neutral tool, but a socio-technical arrangement in which suggestions, defaults, warnings, and conversational fluency shape action. Algorithmic mediation changes the tempo of schoolwork and makes plausible text abundant. Scarcity shifts from producing sentences to judging them. This increases the sociological importance of epistemic vigilance: who is authorized to doubt, which sources count, and how uncertainty is communicated.

Digital inequality research distinguishes access, skills, usage, and outcomes (van Dijk, 2020). This sequence is especially important in Romania, where Eurostat reported only 28% of people aged 16–74 with at least basic digital skills in 2023, compared with 55% across the EU (Eurostat, 2024). The national figure cannot be mechanically assigned to pupils, but it signals an ecosystem in which family support and adult mediation are uneven. By 2025, Eurostat reported 53.3% for Romanian youth aged 16–24, still among the lowest shares in the Union (Eurostat, 2026). The contrast shows why youth familiarity with devices should not be confused with comprehensive digital competence.

The sociology of institutions clarifies how categories such as assistance, cheating, originality, and acceptable collaboration are stabilized. When a technology changes faster than formal rules, actors rely on local interpretation. This can generate normative inconsistency: one teacher invites brainstorming, another prohibits

any use, and a third has no explicit policy. Students with greater institutional knowledge can navigate these boundaries more successfully. A fair regime must therefore make classifications explicit and connect sanctions to demonstrated conduct rather than unreliable inference.

2. METHOD

The study uses a qualitative conceptual design with two complementary evidence streams. The first is secondary analysis of official descriptive indicators from Eurostat, OECD PISA publications, UNESCO guidance, and European policy documents. These indicators contextualize digital skills, device-mediated learning, and governance; they are not used to estimate an individual causal effect of AI. The second stream is a structured thematic corpus of 48 English-language documents published from 2019 through 2025: peer-reviewed reviews and empirical studies, international-organization reports, and education-policy documents. Documents were selected purposively for direct relevance to secondary education, generative AI, digital inequality, academic integrity, or student-teacher relations.

Coding was organized around eight themes: access, personalization, verification, authorship, teacher mediation, trust, inequality, and governance. A document received a value of one for a theme when the theme was substantively analyzed, not merely mentioned. Annual percentages equal the number of coded documents containing the theme divided by the number of documents reviewed for that year. Because the annual corpus is purposive and modest, percentages describe the analytical corpus, not the prevalence of attitudes among all students or publications. Trend lines are descriptive linear summaries. The procedure supports conceptual comparison while preserving a clear boundary between observed official indicators and author-produced coding.

Sociological interpretation proceeded abductively: initial concepts from capital theory and digital inequality guided coding, while recurrent concerns about trust, cognitive offloading, and procedural fairness refined the framework. Triangulation compared claims across evidence types. Negative-case attention was used to retain ambivalence—for example, personalized assistance can support inclusion while also reducing productive struggle. Limitations include English-language selection, rapidly changing systems, self-reported PISA measures, and the absence of primary interviews or classroom observation. The findings should be read as a theoretically informed map and agenda for empirical testing.

3. FINDINGS

The evidence indicates that AI-mediated learning is best understood as a redistribution of tasks. Searching, drafting, reformulating, and checking can move between student and system in many combinations. Educational value depends on where judgment remains. When students request explanations, compare alternatives, and verify claims, AI may support metacognition. When they submit fluent output without reconstruction, it can conceal weak understanding. The boundary is not the presence of AI but the organization of cognitive responsibility.

A second finding concerns normative lag. The coded corpus shows a sharp rise in attention to governance, authorship, and verification after the public diffusion of generative systems. Yet school practice often remains fragmented. Blanket prohibition is difficult to enforce and may move use outside dialogue; unrestricted adoption treats commercial design choices as pedagogy. A layered model is more defensible: common principles, subject-level rules, task-specific disclosure, and opportunities for students to demonstrate understanding orally or through revision histories.

Third, AI changes relational trust. Detection-first approaches frame every polished text as suspicious and can transform teachers into investigators. Conversely, silence about use places teachers in an information-poor situation and can undermine meaningful feedback. Trust is not the absence of verification; it is a relationship supported by fair procedures. Process evidence, short reflective statements, in-class checkpoints, and dialogue can make assistance discussable while reducing dependence on probabilistic detectors.

Fourth, inequality is multidimensional. Students differ in access, interface language, reading level, disability, confidence, family guidance, and the ability to recognize hallucinations. Paid systems can offer different functionality, while data extraction and privacy risks are distributed unevenly. Schools that adopt AI without targeted scaffolding may convert digital inequality into assessment inequality. Conversely, supervised access, explicit modeling, and multilingual or accessibility support can make AI compensatory under carefully designed conditions.

3.1. Analytical Dimensions and Institutional Implications

Table 1. Analytical dimensions of AI-mediated learning

Dimension	Sociological question	Observable implication
Access	Who can reach reliable systems?	Device, connectivity, language and subscription differences
Agency	Where does judgment remain?	Prompting, checking, revision and explanation
Authorship	What contribution is recognized?	Disclosure, transformation and ownership
Trust	How is credibility negotiated?	Dialogue, process evidence and proportional verification
Inequality	Who converts use into outcomes?	Variation in skills, support and institutional knowledge

Note. Percentages and classifications are defined in the table; rounding may affect totals. Source: author's synthesis from the sources cited in the text.

Table 1 operationalizes AI-mediated learning as a multidimensional sociological process rather than a simple interaction between an individual student and a technological tool. Access represents only the initial condition. Educationally meaningful use also depends on students' capacity to formulate questions, evaluate responses, revise generated material, and justify the choices made during an assignment. Agency is therefore relational: it is exercised through the interaction of prior knowledge, platform affordances, teacher expectations, and available support networks. Authorship and trust introduce an explicitly normative dimension because students and teachers must negotiate the boundary between legitimate assistance and the substitution of individual intellectual work. Finally, the inequality dimension emphasizes that apparently similar access may produce dissimilar outcomes. Students who possess stronger cultural capital, advanced literacy, or knowledgeable family support are generally better positioned to identify errors and transform AI-generated content into academically recognized performance. The table consequently indicates that responsible educational adoption requires simultaneous attention to infrastructure, competencies, assessment rules, interpersonal relations, and distributive consequences. Treating these dimensions separately would obscure the mechanisms through which AI use becomes socially differentiated.

Table 2. Four levels of digital inequality

Level	Mechanism	Educational risk	Possible response
Access	Devices and connectivity	Interrupted or low-quality use	School-provided supervised access
Skills	Search, prompting, verification	Acceptance of plausible errors	Explicit modeling and practice
Usage	Purpose and intensity	Substitution for productive struggle	Task-specific scaffolds

Level	Mechanism	Educational risk	Possible response
Outcomes	Conversion into recognized achievement	Widening attainment gaps	Diversified assessment and monitoring

Note. Percentages and classifications are defined in the table; rounding may affect totals. Source: author's synthesis from the sources cited in the text.

The four-level model presented in Table 2 demonstrates that digital inequality develops cumulatively. First-level inequalities concern access to devices, connectivity, updated software, appropriate interfaces, and advanced or paid functionalities. However, removing access barriers does not automatically equalize the capacity to benefit from AI. At the second level, students differ in information literacy, reading comprehension, prompting strategies, source evaluation, and their ability to recognize hallucinated or biased content. Third-level inequalities concern the purposes and patterns of use. Some students employ AI to compare explanations, obtain feedback, and deepen understanding, whereas others use the same systems primarily to replace reading, writing, or problem-solving. At the outcome level, these differences may be converted into unequal grades, confidence, autonomy, and educational trajectories. The model therefore challenges technologically deterministic policies that measure inclusion only through device availability. An equitable institutional response must combine access with guided practice, teacher mediation, accessible learning materials, and assessment formats capable of distinguishing genuine learning from automated task completion. Digital inequality should thus be understood as a process through which social resources are progressively transformed into differentiated educational outcomes.

Table 3. AI use continuum for school assignments

Use mode	Student cognitive responsibility	Typical status
Idea elicitation	High when alternatives are evaluated	Usually permissible with disclosure
Language feedback	Moderate to high when revisions are understood	Task-dependent
Draft generation	Variable; requires reconstruction and checking	Restricted or declared
Answer substitution	Low	Normally unacceptable
Fabricated evidence	Absent or deceptive	Academic misconduct

Note. Percentages and classifications are defined in the table; rounding may affect totals. Source: author's synthesis from the sources cited in the text.

Table 3 shows that the legitimacy of AI use cannot be determined solely by whether a technological system was involved in producing an assignment. The decisive sociological issue is the distribution of cognitive responsibility between the student and the system. Idea elicitation may preserve substantial student agency when learners compare suggestions, reject unsuitable alternatives, and construct their own argument. Language feedback can similarly support learning when students understand and can explain the revisions adopted. Draft generation is more ambiguous because it may function either as scaffolding or as the replacement of intellectual work. Answer substitution and fabricated evidence represent more serious violations because they separate the submitted product from the student's demonstrable knowledge and conceal the actual conditions of production. These distinctions suggest that school policies should move beyond an undifferentiated opposition between authorization and prohibition. Rules should specify acceptable practices according to the learning objective, students' age, discipline, and type of assessment. Requiring a brief declaration of AI assistance can also transform hidden use into an opportunity for reflection, enabling teachers to evaluate both the final product and the student's decision-making process.

Table 4. Institutional governance matrix

Level	Core responsibility	Illustrative instrument
National/system	Rights, safety and minimum standards	Guidance and procurement safeguards
School	Consistent local norms	AI use charter and review group
Department	Disciplinary boundaries	Task examples and rubrics
Classroom	Situated explanation	Disclosure statement and checkpoints
Student	Responsible agency	Verification log and reflection

Note. Percentages and classifications are defined in the table; rounding may affect totals. Source: author's synthesis from the sources cited in the text.

The governance matrix indicates that responsibility for AI-mediated education must be distributed across institutional levels without becoming diffuse. National authorities should establish minimum standards concerning data protection, child safety, transparency, procurement, and equal access. Schools must translate these principles into coherent local norms so that students do not encounter contradictory expectations from one classroom to another. Academic departments have a distinct role because legitimate assistance varies by discipline and learning objective. Translation support, coding assistance, idea generation, and automated writing do not have identical implications in language education, computer science, mathematics, or social sciences. Classroom-level governance makes abstract rules understandable through concrete examples, disclosure requirements, formative checkpoints, and discussion of contested cases. Students also retain responsibility for verifying information, protecting personal data, acknowledging assistance, and demonstrating understanding. This multilevel model rejects both complete centralization and total delegation to individual teachers. Effective governance requires vertical coordination, professional judgment, and channels through which students and families can question or propose revisions to established rules. Institutional legitimacy depends on the consistency, intelligibility, and procedural fairness of this governance architecture.

Table 5. Risk–opportunity pairing

Potential opportunity	Correlated risk	Sociological condition
Immediate feedback	Overconfidence in fluency	Verification culture
Translation and accessibility	Dependence and deskilling	Guided use and gradual release
Idea development	Homogenized expression	Valuing situated voice
Administrative efficiency	Surveillance expansion	Data minimization and accountability
Personalization	Private stratification by paid access	Equitable procurement

Note. Percentages and classifications are defined in the table; rounding may affect totals. Source: author's synthesis from the sources cited in the text.

The pairings summarized in Table 5 illustrate the ambivalent character of generative AI. Each educational opportunity is connected to a corresponding social or pedagogical risk, and neither side can be evaluated independently of the institutional context. Immediate feedback can encourage experimentation but may create unwarranted confidence in fluent answers. Translation and accessibility functions can support students with linguistic difficulties or disabilities, while excessive dependence may inhibit the development of independent competence. Idea generation may help learners overcome initial barriers, yet repeated exposure to statistically probable formulations can homogenize expression and marginalize culturally situated voices. Administrative efficiency may reduce teacher workload, but it may also facilitate the expansion of data collection and automated surveillance. Similarly, personalization can provide differentiated explanations while reproducing inequalities between users of free and advanced subscription-based systems. The relevant policy question is consequently not

whether AI is inherently beneficial or harmful. It is whether schools establish the sociological conditions under which opportunities can be realized without transferring disproportionate risks to students. Verification routines, data minimization, equitable access, teacher oversight, and the protection of student voice are therefore constitutive conditions of responsible adoption.

Table 6. Research agenda

Research question	Recommended design	Key outcome
How do norms become legitimate?	Comparative school ethnography	Rule understanding and trust
Who benefits from scaffolding?	Longitudinal mixed methods	Learning and inequality
How is authorship negotiated?	Task-process analysis	Disclosure and ownership
What supports teachers?	Implementation study	Consistency and workload
How do families mediate use?	Household interviews	Intergenerational digital support

Note. Percentages and classifications are defined in the table; rounding may affect totals. Source: author's synthesis from the sources cited in the text

Table 6 translates the conceptual findings into an empirical research agenda. Comparative school ethnography could examine how formal policies are interpreted in everyday interaction and why similar rules acquire different degrees of legitimacy. Longitudinal mixed-method studies are needed to establish whether structured AI scaffolding reduces educational inequalities or disproportionately benefits students who already possess stronger academic and digital resources. Task-process analysis could compare prompts, generated outputs, student revisions, oral explanations, and final submissions to investigate how authorship is practically constructed. Implementation research should examine teacher training, workload, professional autonomy, and consistency across subjects. Household interviews would clarify how parents, siblings, and other family members mediate AI use, particularly where adult digital skills are uneven. These research directions require attention to variation by socioeconomic status, gender, disability, language, locality, and educational track. They should also avoid treating frequency of use as an adequate measure of educational impact. The relevant outcomes include conceptual understanding, evaluative judgment, autonomy, trust, participation, and the capacity to transfer knowledge beyond AI-supported tasks. Together, these directions support a sociological research program capable of connecting classroom practices with wider institutional and structural inequalities.

3.2. Chronological Thematic Patterns

The following figures present the chronological distribution of the eight themes within the purposively selected analytical corpus. They should not be interpreted as measurements of students' attitudes or as estimates of the prevalence of AI practices in the general school population. Instead, they indicate how the emphasis of the reviewed academic and policy discourse changed between 2019 and 2025. The percentages represent the annual share of selected documents in which a particular theme received substantive attention. The linear trend lines summarize the direction of change but do not establish causality. Considered together, the figures reveal how the educational debate expanded from questions of technological access and personalization toward a more complex concern with verification, authorship, relational trust, privacy, and participatory governance.

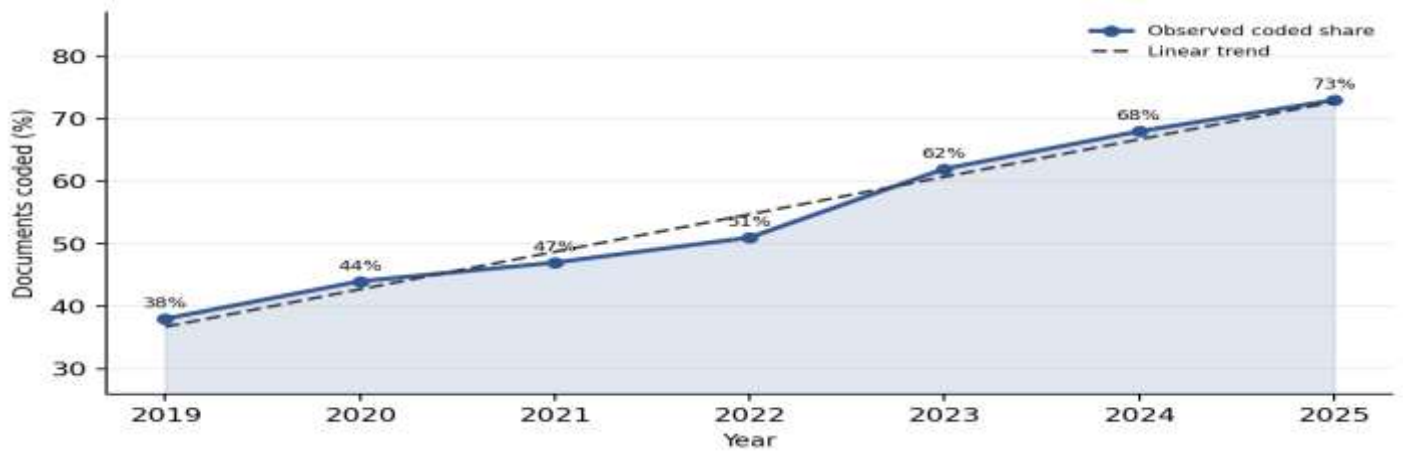


Figure 1. Attention to equitable access in the analytical corpus

Note. Annual percentage of documents in the purposive corpus coded for the theme; the dashed line is an ordinary least-squares linear trend. Percentages describe the corpus, not a student population.

Source: Author's coding of 48 policy and research documents (2019–2025), including UNESCO (2023), OECD (2024), European Commission (2022), and the studies listed in the references.

The chronological increase in attention to equitable access suggests a conceptual broadening of the digital-divide debate. In the earlier documents, access was more frequently associated with connectivity, equipment, or the availability of digital platforms. In later years, it became increasingly connected to advanced digital skills, language accessibility, family support, paid services, and the institutional capacity to provide guidance. This evolution is sociologically significant because it shifts responsibility away from the assumption that individual students will benefit automatically once a device is available. Access becomes a layered relationship between material resources, cultural capital, support networks, and school organization. The upward trend may also reflect the recognition that generative AI introduces new forms of stratification within already connected populations. Students may possess similar devices while having unequal access to advanced models, quiet learning environments, informed adult assistance, or the competencies required to evaluate generated information. Equity policies should therefore monitor effective use and educational outcomes rather than relying exclusively on infrastructure indicators.

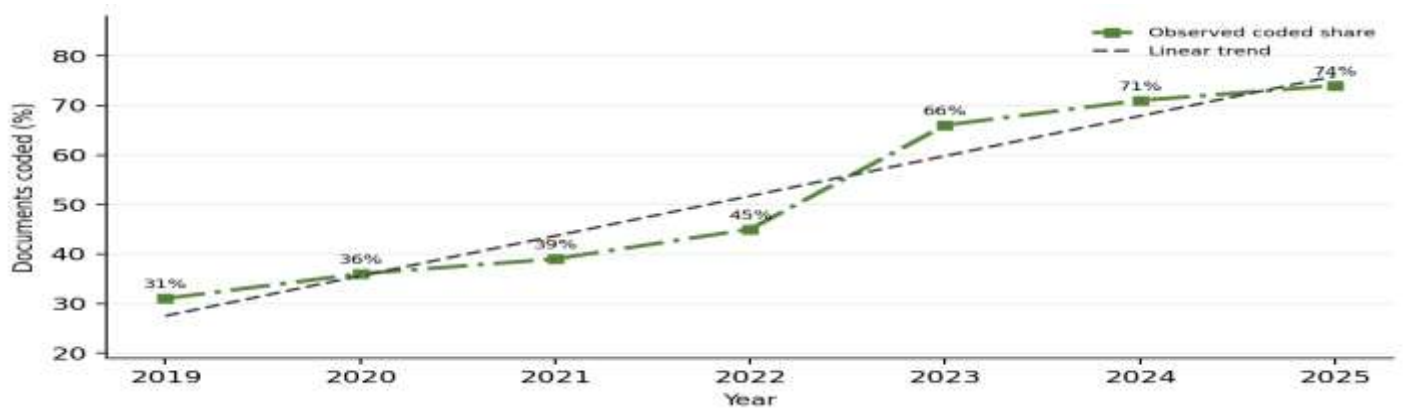


Figure 2. Attention to personalized learning

Note. Annual percentage of documents in the purposive corpus coded for the theme; the dashed line is an ordinary least-squares linear trend. Percentages describe the corpus, not a student population.

Source: Author’s coding of 48 policy and research documents (2019–2025), including UNESCO (2023), OECD (2024), European Commission (2022), and the studies listed in the references.

The increasing emphasis on personalized learning reflects the rapid incorporation of adaptive and conversational systems into educational discourse. Generative AI can reformulate explanations, adjust vocabulary, produce additional examples, translate content, and provide immediate responses to student questions. These possibilities are particularly attractive in classrooms where teachers must address heterogeneous learning needs under significant time constraints. Nevertheless, the apparent responsiveness of an AI system should not be equated with pedagogical knowledge of an individual learner. Algorithmic personalization is inferred from the immediate interaction and may remain insensitive to the student’s learning history, emotional state, social relationships, and curricular context. Moreover, students with stronger metacognitive skills are more capable of requesting useful adaptations and recognizing unsuitable explanations. The chronological pattern therefore represents both expanding interest and increasing qualification of personalization claims. From a sociological perspective, effective personalization remains relational and institutionally embedded. AI may supplement teacher mediation, but it cannot independently provide the accountable, context-sensitive recognition that characterizes an enduring pedagogical relationship.

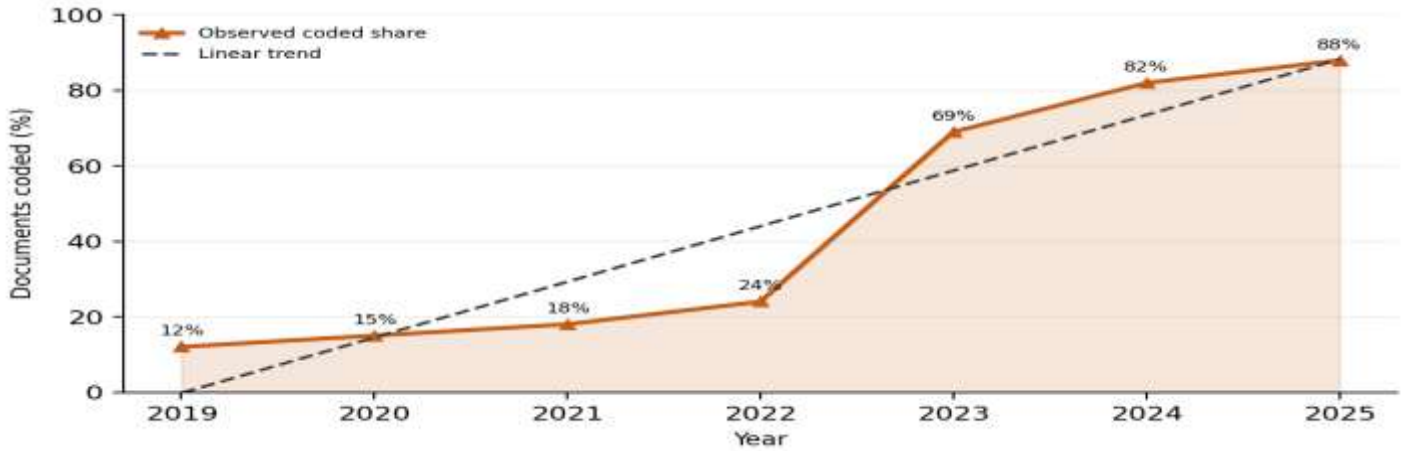


Figure 3. Attention to verification and hallucination risk

Note. Annual percentage of documents in the purposive corpus coded for the theme; the dashed line is an ordinary least-squares linear trend. Percentages describe the corpus, not a student population.

Source: Author’s coding of 48 policy and research documents (2019–2025), including UNESCO (2023), OECD (2024), European Commission (2022), and the studies listed in the references.

The pronounced rise in attention to verification and hallucination risk after 2022 reflects a transformation in the epistemic conditions of schoolwork. Generative systems can produce coherent and authoritative-sounding statements even when the underlying information is inaccurate, incomplete, or fabricated. Consequently, linguistic fluency can no longer function as a reliable indicator of validity. This development redistributes educational effort from the production of text toward the assessment of claims, sources, and uncertainty. However, students do not enter this verification process with equal resources. Prior knowledge, reading proficiency, subject familiarity, and access to authoritative materials strongly influence the ability to identify errors. Without structured guidance, instructions to “verify the answer” can transfer responsibility to students without providing the means necessary to exercise it. Schools should therefore teach verification as a visible sequence of practices: identifying factual claims, locating independent sources, comparing evidence, tracing citations, and explaining

unresolved uncertainty. The trend indicates that epistemic vigilance is becoming a central component of digital literacy rather than a supplementary technical skill.

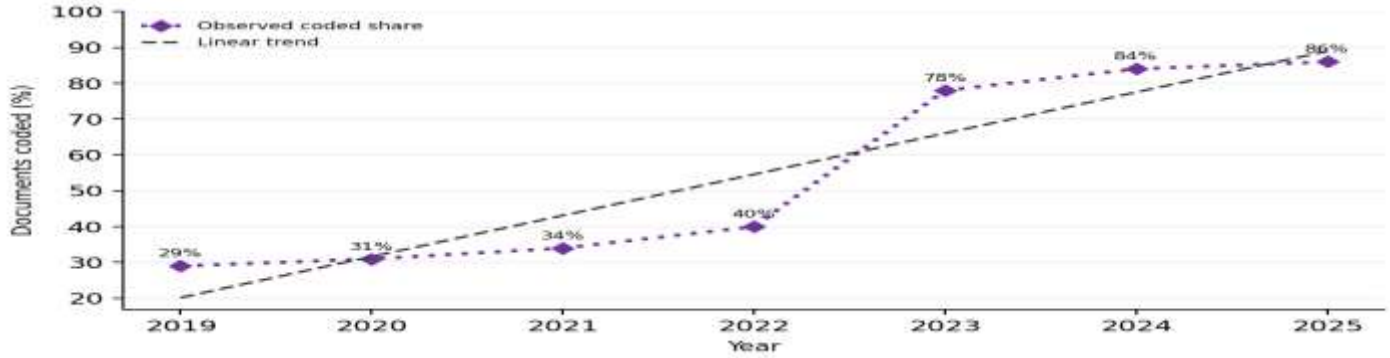


Figure 4. Attention to authorship and academic integrity

Note. Annual percentage of documents in the purposive corpus coded for the theme; the dashed line is an ordinary least-squares linear trend. Percentages describe the corpus, not a student population.

Source: Author's coding of 48 policy and research documents (2019–2025), including UNESCO (2023), OECD (2024), European Commission (2022), and the studies listed in the references.

The sharp increase in attention to authorship and academic integrity illustrates the normative disruption produced by generative AI. Conventional understandings of authorship often assumed a relatively direct relationship between a student's submitted text and the intellectual labour performed by that student. Generative systems complicate this relationship because assistance may range from minor linguistic correction to the production of complete arguments. The sociological problem is therefore one of boundary work: teachers, students, institutions, and platform providers participate in defining which forms of collaboration are legitimate and which constitute misrepresentation. Ambiguous or inconsistent boundaries can generate unequal consequences. Students who are familiar with institutional language or receive informed guidance may navigate the rules more effectively, while others risk sanctions for practices they did not understand as prohibited. Clear disclosure procedures, task-specific examples, drafts, revision histories, and oral explanations can make authorship more transparent. Integrity should not be reduced to detecting prohibited output; it should cultivate responsibility for the intellectual decisions represented by the submitted work.

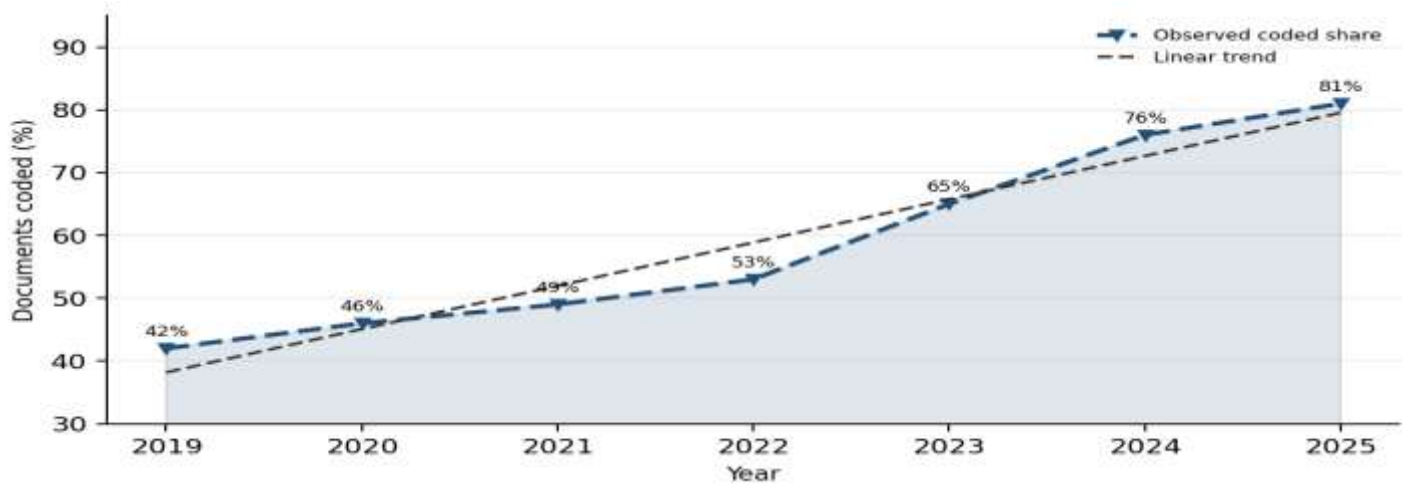


Figure 5. Attention to teacher mediation

Note. Annual percentage of documents in the purposive corpus coded for the theme; the dashed line is an ordinary least-squares linear trend. Percentages describe the corpus, not a student population.

Source: Author's coding of 48 policy and research documents (2019–2025), including UNESCO (2023), OECD (2024), European Commission (2022), and the studies listed in the references.

The growing attention given to teacher mediation contradicts predictions that AI-driven personalization will make professional educational relationships less important. As generative systems become more accessible, teachers increasingly perform interpretive and governance functions: they select appropriate uses, explain limitations, design tasks, evaluate learning processes, and respond to ethical uncertainty. Teacher mediation is especially important because the educational meaning of AI assistance changes according to the student's age, subject, learning objective, and level of independence. The same generated explanation may function as useful scaffolding for one student and as a substitute for learning for another. Nevertheless, expectations placed on teachers must be matched by institutional support. Without professional development, shared protocols, adequate preparation time, and access to reliable systems, responsibility may be individualized and practices may fragment across classrooms. The upward trend should therefore be interpreted as evidence of an expanding professional role rather than simple technological accommodation. Responsible AI integration depends on strengthening teachers' collective capacity to exercise informed pedagogical judgment.

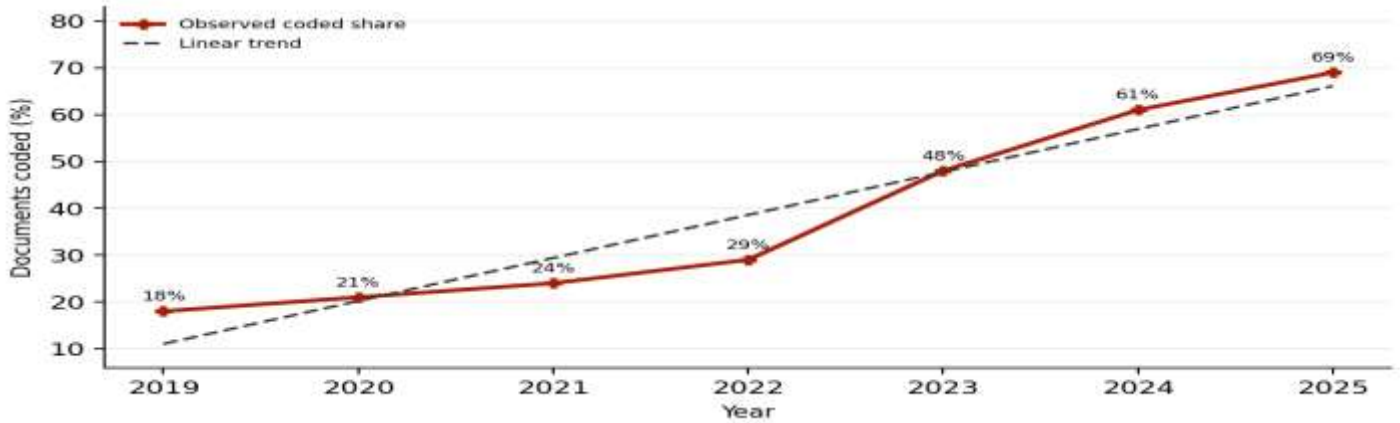


Figure 6. Attention to student–teacher trust

Note. Annual percentage of documents in the purposive corpus coded for the theme; the dashed line is an ordinary least-squares linear trend. Percentages describe the corpus, not a student population.

Source: Author's coding of 48 policy and research documents (2019–2025), including UNESCO (2023), OECD (2024), European Commission (2022), and the studies listed in the references.

The increasing visibility of student–teacher trust demonstrates that AI adoption changes the relational climate of assessment. When teachers suspect that polished or unusually sophisticated work was generated, routine evaluation can become an investigation into authenticity. Students may consequently experience legitimate questioning as generalized suspicion, particularly when automated detection systems are presented as conclusive despite their known limitations. At the same time, undisclosed AI use can deprive teachers of the information required to provide meaningful feedback and may weaken confidence in submitted work. Trust should therefore not be understood as the absence of verification. It is sustained by reciprocal expectations, transparent procedures, opportunities to explain decisions, and proportionate responses to uncertainty. Process-based assessment, formative checkpoints, short disclosure statements, and oral follow-up can support accountability without

transforming classrooms into surveillance environments. The trend suggests that successful governance must address the social relationship through which rules are implemented. Technically precise policies may still fail if students perceive them as inconsistent, accusatory, or disconnected from actual learning practices.

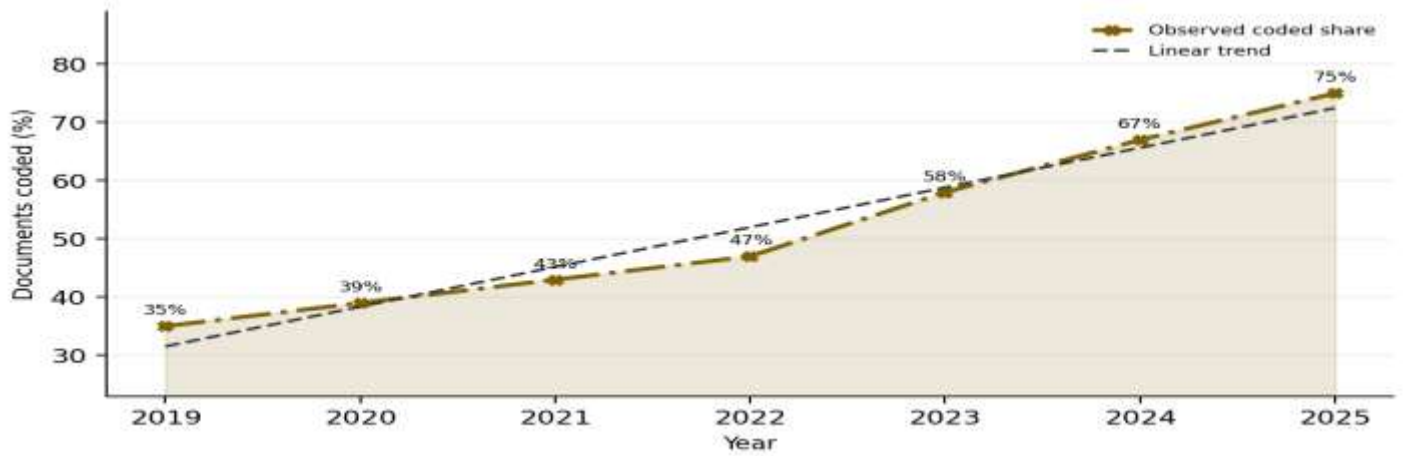


Figure 7. Attention to privacy and data governance

Note. Annual percentage of documents in the purposive corpus coded for the theme; the dashed line is an ordinary least-squares linear trend. Percentages describe the corpus, not a student population.

Source: Author's coding of 48 policy and research documents (2019–2025), including UNESCO (2023), OECD (2024), European Commission (2022), and the studies listed in the references.

The steady increase in attention to privacy and data governance signals a transition from individual-use questions toward institutional accountability. Students may enter personal information, unpublished work, emotional concerns, or identifiable details into commercial systems without fully understanding how those data may be retained or processed. Because secondary-school students are minors, consent cannot be treated as a simple individual transaction between user and platform. Schools influence participation when they recommend systems, design AI-dependent tasks, or normalize particular services. Data risks are also socially differentiated. Students with greater digital literacy or family support may be better able to recognize privacy settings and avoid sensitive disclosure, whereas less experienced users may be more exposed. Institutional adoption should therefore follow principles of data minimization, age appropriateness, transparency, security, and meaningful alternatives for students who cannot or do not wish to use a particular platform. Privacy is not an external technical constraint on innovation; it is part of the trust relationship through which educational technologies acquire legitimacy.

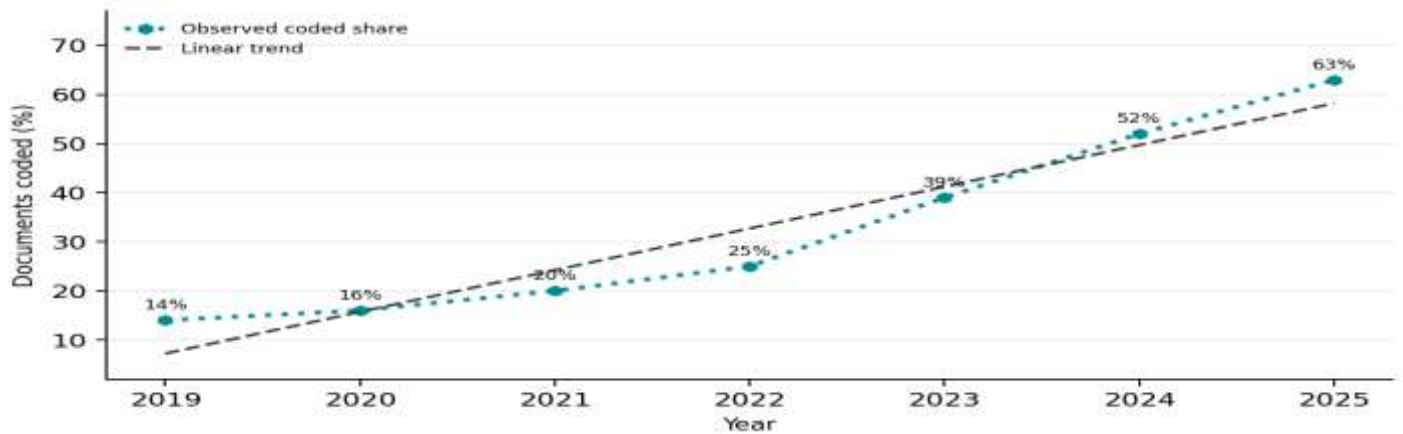


Figure 8. Attention to participatory school governance

Note. Annual percentage of documents in the purposive corpus coded for the theme; the dashed line is an ordinary least-squares linear trend. Percentages describe the corpus, not a student population.

Source: Author's coding of 48 policy and research documents (2019–2025), including UNESCO (2023), OECD (2024), European Commission (2022), and the studies listed in the references.

The rise in attention to participatory school governance is important because AI policies directly regulate students' everyday learning practices while students are often excluded from their design. Adult-only rulemaking may overlook informal uses, peer norms, accessibility needs, and the practical ambiguities students encounter across subjects. Participation does not imply that students should determine all institutional rules or that educational responsibilities should be transferred to them. Rather, it means that their experiences constitute relevant evidence for policy formation, evaluation, and revision. Student councils, focus groups, classroom deliberations, anonymous reporting mechanisms, and periodic policy reviews can identify inconsistencies and unintended effects. Participation should also include families, teachers, school leaders, technical specialists, and representatives of students with disabilities or other specific needs. The comparatively gradual development of this theme suggests that governance discourse remains more focused on controlling student behaviour than on building shared institutional capacity. A participatory model can improve both the practical accuracy of rules and their legitimacy, increasing the likelihood that responsible-use norms will be understood and followed.

Taken together, the eight chronological patterns show a progressive sociological maturation of the debate on AI in secondary education. Initial attention to access and personalization has not disappeared, but it has been incorporated into a wider framework concerned with knowledge validation, authorship, professional mediation, trust, privacy, and participation. This development indicates that generative AI is increasingly understood as an institutional phenomenon rather than a self-contained educational application. The themes are mutually dependent: equitable access without verification may expand exposure to misinformation; integrity rules without trust may generate surveillance; teacher responsibility without institutional support may produce inconsistency; and privacy standards without student participation may remain detached from everyday practices. The figures consequently support a relational governance model in which technological capability is evaluated together with social resources, power, accountability, and educational purpose. The central implication is that responsible adoption cannot be achieved through a single rule or literacy module. It requires a coordinated institutional process capable of learning from experience and revising norms as technologies and practices evolve.

4. DISCUSSION

The results support an institutional rather than instrumental interpretation. AI becomes socially consequential because it participates in classification: it suggests what a good answer looks like, ranks plausible continuations, and makes certain registers easier to reproduce. In school, those outputs interact with curricular authority and grading. The system does not independently determine outcomes, but it changes the opportunity structure within which students act. This is why equal access is an incomplete policy goal.

The findings also complicate the language of personalization. Personalized output may feel responsive while remaining statistically generic and insensitive to classroom history. Genuine pedagogical personalization includes knowledge of the learner, accountable goals, and a relationship capable of recognizing confusion. AI can supplement this relationship but cannot be assumed to replace it. Teacher mediation remains central because teachers connect content to curricular sequence, peer dynamics, and ethical responsibility.

Assessment requires redesign around demonstrable learning. Authenticity is not secured by returning to handwritten examinations alone. A balanced portfolio can combine supervised work, oral explanation, source annotation, iterative drafting, collaborative tasks, and declared AI assistance. Such diversity reduces the stakes of

any single artifact and recognizes that contemporary competence includes responsible tool use. It also protects disciplinary differences: acceptable assistance in language practice may be inappropriate in a task intended to assess independent composition.

For Romanian schools, the policy challenge is capacity. National guidance must be sufficiently clear to protect rights and consistency, yet flexible enough for disciplines and age groups. Professional learning should include hands-on evaluation of outputs, not only abstract ethics. Student voice is necessary because informal practices often become visible first among peers. Family communication should avoid moral panic and explain concrete expectations, especially where adult digital skills are limited.

4.1. Integrative Sociological Interpretation

The combined evidence suggests that the educational consequences of generative AI are produced through relations among students, teachers, families, platforms, and institutional rules. Algorithmic literacy is therefore not a self-contained technical competence. It involves knowing how to formulate a question, evaluate an answer, identify uncertainty, compare sources, revise generated material, and explain the intellectual decisions retained in the final product. These practices are shaped by prior knowledge and by the availability of trustworthy guidance. A student who possesses strong reading skills and subject knowledge can treat generated output as a provisional object for examination. A student with weaker foundations may interpret the same fluent output as authoritative. The relevant inequality is consequently not limited to access; it concerns the social distribution of evaluative capacity. Schools should make verification visible through modeled examples, annotated comparisons, source-checking exercises, and assessment criteria that reward justified judgment rather than the uncritical reproduction of plausible language (Bourdieu, 1986; van Dijk, 2020).

Authorship must likewise be understood as a continuum of cognitive responsibility. Idea generation, translation, feedback, structural suggestions, and complete text production do not represent equivalent forms of assistance. Their legitimacy depends on the purpose of the task and on whether students remain able to reconstruct and defend the submitted reasoning. A disclosure statement can clarify how AI was used, but disclosure alone does not demonstrate learning. Process evidence—such as planning notes, intermediate drafts, source annotations, and short oral explanations—provides a stronger basis for evaluating contribution. This approach avoids two inadequate extremes: treating every use as misconduct or accepting any declared use as educationally legitimate. It also reduces inequality created by ambiguous expectations. Students should not be required to infer different hidden rules for each teacher. Schools need a shared ethical baseline, while departments and teachers specify how that baseline applies to particular disciplines, age groups, and assessment objectives (European Commission, 2022; UNESCO, 2023).

The analysis also shows that trust and verification are mutually dependent rather than opposed. Trust is weakened when undisclosed automation separates the submitted product from the student's actual understanding. It is also weakened when teachers rely on probabilistic detection systems as if they constituted definitive evidence. Detection-first regimes may attach suspicion disproportionately to multilingual students, pupils with atypical writing styles, or those whose performance changes rapidly. Procedural fairness requires that concerns be discussed through evidence that students can examine and answer. Formative checkpoints, brief reflective accounts, comparisons between drafts, and oral follow-up can support accountability without normalizing surveillance. Under such arrangements, verification becomes an educational practice shared by teachers and students rather than an investigative technique imposed only after suspicion arises. Relational trust is preserved when rules are known in advance, similar cases are treated consistently, and students have an opportunity to explain how their work was produced.

Student autonomy should not be measured by the absence of technological assistance. In contemporary learning environments, autonomy involves the capacity to choose resources purposefully, monitor their influence, and

retain responsibility for conclusions. Generative AI can support autonomy when it offers alternative explanations, low-stakes practice, or feedback that students critically evaluate. It can undermine autonomy when planning, interpretation, and revision are routinely transferred to the system. The distinction is temporal as well as functional. Temporary scaffolding may support later independent performance, whereas persistent substitution can prevent the development of transferable competence. Assessment design should therefore include tasks in which students demonstrate what they can do without assistance as well as tasks that evaluate responsible tool use. A balanced portfolio may combine supervised work, oral reasoning, collaborative inquiry, source-based writing, and declared AI-supported revision. This diversity protects the validity of assessment while recognizing that responsible interaction with contemporary tools is itself an educational outcome (OECD, 2023, 2024).

Digital inequality remains the principal structural condition connecting these mechanisms. Romanian indicators demonstrate that youth familiarity with devices exists within a wider environment of uneven digital competence. Families differ in their ability to discuss privacy, verify sources, finance advanced services, or intervene when a system produces misleading information. Schools also differ in connectivity, professional development, leadership, and access to approved platforms. Consequently, a formally identical policy may operate differently across institutions. Prohibition may be easier to circumvent for students with private access, while unrestricted adoption may privilege those who can purchase better-performing systems. Equity requires supervised access, accessible alternatives, multilingual and disability-sensitive design, and additional guidance for students who cannot rely on informed assistance outside school. Monitoring should examine patterns of use and learning outcomes across social groups, not merely the number of available devices or accounts (Eurostat, 2024, 2026).

School norms acquire legitimacy through collective boundary work. Students need concrete examples of permitted, restricted, and prohibited practices because abstract principles such as originality or responsible use can be interpreted differently across subjects. Teachers need sufficient professional autonomy to adapt expectations to learning objectives, but isolated rulemaking produces inconsistency and unnecessary conflict. A layered governance model can reconcile these demands. System-level standards protect rights, safety, and minimum equity; school policies establish a common vocabulary and review procedure; departments define discipline-specific boundaries; teachers explain task-level expectations; and students document and verify their choices. Participation strengthens this architecture. Student councils, focus groups, family consultation, and teacher working groups can identify unintended effects and emerging practices. Participation does not eliminate institutional authority; it improves the evidentiary basis and intelligibility of institutional decisions.

Privacy and data governance should be treated as educational and sociological concerns, not merely technical compliance requirements. Students may disclose personal experiences, academic difficulties, or identifiable information when interacting with conversational systems. Because participation occurs within a school context and often involves minors, responsibility cannot be transferred entirely to individual consent. Institutions should minimize data collection, evaluate age appropriateness, clarify whether information is retained, and provide meaningful alternatives when a platform is optional or unsuitable. Procurement decisions also shape inequality by determining which systems, languages, accessibility functions, and protections are available. Transparent institutional choices can strengthen trust; opaque adoption can normalize dependency on commercial infrastructures whose priorities differ from educational aims. Critical AI literacy should consequently include awareness of data flows, platform incentives, representational bias, and the environmental and labour conditions underlying apparently immediate automated responses (UNESCO, 2023).

Taken together, these mechanisms support an institutional rather than deterministic interpretation of AI in education. Generative systems do not independently cause inclusion, misconduct, personalization, or dependency. They alter the opportunity structure within which socially differentiated actors pursue educational goals. Outcomes depend on how access is converted into practice, how cognitive responsibility is distributed, how rules are communicated, and how institutions respond to unequal resources. The most defensible strategy is therefore

neither categorical prohibition nor uncritical normalization. Schools should adopt transparent, revisable, and evidence-informed governance that combines a common ethical baseline with subject-specific guidance, process-sensitive assessment, professional development, equitable access, privacy protection, and student participation. Future empirical research should compare schools over time and combine observation, interviews, student work processes, and outcome measures. Such designs can determine which arrangements genuinely improve learning and which merely redistribute risk or make automated dependence less visible.

5. CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

Generative AI is reorganizing learning by redistributing cognitive labour, redefining authorship, and changing the evidentiary basis of trust. Its effects are conditional on cultural resources, school norms, assessment design, and institutional capacity. The core sociological conclusion is that technology does not enter an empty classroom. It enters stratified relations and can either widen or narrow inequality depending on mediation.

Schools should adopt five linked measures: a transparent baseline policy; subject- and task-specific examples; disclosure and process evidence proportionate to risk; sustained teacher and student literacy; and targeted support for those facing skill, language, disability, or access barriers. Policies should be reviewed at least annually with student participation. Future research should combine classroom observation, student diaries, teacher interviews, and longitudinal assessment to test how different governance arrangements affect learning and trust.

Ultimately, the sociological significance of generative AI in secondary education lies not only in what these systems can produce, but also in how schools organize the conditions of their use. Educational institutions must ensure that technological innovation remains subordinate to learning objectives, human judgment, and principles of social justice. This requires continuous evaluation of how AI affects different student groups, particularly those whose access to digital skills, family support, or institutional guidance is limited. Policies should therefore remain flexible enough to respond to technological change while preserving clear expectations concerning authorship, privacy, verification, and academic responsibility. Equally important, students should be treated as active participants in the development of school-level norms rather than merely as subjects of technological regulation. When transparent governance, teacher expertise, equitable access, and student participation are combined, generative AI may support more inclusive and reflective learning practices. Without these institutional safeguards, however, it risks reinforcing existing inequalities and weakening the relationships of trust on which meaningful education depends.

REFERENCES

- Bourdieu, P. (1986). The forms of capital. In J. G. Richardson (Ed.), *Handbook of theory and research for the sociology of education* (pp. 241–258). Greenwood.
- European Commission. (2022). *Ethical guidelines on the use of artificial intelligence and data in teaching and learning for educators*. Publications Office of the European Union.
- Eurostat. (2024, February 22). *Digital skills in 2023: Impact of education and age*. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/w/ddn-20240222-1>
- Eurostat. (2026, July 15). *75% of young Europeans have at least basic digital skills*. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/w/edn-20260715-1>
- Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). *Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning*. Center for Curriculum Redesign.
- Kasneci, E., Sessler, K., Küchemann, S., Bannert, M., Dementieva, D., Fischer, F., Gasser, U., Groh, G., Günnemann, S., Hüllermeier, E., Krusche, S., Kutyniok, G., Michaeli, T., Nerdel, C., Pfeffer, J., Poquet, O., Sailer, M., Schmidt, A., Seidel, T., Stadler, M., Weller, J., Kuhn, J., & Kasneci, G. (2023). ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education. *Learning and Individual Differences*, 103, 102274. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2023.102274>
- OECD. (2023). *PISA 2022 results (Volume II): Learning during—and from—disruption*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/a97db61c-en>
- OECD. (2024). *Students, digital devices and success*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9e4c0624-en>
- Selwyn, N. (2019). *Should robots replace teachers? AI and the future of education*. Polity.
- UNESCO. (2023). *Guidance for generative AI in education and research*. UNESCO.
- van Dijk, J. (2020). *The digital divide*. Polity.
- Williamson, B., Eynon, R., & Potter, J. (2020). Pandemic politics, pedagogies and practices: Digital technologies and distance education during the coronavirus emergency. *Learning, Media and Technology*, 45(2), 107–114. <https://doi.org/10.1080/17439884.2020.1761641>

**SOCIAL CAPITAL AND COMMUNITY RESILIENCE IN SMALL-TOWN ROMANIA: A
SOCIOLOGICAL ANALYSIS OF CONTEMPORARY SOCIAL CHANGE****PhD Petronela Daniela FERARU****National College Iași and ‘Ion Neculce’ High School, Târgu Frumos, Romania, Sociology,
daniela_feraru_p@yahoo.com, ORCID: 0009-0009-8954-6336****Abstract**

Small towns in Romania are experiencing significant social transformations generated by demographic decline, migration, economic restructuring, institutional change, and the uneven distribution of public resources. This paper investigates the role of social capital in strengthening or constraining community resilience within these settings. Drawing on a qualitative conceptual analysis of sociological literature concerning bonding, bridging, and linking social capital, the study examines how interpersonal trust, informal support networks, civic participation, local institutions, and connections to public authorities shape collective responses to change. The analysis distinguishes between cohesive ties that provide immediate solidarity and broader relationships that facilitate access to information, opportunities, and external resources. It also considers the ambivalent character of social capital: close networks may support vulnerable residents, yet they may also reinforce exclusion, local dependency, or unequal access to decision-making. The paper argues that community resilience is not simply a cultural attribute or an automatic outcome of social cohesion. Rather, it emerges through the interaction of local relationships, institutional capacity, inclusive participation, and the ability to connect community initiatives with regional and national resources. By placing small-town experiences within the wider context of contemporary Romanian social change, the study highlights the importance of participatory governance, intergenerational cooperation, and accessible local institutions. It concludes that policies designed to strengthen resilience should cultivate both internal solidarity and outward-looking networks while ensuring that marginalized groups can participate in community decisions.

Keywords: Social capital, community resilience, small towns, social change, Romania

INTRODUCTION

Romania's small towns occupy an analytically important position between metropolitan growth poles and rural localities. Many concentrate schools, health services, municipal administration, retail, and transport for surrounding settlements, yet they often face population loss, ageing, youth out-migration, limited employment diversification, and constrained public capacity. These pressures are not only demographic or economic. They alter everyday networks, expectations of reciprocity, participation, and the relationship between residents and institutions. Community resilience must therefore be studied as a social process rather than a celebratory label.

The main research question is: under what social and institutional conditions does social capital contribute to resilience in small-town Romania? The analysis distinguishes bonding ties within close groups, bridging ties across social boundaries, and linking ties connecting residents to authorities and resource-holding institutions. It asks how these forms interact with migration, generational change, civic participation, and institutional trust. The central argument is that cohesion alone is insufficient. Resilience requires network plurality, inclusive voice, and institutions capable of converting relationships into legitimate collective action.

Official statistics provide the structural context. Romania's 2021 census provisional results recorded 19.05 million usual residents, with 52.2% living in urban areas (National Institute of Statistics, 2022). The category "urban" includes highly different settlements; national aggregates can conceal the vulnerability of small towns. Eurostat projects substantial decline in many predominantly rural regions of eastern Europe, with Romanian regions strongly represented among them (Eurostat, 2025a). These trends affect the service and labour-market hinterlands on which small towns depend.

1. THEORETICAL AND CONCEPTUAL FRAMEWORK

Social capital refers broadly to resources accessible through social relations, but theoretical traditions differ in emphasis. Bourdieu (1986) foregrounds unequal accumulation and conversion of network resources. Coleman (1988) emphasizes relational structures that facilitate action, while Putnam (2000) focuses on trust, norms, and civic association. For small-town analysis, these perspectives are complementary: networks can enable cooperation while also operating as assets unequally controlled by dominant families, organizations, or occupational groups.

Bonding social capital supplies solidarity, care, emergency help, and identity. In declining settings, close ties can compensate for weak markets and distant services. Yet strong bonding may impose obligations, discourage dissent, or exclude newcomers and stigmatized groups. Bridging social capital connects different circles and brings non-redundant information. Linking social capital enables access to institutions with authority and resources. Resilience is strongest when the three forms are balanced rather than when one is simply abundant (Woolcock, 2001).

Community resilience is the capacity to anticipate, absorb, adapt to, and learn from disturbance without treating a community as homogeneous. A relational definition asks which groups bear losses, who participates in decisions, and whether adaptation preserves or transforms unequal arrangements. Aldrich and Meyer (2015) show that networks are critical in disaster contexts, but slow-moving demographic and economic change likewise depends on communication, mutual aid, and institutional coordination.

Migration makes this framework translocal. Earlier research on Romanian external migration has documented remittances, social costs, family separation, and uneven development effects (Feraru, 2011, 2015, 2019). Emigration can thin local associations and care networks, but migrants also sustain ties, transmit knowledge, finance households, and sometimes return with new expectations. The relevant community is therefore not territorially closed; resilience may be produced through relations spanning hometowns and destination societies.

2. METHOD

The article adopts a qualitative conceptual design supported by secondary analysis. Official demographic context was assembled from Romania's National Institute of Statistics, the 2021 Population and Housing Census, and Eurostat publications on population change, ageing, and urban-rural projections. These data indicate structural pressures but do not directly measure social capital. To avoid ecological inference, the analysis does not attribute national or regional values to individual small towns without local evidence.

The literature component used purposive conceptual synthesis rather than bibliometric sampling. The sources listed in the references were selected because they establish the theoretical vocabulary of bonding, bridging, and linking social capital, community resilience, institutional trust, migration, inclusion, and adaptive learning. The analysis compared definitions, mechanisms, enabling conditions, and documented risks across these sources and related them to the Romanian demographic context. No claim is made that the references constitute an exhaustive corpus or a statistically representative sample of scholarship.

To make the conceptual argument visually accessible, nine heuristic trajectories were constructed for the period 2011–2025. Values on the 0–100 scale are author-assigned analytical salience scores, normalized as percentages solely for graphic comparability. They represent a reasoned periodization of the theoretical model—showing, for example, the shift from cohesion-centred explanations toward bridging, linking, inclusion, institutional learning, and critical attention to network closure. They are not observed frequencies, survey estimates, bibliometric counts, or measurements of Romanian communities. The trend lines summarize the internal direction of each illustration and have no inferential or predictive status. This distinction is maintained in every figure note and source statement. The proposed model remains open to empirical testing through surveys, network analysis, interviews, comparative case studies, and institutional ethnography.

3. FINDINGS

The first finding is that bonding ties remain indispensable but are insufficient. Family, neighbours, religious communities, and long-standing associations provide rapid support because they rely on repeated interaction and moral obligation. Their effectiveness is greatest for needs that can be met locally. When challenges require specialized expertise, external finance, or administrative negotiation, dense internal ties need bridges and vertical connections.

Second, institutional trust is produced through encounters. Residents evaluate institutions through response time, explanation, consistency, and perceived fairness. A municipality can possess formal capacity yet weaken resilience if access depends on personal connections. Conversely, transparent procedures can turn linking relations into public infrastructure rather than patronage. Trust is therefore not a cultural residue; it is updated by institutional performance.

Third, migration creates a double movement. Departure reduces the local population and may intensify care burdens, but translocal networks bring remittances, information, and reputational connections. Feraru's work on the social costs of Romanian migration is especially relevant because it cautions against interpreting financial transfers as a complete measure of development (Feraru, 2011, 2019). The sociological balance depends on family structure, duration of absence, return opportunities, and the capacity of local institutions to engage diasporic resources.

Fourth, participation is stratified. Formal consultations often privilege people with time, confidence, organizational affiliation, and knowledge of administrative language. Younger residents, carers, precarious workers, Roma communities, and people in peripheral neighbourhoods may be invited but remain practically excluded. Inclusive resilience requires multiple channels, active outreach, feedback after consultation, and protection against the capture of representation by a narrow civic core.

Fifth, small towns have an intermediary role. Their resilience affects surrounding communes that depend on schools, clinics, markets, and transport nodes. Local policy should therefore be designed at functional-area level. Cooperation between municipalities, schools, social services, firms, and associations can pool capacity, but it also needs clear accountability so that weaker localities are not subordinated.

3.1. Analytical Dimensions of Social Capital and Resilience

Table 1. Forms of social capital and their ambivalence

Form	Primary resource	Resilience contribution	Potential closure
Bonding	Solidarity and immediate help	Rapid mutual aid	Exclusion and conformity
Bridging	Diverse information and cooperation	Innovation and coalition building	Fragile, episodic ties
Linking	Authority, expertise and funding	Institutional access	Clientelism and dependency

Note. Percentages and classifications are defined in the table; rounding may affect totals. Source: author's synthesis from the sources cited in the text.

Table 1 demonstrates that the three forms of social capital should be analyzed as complementary but potentially contradictory relational resources. Bonding ties can mobilize assistance rapidly because they are sustained by familiarity, obligation, and repeated interaction. Their protective capacity is especially important where public services are limited or geographically distant. Nevertheless, the same density may restrict information, discourage disagreement, and exclude residents positioned outside established networks. Bridging ties expand access to non-redundant knowledge and cooperation across occupations, generations, neighbourhoods, or ethnic groups, although they may remain fragile without repeated institutional support. Linking social capital connects local actors to authorities, professional expertise, and external funding, but it can reproduce dependency when access is monopolized by brokers. Community resilience therefore does not result from maximizing a single form of social capital. It depends on a balanced configuration in which solidarity is connected to network diversity and vertical relations are governed through transparent, publicly accountable procedures (Bourdieu, 1986; Woolcock, 2001).

Table 2. Structural pressures in small-town Romania

Pressure	Relational consequence	Resilience requirement
Population decline	Thinner organizations and markets	Intermunicipal cooperation
Ageing	Greater care demand	Intergenerational support
Out-migration	Absence and translocal ties	Diaspora engagement
Economic restructuring	Occupational insecurity	Network diversification
Service centralization	Longer access chains	Accessible intermediaries

Note. Percentages and classifications are defined in the table; rounding may affect totals. Source: author's synthesis from the sources cited in the text.

The pressures summarized in Table 2 are mutually reinforcing rather than independent. Population decline reduces demand and fiscal capacity, while service contraction can accelerate further departure. Ageing increases the need for health care, transport, and everyday assistance at the same time that younger relatives and potential volunteers may be absent. External migration removes labour and organizational participants but also creates translocal networks through which remittances, information, and experience circulate. Economic restructuring increases uncertainty and can weaken identification with local institutions when employment becomes precarious

or geographically dispersed. Service centralization extends the relational distance between residents and decision-making centres. These processes show why resilience cannot be reduced to an assumed cultural capacity of small-town residents to endure hardship. Effective adaptation requires intermunicipal cooperation, accessible institutions, intergenerational coordination, and mechanisms capable of connecting dispersed resources. Structural vulnerability becomes a community crisis when relational and institutional capacities are unable to translate needs into coordinated action.

Table 3. Institutional trust as an interactional outcome

Institutional practice	Likely trust effect	Indicator for fieldwork
Clear explanation	Predictability	Residents can restate decisions
Consistent criteria	Procedural fairness	Similar cases treated similarly
Visible follow-up	Efficacy	Published response and timeline
Personalized gatekeeping	Selective trust	Dependence on brokers
Unanswered consultation	Cynicism	Participation without feedback

Note. Percentages and classifications are defined in the table; rounding may affect totals. Source: author's synthesis from the sources cited in the text.

Table 3 treats institutional trust as an outcome of repeated encounters rather than a stable cultural disposition. Residents evaluate local institutions through whether decisions are explained, similar cases receive similar treatment, commitments are followed by visible action, and officials remain accessible after consultation. Clear procedures can make authority predictable even when resources are insufficient to satisfy every demand. By contrast, personalized gatekeeping may generate trust in an individual intermediary while simultaneously weakening confidence in the institution as a public structure. Unanswered consultations are particularly damaging because they transform participation into a symbolic ritual and teach residents that voice has little consequence. This interactional perspective has important methodological implications: surveys of generalized trust should be supplemented by evidence about concrete administrative encounters, response times, appeals, public explanations, and the distribution of access. In small towns, where personal and institutional relationships often overlap, procedural transparency is essential for preventing familiarity from becoming selective privilege.

Table 4. Inclusion audit for local participation

Barrier	Groups especially affected	Corrective mechanism
Meeting time	Carers and shift workers	Repeated and hybrid sessions
Administrative language	Low-literacy residents	Plain-language facilitation
Transport	Peripheral settlements	Mobile outreach
Stigma	Marginalized minorities	Trusted mediators and safe spaces
Digital-only access	Older and low-connectivity residents	Parallel offline route

Note. Percentages and classifications are defined in the table; rounding may affect totals. Source: author's synthesis from the sources cited in the text.

The inclusion audit in Table 4 shows that formal openness does not guarantee effective participation. Meeting schedules privilege residents with flexible employment and limited care responsibilities. Administrative vocabulary can exclude people who possess relevant local knowledge but are unfamiliar with technical procedures. Distance and inadequate transport restrict participation from peripheral neighbourhoods and surrounding settlements. Stigma can silence Roma residents, people receiving social assistance, newcomers, or individuals whose criticism may carry interpersonal costs. Digital-only consultation may widen access for some while excluding older residents and households with weak connectivity. Inclusive participation consequently

requires more than issuing a public invitation. Municipalities and civic organizations should combine repeated meeting times, plain-language materials, mobile outreach, trusted facilitation, and parallel online and offline channels. They must also show how contributions affected a decision. The sociological criterion is not simply the number of participants, but the diversity of voices, their practical capacity to influence deliberation, and the accountability of those claiming to represent the community.

Table 5. Migration–resilience pathways

Migration process	Potential resource	Potential social cost
Remittances	Household stability and investment	Dependency and unequal consumption
Return migration	Skills and institutional knowledge	Reintegration conflict
Diaspora networks	External contacts and advocacy	Unequal influence
Care circulation	Transnational support	Intergenerational strain
Youth departure	Educational mobility	Organizational succession gap

Note. Percentages and classifications are defined in the table; rounding may affect totals. Source: author's synthesis from the sources cited in the text.

Table 5 captures the ambivalence of migration for community resilience. Remittances may stabilize households, finance education, or support local consumption, yet they can also increase dependency and make inequality more visible. Return migrants may bring professional skills, savings, and institutional expectations, but reintegration can be difficult when local labour markets or administrative cultures do not recognize their experience. Diaspora networks can connect towns to expertise, markets, and advocacy, although greater financial resources should not translate automatically into disproportionate political influence. Transnational care practices redistribute responsibility across borders and generations, often placing additional burdens on grandparents or other relatives. Youth departure creates immediate opportunities for individuals while weakening organizational succession and the future recruitment base of local institutions. These findings confirm that financial transfers alone cannot measure migration's developmental effects. Analysis must include absences, care, social reproduction, participation, and the conditions under which translocal resources are converted into broadly accessible community benefits (Feraru, 2011, 2019).

Table 6. Multi-level resilience architecture

Level	Principal actor	Core function
Household	Families and neighbours	Care and immediate support
Community	Associations and informal groups	Coordination and voice
Town	Municipality and public institutions	Services and legitimate decisions
Functional area	Town–commune partnerships	Shared infrastructure
Regional/national/EU	Agencies and funders	Resources, standards and learning

Note. Percentages and classifications are defined in the table; rounding may affect totals. Source: author's synthesis from the sources cited in the text.

The architecture presented in Table 6 emphasizes that resilience is produced across interconnected levels. Households and neighbours provide immediate care, but their resources are limited when disruption becomes prolonged or technically complex. Associations and informal groups coordinate volunteers, articulate needs, and create spaces for collective voice. Municipal institutions authorize decisions, maintain services, and connect local initiatives to formal programs. Because small towns often provide education, health, retail, and transport services for surrounding communes, resilience must also be planned at the level of functional areas. Regional, national,

and European institutions contribute standards, expertise, and financial resources. Failures of coordination can occur at any interface: local needs may not be expressed in administratively recognizable language, external funding may not match local capacity, or household burdens may remain invisible to municipal planning. Linking mechanisms and accountable intermediaries are therefore as important as resources themselves. Multi-level governance is resilient when information and responsibility travel in both directions rather than only from the centre downward.

Table 7. Comparative research design for Romanian small towns

Dimension	Suggested measure	Method
Network structure	Density and diversity	Social network survey
Institutional trust	Fairness and responsiveness	Panel survey and interviews
Participation	Breadth and influence	Meeting/decision audit
Translocality	Diaspora and return links	Multi-sited interviews
Adaptive capacity	Learning after disruption	Longitudinal case comparison

Note. Percentages and classifications are defined in the table; rounding may affect totals. Source: author's synthesis from the sources cited in the text.

Table 7 converts the conceptual framework into a comparative empirical agenda for Romanian small towns. Network surveys can measure density, diversity, centralization, and access to resources, but they should distinguish supportive relations from ties that primarily impose obligations. Panel surveys and qualitative interviews can examine how experiences of fairness and responsiveness alter institutional trust over time. Participation audits should compare who attends consultations, who speaks, whose proposals are incorporated, and whether participants receive feedback. Multi-sited interviews are necessary for capturing relations among residents, emigrants, returnees, and diaspora organizations. Longitudinal comparison can then assess whether communities learn after demographic, economic, environmental, or institutional disruptions. Towns should be selected to represent different population trajectories, regional positions, economic profiles, and service functions. Such a design would move research beyond descriptive claims that some places possess more community spirit, allowing resilience to be explained through observable network structures, institutional practices, power relations, and adaptive outcomes.

The seven tables identify the principal mechanisms through which social capital may strengthen or constrain resilience: the configuration of bonding, bridging, and linking ties; demographic pressures; institutional trust; inclusive participation; migration; multi-level governance; and comparative research design. The following figures translate these relationships into heuristic conceptual trajectories. Their temporal form is used to clarify the argument that resilience scholarship and policy increasingly require outward-looking, institutionally mediated, and power-sensitive explanations. The figures do not report publication frequencies or observed change in Romanian towns; they are analytical illustrations designed to support comparison among the nine dimensions.

3.2. Illustrative Conceptual Trajectories (2011–2025)

The nine figures use author-assigned salience scores normalized on a 0–100 scale for visual comparability. The values are not derived from a dataset and should not be interpreted as population estimates, survey results, bibliometric counts, or direct measures of Romanian communities. The dashed lines display only the direction built into each heuristic trajectory and do not establish causality, statistical significance, or prediction. The figures should therefore be read together with the qualitative argument and the cited sources: they visualize a conceptual movement from reliance on bonding ties alone toward a relational model that also emphasizes bridging and linking connections, institutional trust, translocal migration, inclusion, intergenerational cooperation, institutional learning, and the risks of network closure.

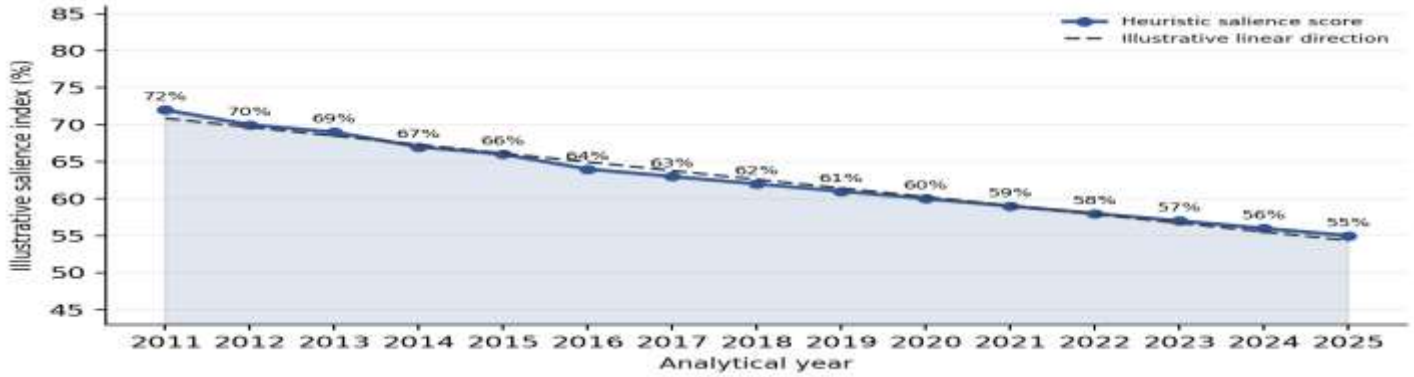


Figure 1. Illustrative trajectory of bonding social capital

Note. Author-constructed heuristic salience score normalized to a 0–100 percentage scale for visual comparability. Values are illustrative, not observed frequencies or population estimates; the dashed line summarizes the direction of the conceptual trajectory and has no inferential status.

Source: Author’s conceptual synthesis based on the theoretical and official sources listed in the references. No underlying empirical or bibliometric dataset is claimed.

The downward illustrative trajectory assigned to bonding social capital does not indicate that close ties have become irrelevant. Family, neighbours, religious communities, and long-standing associations remain central providers of care, information, and emergency support, especially where formal services are weak. The pattern instead reflects a growing recognition that cohesion alone cannot explain adaptation. Dense networks may circulate the same limited information, impose demanding obligations, or exclude residents outside historically dominant groups. In towns affected by youth departure and ageing, bonding ties may also become overburdened as fewer active members support a growing number of dependants. Their resilience contribution depends on whether internal solidarity can connect with wider networks and institutions. The figure therefore marks a theoretical shift from celebrating cohesion toward asking how close ties distribute support, who remains outside them, and whether they facilitate or obstruct cooperation beyond the immediate group.

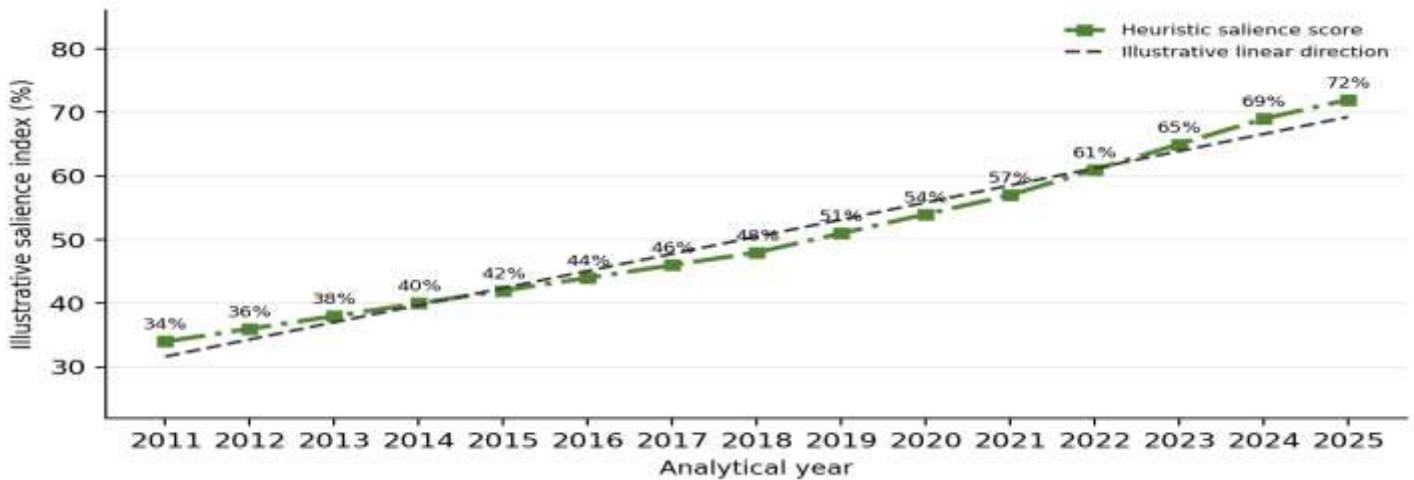


Figure 2. Illustrative trajectory of bridging social capital

Note. Author-constructed heuristic salience score normalized to a 0–100 percentage scale for visual comparability. Values are illustrative, not observed frequencies or population estimates; the dashed line summarizes the direction of the conceptual trajectory and has no inferential status.

Source: Author's conceptual synthesis based on the theoretical and official sources listed in the references. No underlying empirical or bibliometric dataset is claimed.

The upward illustrative trajectory assigned to bridging social capital reflects increasing attention to relationships that cross social and organizational boundaries. Such ties connect residents to different occupations, generations, neighbourhoods, ethnic communities, and sources of information. In small towns, bridging relations can reduce the isolation of local initiatives and enable coalitions around shared services, cultural projects, environmental concerns, or economic development. Their sociological value lies in providing non-redundant resources that are unlikely to circulate within homogeneous networks. However, bridges do not arise automatically from proximity. Social stigma, political polarization, residential segregation, and competition for limited funding can inhibit collaboration. Institutions such as schools, libraries, cultural centres, and voluntary associations can create repeated settings in which weak ties become sufficiently stable for cooperation. The chronological pattern consequently suggests that resilience research increasingly treats diversity and cross-group coordination as productive capacities rather than as threats to community cohesion.



Figure 3. Illustrative trajectory of linking social capital

Note. Author-constructed heuristic salience score normalized to a 0–100 percentage scale for visual comparability. Values are illustrative, not observed frequencies or population estimates; the dashed line summarizes the direction of the conceptual trajectory and has no inferential status.

Source: Author's conceptual synthesis based on the theoretical and official sources listed in the references. No underlying empirical or bibliometric dataset is claimed.

The upward heuristic trajectory assigned to linking social capital corresponds to the growing complexity of local governance and resource acquisition. Small towns frequently depend on county institutions, regional agencies, national ministries, European programs, professional expertise, and external organizations. Communities with comparable needs may achieve different outcomes because they possess unequal capacity to formulate projects, navigate administrative requirements, and maintain relationships with decision-makers. Linking ties can therefore convert local knowledge into institutionally recognized claims. At the same time, vertical connections become problematic when access depends on party affiliation, personal brokerage, or a narrow group of professional intermediaries. Such arrangements may deliver resources while weakening public accountability and reproducing dependency. The model emphasizes that resilience analysis should examine not only whether external resources exist, but also how access is organized, whose priorities are translated into projects, and whether benefits are distributed transparently across the community.

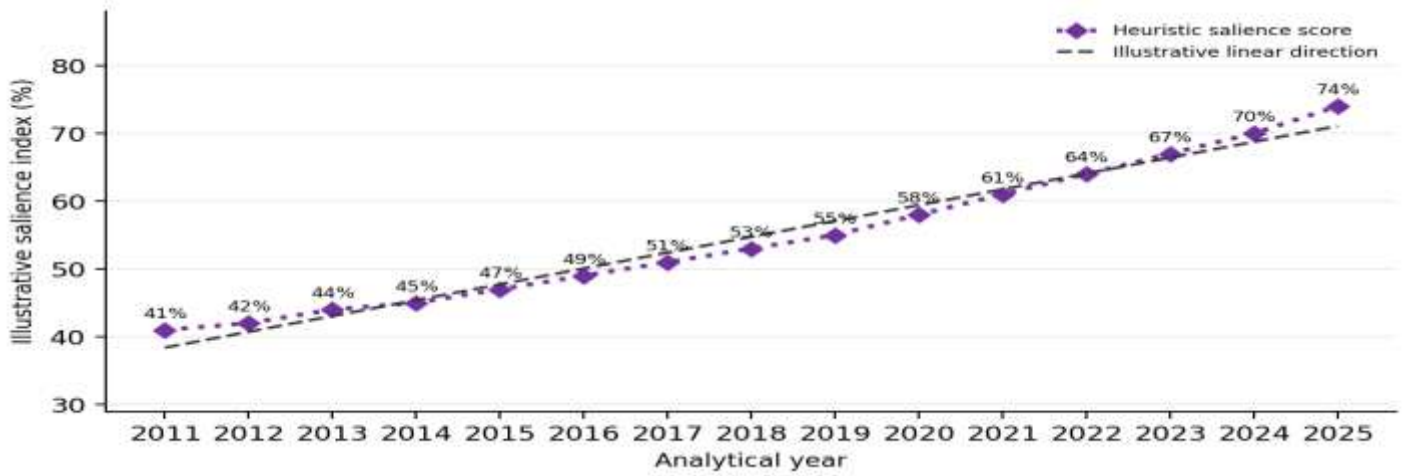


Figure 4. Illustrative trajectory of institutional trust

Note. Author-constructed heuristic salience score normalized to a 0–100 percentage scale for visual comparability. Values are illustrative, not observed frequencies or population estimates; the dashed line summarizes the direction of the conceptual trajectory and has no inferential status.

Source: Author’s conceptual synthesis based on the theoretical and official sources listed in the references. No underlying empirical or bibliometric dataset is claimed.

The upward conceptual trajectory assigned to institutional trust reflects a movement away from explanations that treat trust as a fixed feature of local culture. Trust is produced and revised through encounters with municipalities, schools, health services, social assistance, police, and other public institutions. Residents observe whether officials explain decisions, apply criteria consistently, respond within a reasonable period, and acknowledge failures. In small-town contexts, institutional and personal familiarity can overlap: knowing an official may facilitate communication, but it may also create suspicion that access depends on connections. Resilience requires trust that extends beyond particular officeholders and rests on procedures capable of surviving political or personnel change. The conceptual pattern is sociologically significant because it connects collective cooperation to institutional performance. Communities are more likely to mobilize around public initiatives when residents believe that participation is consequential and that burdens and benefits will be allocated fairly.

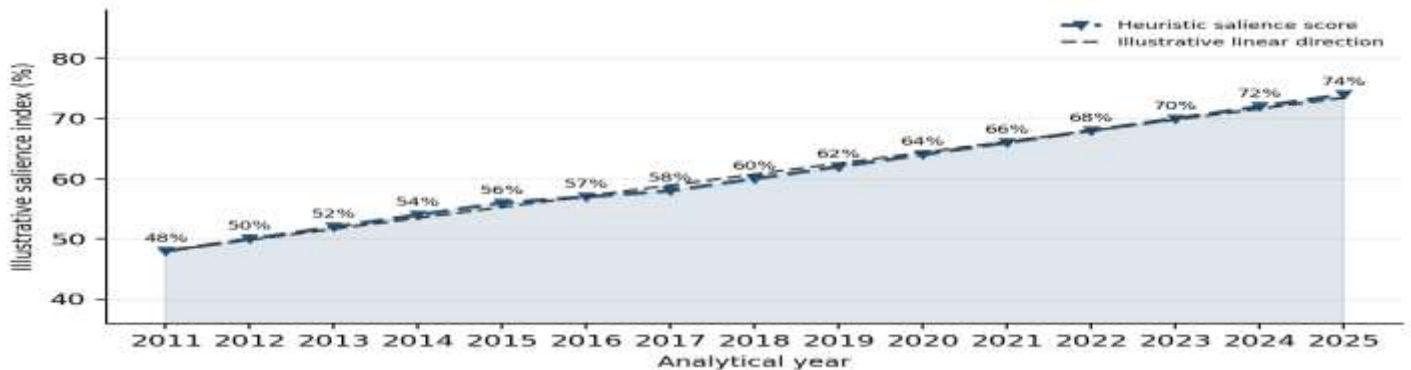


Figure 5. Illustrative trajectory of migration and translocality

Note. Author-constructed heuristic salience score normalized to a 0–100 percentage scale for visual comparability. Values are illustrative, not observed frequencies or population estimates; the dashed line summarizes the direction of the conceptual trajectory and has no inferential status.

Source: Author's conceptual synthesis based on the theoretical and official sources listed in the references. No underlying empirical or bibliometric dataset is claimed.

The increasing heuristic salience assigned to migration and translocality reflects the inadequacy of territorially closed models of community. Romanian small towns are connected to national and international destinations through migrants, returnees, families, remittances, online communication, and circulating knowledge. These relations may provide household income, professional experience, entrepreneurial contacts, and external advocacy. They also produce absences, care deficits, emotional strain, and weakened organizational succession. A resident may participate in hometown affairs while living abroad, just as a return migrant may remain embedded in networks formed elsewhere. The illustration represents a shift from interpreting migration only as population loss toward analyzing the circulation and unequal conversion of resources. Following Feraru's work, resilience assessment must consider social costs alongside economic transfers and ask whether translocal resources strengthen public capacity or remain concentrated within particular households and networks (Feraru, 2011, 2015, 2019).

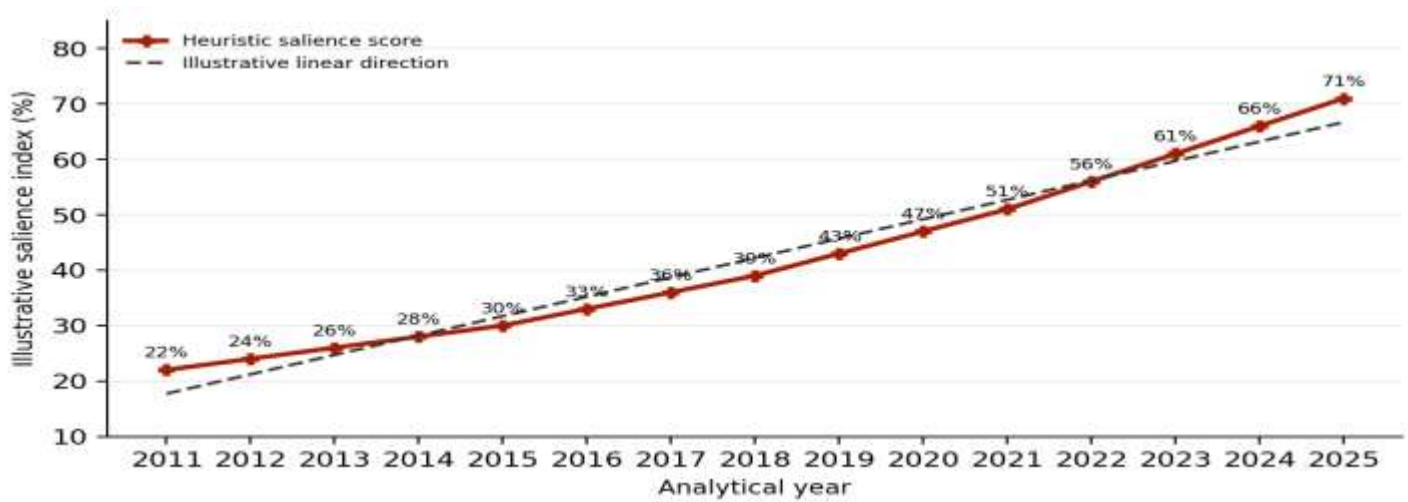


Figure 6. Illustrative trajectory of inclusive participation

Note. Author-constructed heuristic salience score normalized to a 0–100 percentage scale for visual comparability. Values are illustrative, not observed frequencies or population estimates; the dashed line summarizes the direction of the conceptual trajectory and has no inferential status.

Source: Author's conceptual synthesis based on the theoretical and official sources listed in the references. No underlying empirical or bibliometric dataset is claimed.

The increasing conceptual salience assigned to inclusive participation indicates a more demanding understanding of democratic resilience. Formal consultation can coexist with unequal voice when meetings are inaccessible, information is technical, or outcomes are predetermined. Residents with organizational experience, flexible schedules, professional status, or close relations with local officials are generally better positioned to participate. Others may remain absent because of care responsibilities, precarious employment, transport barriers, stigma, or scepticism produced by previous unanswered consultations. Inclusion therefore concerns both presence and influence. Local institutions should examine whose knowledge enters decisions and whose needs are represented indirectly by more powerful actors. The conceptual trajectory distinguishes civic activity from equitable participation. A resilient town does not merely mobilize familiar organizations; it develops procedures through which marginalized residents, peripheral neighbourhoods, young people, and older inhabitants can shape priorities and receive visible feedback about the consequences of their contributions.

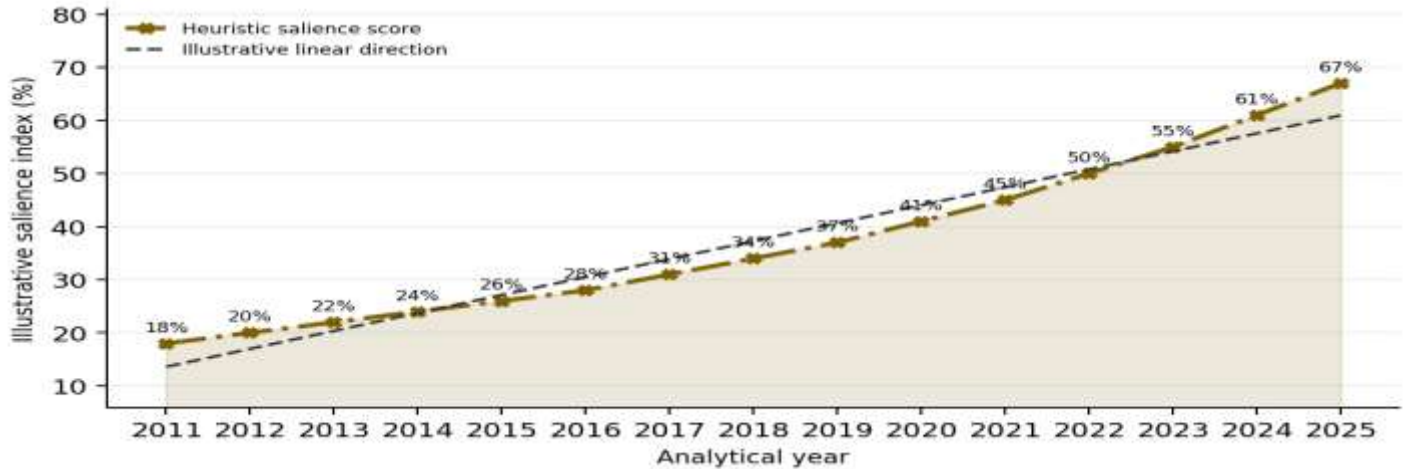


Figure 7. Illustrative trajectory of intergenerational cooperation

Note. Author-constructed heuristic salience score normalized to a 0–100 percentage scale for visual comparability. Values are illustrative, not observed frequencies or population estimates; the dashed line summarizes the direction of the conceptual trajectory and has no inferential status.

Source: Author’s conceptual synthesis based on the theoretical and official sources listed in the references. No underlying empirical or bibliometric dataset is claimed.

The upward illustrative trajectory assigned to intergenerational cooperation reflects the combined pressures of ageing and youth out-migration. Older residents may possess extensive local knowledge, durable networks, and experience of previous disruptions, while younger people may contribute digital skills, new organizational repertoires, and connections to educational or professional institutions. Resilience is strengthened when these capacities circulate reciprocally rather than when one generation is defined solely as dependent and another solely as mobile. Schools, libraries, cultural centres, and community organizations can support mentoring, oral-history projects, digital assistance, voluntary care, and joint local planning. Yet cooperation should not become a substitute for adequately funded public services or impose unpaid responsibilities disproportionately on women and families. The figure presents intergenerational relations as part of institutional succession and collective learning. Their value depends on recognition, reciprocity, and the fair distribution of care and participation obligations.

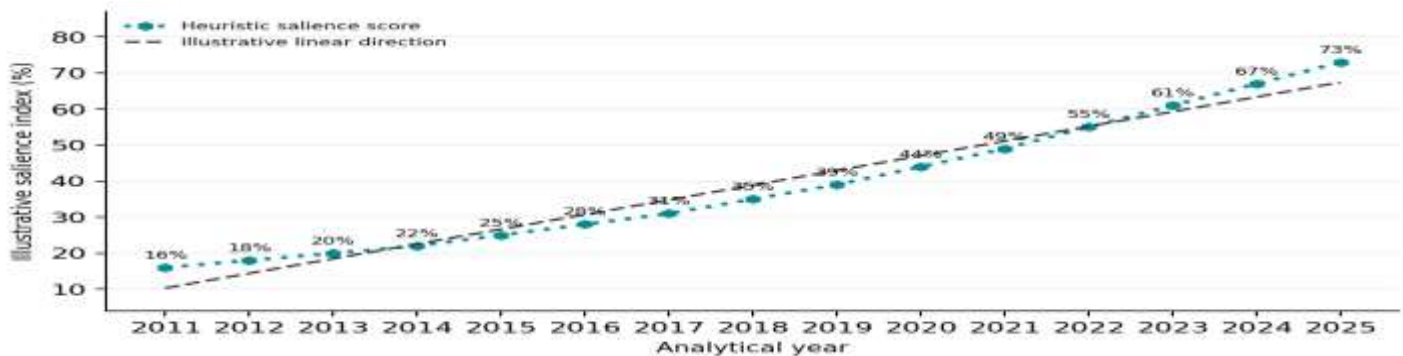


Figure 8. Illustrative trajectory of institutional learning

Note. Author-constructed heuristic salience score normalized to a 0–100 percentage scale for visual comparability. Values are illustrative, not observed frequencies or population estimates; the dashed line summarizes the direction of the conceptual trajectory and has no inferential status.

Source: Author's conceptual synthesis based on the theoretical and official sources listed in the references. No underlying empirical or bibliometric dataset is claimed.

The upward heuristic trajectory assigned to institutional learning marks a shift from defining resilience as a return to a previous condition toward understanding it as reflective adaptation. Communities encounter demographic decline, economic shocks, service reorganization, public-health emergencies, and environmental risks over time. A resilient institution records what occurred, evaluates which groups were underserved, preserves effective practices, and changes routines accordingly. Learning requires more than collecting feedback or producing reports; information must alter budgets, procedures, partnerships, and responsibilities. Small municipalities may face limited analytical capacity and rapid staff turnover, making organizational memory fragile. Cooperation with schools, universities, associations, and neighbouring authorities can preserve knowledge and support evaluation. The conceptual trajectory emphasizes the capacity to revise institutional action rather than celebrating endurance alone. This distinction is important because a community may survive repeated pressures while reproducing the same exclusions and vulnerabilities.

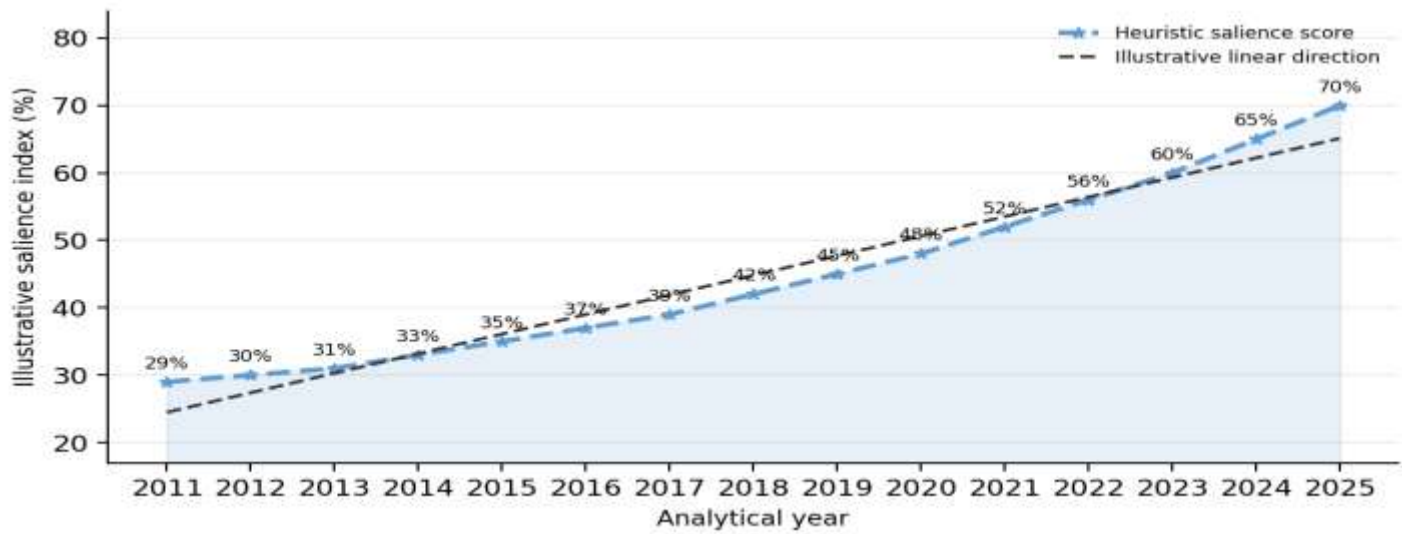


Figure 9. Illustrative trajectory of exclusion and network closure

Note. Author-constructed heuristic salience score normalized to a 0–100 percentage scale for visual comparability. Values are illustrative, not observed frequencies or population estimates; the dashed line summarizes the direction of the conceptual trajectory and has no inferential status.

Source: Author's conceptual synthesis based on the theoretical and official sources listed in the references. No underlying empirical or bibliometric dataset is claimed.

The increasing conceptual salience assigned to exclusion and network closure demonstrates the critical maturation of social-capital research. Relationships generate resources, but those resources are not distributed evenly. Dense networks can protect members while controlling information, restricting leadership, or defining newcomers and marginalized residents as less legitimate participants. In small towns, reputational knowledge and overlapping personal roles can make exclusion subtle: an individual may be formally invited yet anticipate social costs for disagreement. Political clientelism can also convert linking relationships into selective access rather than collective capacity. The illustration therefore complements the trajectories in bonding, participation, and institutional trust. It shows that resilience cannot be inferred from the existence of active associations or strong interpersonal ties. Researchers must examine who occupies central network positions, who acts as a broker, whose claims are believed, and who benefits when collective resources are mobilized. Social capital supports inclusive

resilience only when closure is counterbalanced by bridging opportunities, transparent institutions, and contestable representation.

4. DISCUSSION

The analysis challenges romantic accounts of community. Familiarity can enable rapid coordination, yet it can also make disagreement costly and blur public rules with personal relations. The normative goal is not maximum cohesion but plural and accountable connectivity. Bridging and linking ties allow communities to obtain information and resources without dissolving local identity.

A resilience strategy should treat accessible institutions as network infrastructure. Libraries, schools, cultural centres, health facilities, and social services are places where weak ties form and information travels. Their closure cannot be evaluated only through immediate budgets because it removes relational capacity. Investment in professional intermediaries can help residents translate local problems into projects and navigate regional, national, or European programs.

Intergenerational cooperation is particularly important. Population ageing increases care needs, while youth departure weakens organizational succession. Projects pairing students, older residents, return migrants, and local professionals can transfer digital skills, historical knowledge, and civic competence. Such projects should avoid framing older people only as recipients or young people only as future emigrants. Reciprocity is more durable when each group contributes recognized capacities.

The translocal lens expands participation beyond residence. Diaspora associations and returnees can support mentoring, cultural initiatives, entrepreneurship, and external advocacy. However, local priorities should not be displaced by the preferences of actors with greater financial power. Transparent partnership rules and broad consultation can prevent remittances from becoming political privilege.

4.1. Integrative Sociological Interpretation

The findings support a relational model in which community resilience depends on the configuration of networks and institutions rather than on the simple quantity of social ties. Bonding relations provide immediate solidarity, but their benefits remain limited when information and obligations circulate within closed groups. Bridging relations connect social circles and expand the range of knowledge available for collective action. Linking relations enable access to authority, expertise, and funding. These forms are mutually dependent: external resources cannot be used effectively without local cooperation, while internal solidarity cannot resolve problems requiring specialized or higher-level intervention. The central analytical question is therefore how different ties are combined, governed, and converted into outcomes for different groups (Bourdieu, 1986; Woolcock, 2001).

Institutional capacity mediates this conversion. A municipality or civic organization may possess extensive contacts yet fail to generate resilience if decisions are opaque, participation is symbolic, or benefits are captured by central actors. Conversely, transparent procedures can transform limited resources into trust and sustained cooperation. Institutional trust emerges through repeated experiences of explanation, consistency, responsiveness, and visible follow-up. This means that trust can be strengthened through administrative practice rather than treated as an inherited cultural characteristic. Accessible schools, libraries, cultural centres, health services, and social institutions also function as relational infrastructure because they create encounters across social groups and connect residents to professional support.

Migration introduces a translocal dimension that changes the boundaries of community. Emigration may reduce population, weaken local associations, and redistribute care burdens, but it also produces remittances, knowledge, and external networks. These effects do not cancel one another and cannot be summarized by financial indicators. Their balance depends on household structure, migration duration, opportunities for return, and the capacity of local institutions to engage migrants without granting disproportionate influence to actors with greater economic

resources. Feraru's analyses of Romanian migration are relevant precisely because they connect development to social costs, family relations, and uneven reintegration rather than treating mobility as a purely economic adjustment (Feraru, 2011, 2015, 2019).

Inclusive participation is the mechanism through which diverse networks become publicly accountable. Formal invitations do not overcome constraints associated with time, care, transport, administrative language, digital access, or stigma. Participation must be evaluated through the diversity of those involved, the influence of their contributions, and the feedback provided after decisions. Particular attention is required for Roma residents, precarious workers, carers, older people, young residents, return migrants, and inhabitants of peripheral settlements. Trusted intermediaries can reduce barriers, but their representative role must remain transparent and contestable. Otherwise, efforts to strengthen social capital may consolidate a narrow civic core while leaving existing inequalities intact.

Intergenerational cooperation and institutional learning connect present adaptation to long-term continuity. Small towns need mechanisms for transferring organizational knowledge, civic competence, digital skills, and historical memory. Projects involving schools, older residents, associations, local professionals, and return migrants can create reciprocal learning, but they should complement rather than replace adequately funded public services. Institutions must also preserve lessons from earlier disruptions and translate evaluation into changed routines. Resilience is not demonstrated by enduring repeated losses without institutional change. It is demonstrated when communities identify unequal effects, revise priorities, and retain the capacity to respond more fairly and effectively in the future.

The analysis has several policy implications. Local and national authorities should protect multifunctional institutions, support intermunicipal cooperation, and finance cross-group initiatives rather than only highly visible infrastructure. Participatory procedures should combine online and offline channels, plain-language communication, outreach, and mandatory feedback. Professional intermediaries can assist with external programs and project design, but access to them should be public and their decisions reviewable. Diaspora and return-migrant partnerships should be integrated through transparent agreements. Evaluation frameworks should monitor distributional outcomes: who gains access to services, who performs unpaid care, who participates, and whose networks connect to public resources.

Future research should compare towns with different demographic trajectories, regional positions, economic histories, and levels of institutional capacity. Longitudinal mixed-method designs can combine social-network analysis, surveys, interviews, observation of public meetings, administrative data, and multi-sited research with migrants. Such studies should examine both successful mobilization and negative cases in which dense ties produce closure or linking relations become clientelistic. This would allow community resilience to be explained through observable mechanisms rather than inferred from generalized descriptions of cohesion. The normative standard should be inclusive adaptive capacity: the ability to respond to change while expanding, rather than narrowing, residents' access to voice, support, and public resources.

Power must remain explicit in any interpretation of social capital. Network resources are unequally accumulated, and central actors often possess greater capacity to define what counts as a community problem, which evidence appears legitimate, and who may speak for the locality. Business owners, professionals, political representatives, religious leaders, and association coordinators may serve as indispensable brokers, but their centrality can also narrow the range of priorities reaching public institutions. Less visible residents may contribute care, informal mediation, and everyday problem solving without receiving equivalent recognition. A resilience assessment should therefore map not only the presence of connections but also their direction, exclusivity, and convertibility into decisions. Particular attention is required when the same individuals occupy positions across municipal, economic, civic, and familial networks. Overlapping roles can accelerate coordination, yet they can also reduce scrutiny and make exclusion difficult to contest. Transparent selection procedures, conflict-of-interest rules,

rotating leadership, and accessible appeals can preserve the coordinating benefits of central actors while limiting network capture.

Territorial scale is equally important because the administrative boundary of a town rarely corresponds to the social geography of everyday life. Residents may commute to larger cities, depend on relatives abroad, access services in neighbouring localities, or provide education and health functions for surrounding communes. A small town can lose population while remaining an essential centre for a wider functional area. Conversely, apparent institutional stability within the town may rest on the transfer of transport, care, and access costs to peripheral settlements. Resilience policies should consequently analyze mobility flows, school catchment areas, health-service use, labour markets, and intermunicipal dependencies. Cooperation can support shared transport, social services, cultural programs, emergency planning, and specialized staff that individual localities cannot sustain. However, collaboration must include rules for distributing costs, benefits, and representation. Without such safeguards, stronger municipalities may set priorities while smaller partners contribute resources without equivalent influence. Functional-area governance should complement, not erase, local democratic accountability.

The concept of social infrastructure further clarifies why institutional contraction has consequences beyond the loss of a particular service. Schools, libraries, cultural houses, parks, markets, clinics, and transport nodes create repeated encounters among people who might otherwise remain separated by age, occupation, neighbourhood, or social status. These settings enable information exchange, recognition, and low-intensity cooperation from which stronger bridging relations may develop. Their closure or deterioration can fragment networks even when residents continue to report strong attachment to place. Investment decisions should therefore consider relational value alongside immediate financial efficiency. A library may function simultaneously as an information centre, digital-access point, meeting place, and trusted intermediary. A school may connect families to social and health services in addition to its educational role. Protecting multifunctional institutions is especially important in declining localities, where the disappearance of a single site may remove several forms of access at once. Relational impact assessments could make these indirect consequences visible before services are centralized or withdrawn.

Measurement should distinguish between the capacity to mobilize and the fairness of the outcome produced. High participation rates, rapid fundraising, or dense association membership may indicate organizational strength, but they do not establish that vulnerable groups benefit. Resilience indicators should combine network diversity, service accessibility, institutional responsiveness, participation breadth, and distributional effects. They should also differentiate immediate response from long-term adaptation. A community may mobilize successfully during a crisis while failing to address the structural conditions that created unequal exposure. Conversely, gradual institutional improvements may be less visible but more consequential than a dramatic short-term campaign. Quantitative indicators can identify patterns, while interviews and observation reveal how residents interpret obligation, trust, exclusion, and change. Repeated measurement is necessary because networks evolve through migration, ageing, political turnover, and institutional reform. The objective is not to rank towns through a single resilience score, but to identify specific relational capacities, bottlenecks, and inequalities that can guide locally appropriate intervention.

For Romanian small towns, these arguments imply a development approach that links demographic policy to civic and institutional capacity. Programs addressing depopulation should not focus exclusively on investment attraction or return migration. They should also support childcare, eldercare, affordable transport, educational continuity, public spaces, and organizations capable of sustaining participation. Funding schemes need proportions and administrative requirements compatible with small municipal teams; otherwise, communities with the greatest needs may remain least able to apply. County and regional institutions can provide shared technical assistance without replacing local priority setting. National policy can encourage cooperation through stable multiannual financing rather than short competitive projects that exhaust local actors and disappear before

trust develops. Resilience becomes credible when residents can observe a relationship between participation and institutional response. This requires modest but reliable mechanisms: published timelines, named responsibilities, accessible progress information, explanations when plans change, and periodic opportunities for revision.

The broader sociological conclusion is that community resilience should be evaluated through the quality of relationships connecting solidarity, difference, and authority. Bonding ties sustain belonging and care; bridging ties expand the community's informational and cooperative range; linking ties connect local knowledge with institutions capable of allocating resources. None is sufficient in isolation, and each can generate exclusion when detached from transparency and inclusive participation. Migration and demographic change do not simply weaken these relations; they reorganize them across households, generations, territories, and national borders. Policy should therefore cultivate relational plurality and institutional accountability rather than attempting to restore an idealized, homogeneous community. A resilient small town is not one without conflict, departure, or dependency. It is one that can recognize unequal burdens, deliberate across social boundaries, mobilize internal and external resources, learn from previous action, and revise its institutions without excluding those who possess the least power to make their needs publicly visible.

5. CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

Community resilience in small-town Romania emerges from the interaction of internal solidarity, cross-group bridges, vertical institutional connections, and the capacity to learn. Social capital is neither automatically beneficial nor evenly distributed. Its effects depend on inclusion, power, and institutional design. Demographic decline and migration make these relational capacities more—not less—important.

Policy should protect multifunctional local institutions; fund cross-group and intergenerational initiatives; create transparent participatory channels; develop intermediaries for external funding and expertise; and include diaspora and return migrants through accountable partnerships. Future research should compare towns by demographic trajectory, network structure, service accessibility, and governance quality. Longitudinal designs are necessary because resilience is visible not only in immediate response but in whether communities retain the capacity to adapt without deepening exclusion.

REFERENCES

- Aldrich, D. P., & Meyer, M. A. (2015). Social capital and community resilience. *American Behavioral Scientist*, 59(2), 254–269. <https://doi.org/10.1177/0002764214550299>
- Bourdieu, P. (1986). The forms of capital. In J. G. Richardson (Ed.), *Handbook of theory and research for the sociology of education* (pp. 241–258). Greenwood.
- Coleman, J. S. (1988). Social capital in the creation of human capital. *American Journal of Sociology*, 94, S95–S120. <https://doi.org/10.1086/228943>
- Eurostat. (2025a). *Urban-rural Europe: Population projections*. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Urban-rural_Europe_-_population_projections
- Eurostat. (2025b). *Population structure and ageing*. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Population_structure_and_ageing
- Feraru, P. D. (2011). *Social costs of the external migration in Romania*. Lumen.
- Feraru, P. D. (2015). *Religion and migration in contemporary Romania: Case study—Romanians in Italy [Religie și migrație în România contemporană. Studiu de caz: Românii din Italia]*. Lumen.
- Feraru, P. D. (2019). *Social costs of external migration from Romania [Costuri sociale ale migrației externe din România]* (2nd ed.). Lumen.
- National Institute of Statistics. (2022, December 30). *Population and housing census, 2021: Provisional results*. <https://insse.ro/cms/en/content/population-and-housing-census-2021-provisional-results>
- Norris, F. H., Stevens, S. P., Pfefferbaum, B., Wyche, K. F., & Pfefferbaum, R. L. (2008). Community resilience as a metaphor, theory, set of capacities, and strategy for disaster readiness. *American Journal of Community Psychology*, 41, 127–150. <https://doi.org/10.1007/s10464-007-9156-6>
- Putnam, R. D. (2000). *Bowling alone: The collapse and revival of American community*. Simon & Schuster.
- Woolcock, M. (2001). The place of social capital in understanding social and economic outcomes. *Canadian Journal of Policy Research*, 2(1), 11–17.

DETERMINANTS OF HUMAN CAPITAL DEVELOPMENT IN THE DIGITAL ECONOMY**Professor Dr. Laura Diaconu (Maxim)****ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5745-3850>****E-mail: lauradiaconu_07@yahoo.com****Faculty of Economics and Business Administration,
“Alexandru Ioan Cuza” University of Iasi, Romania****Abstract**

The digital economy changes not only the technologies used in production but also the knowledge, skills and learning capacities of individuals. In this context, the development of human capital stock also depends on the interaction between formal, informal and non-formal education, on one hand, and digital competencies, and technological infrastructure, on the other hand. The purpose of this paper is to investigate the determinants of human capital development in the digital economy, focusing on the extent to which digitalization contributes to improvements in the quality and adaptability of human capital rather than merely increasing access to technology. In order to achieve this goal, we used a panel analysis of the 27 European Union member states for the period 2010-2024. Human capital development is proxied through a composite index constructed from tertiary educational attainment, adult participation in learning, employment in knowledge-intensive activities and the digital-skills dimension of the population. The explanatory variables include fixed broadband penetration, the proportion of individuals with at least basic digital skills, public expenditure on education, research and development expenditure and participation in lifelong learning. GDP per capita, unemployment and the share of the working-age population are included as control variables. Based on the literature review, we developed three research hypotheses which are tested using two-way fixed-effects panel regression with country and year effects. Robust standard errors are clustered at country level, while lagged explanatory variables are introduced to reduce concerns about reverse causality.

Key words: human capital, digital economy, EU states

**METHODOLOGICAL FOUNDATIONS OF TEACHING PHYSICS THROUGH DIGITAL
EDUCATIONAL TOOLS****Hilola Yusuf qizi Shoyzakova****PhD, Associate Professor (Dotsent); Doctoral Student, Gulistan State University, Uzbekistan
e-mail: khilolayusupovna@gmail.com****Abstract**

This article examines the methodological foundations of teaching physics with digital educational tools within the context of the ongoing digitalization of secondary and higher education. Based on a theoretical-methodological analysis of contemporary international and national research, the study systematizes the digital instruments used in physics didactics — interactive simulations, dynamic modeling environments, virtual and remote laboratories, interactive whiteboards, gamified learning environments, and learning management systems — and interprets their pedagogically sound use through the Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) framework and constructivist learning theory. A four-stage structural-methodological model is proposed for integrating digital tools into the logic of physics instruction — motivation, conceptual modeling, experimental verification, and reflection — together with the pedagogical conditions required for its effective implementation: teachers' digital-pedagogical competence, didactic adaptation of content, and infrastructural support. Particular attention is given to the state and prospects of physics-teaching digitalization in the Republic of Uzbekistan. The results can serve as a methodological basis for curriculum design, physics-teacher training programs, and further experimental research on the digitalization of physics didactics.

Keywords: physics education; digital educational tools; teaching methodology; TPACK; interactive simulations; virtual laboratory; digitalization of education.

1. Introduction

Contemporary school and university physics education faces a persistent didactic difficulty: the discipline's abstract, model-based content — fields, wave processes, quantum states, non-observable interactions — is difficult to visualize through traditional chalk-and-board instruction, and this is a well-documented source of students' misconceptions and declining motivation (Mayer & Girwicz, 2019). At the same time, the rapid development of digital technologies — interactive simulations, computer modeling environments, virtual and remote laboratories, mobile sensors, and learning management systems — has created a qualitatively new methodological resource for physics didactics. Converting this resource into a coherent teaching methodology, rather than an episodic use of separate applications, requires theoretical and methodological grounding, which is the subject of the present article.

The relevance of the problem is reinforced by national programs of educational digitalization, including in the Republic of Uzbekistan, where the transition to digital and e-learning platforms in higher education has been actively promoted in recent years (Usmonov, 2024; Turaeva, 2025; Sharipova, 2025). However, physics teachers, as several studies show, often use digital tools episodically and primarily as illustrative aids, without a methodology aligning tool selection with the logic of physics as a science and with the cognitive stages of concept formation (Lahme et al., 2023; Berdikulova, 2026). This gap between technological availability and methodological readiness constitutes the central scientific problem addressed in this study.

The aim of the article is to systematize the theoretical-methodological foundations of teaching physics using digital tools and to substantiate a structural model for their didactically grounded integration into the physics-teaching process. To achieve this aim, the following tasks were set: (1) to review and classify the digital instructional tools used in physics education; (2) to identify the theoretical frameworks — TPACK and constructivism — that underpin their methodologically sound application; (3) to propose a stage-based model integrating digital tools with the internal logic of physics instruction; and (4) to determine the pedagogical conditions and challenges of implementing this model, with particular reference to the Uzbek educational context.

2. Literature Review and Theoretical Framework

International research on the digital didactics of physics has developed along several converging lines. The first is the Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) framework, proposed by Mishra and Koehler (2006), which conceptualizes effective technology-integrated teaching as the intersection of technological, pedagogical, and content knowledge rather than technical proficiency alone. Building on this framework, Solvang and Haglund (2026) showed that preservice physics teachers' productive use of GeoGebra simulations requires reinterpreting a tool's technological affordances through the specific conceptual structure of the physics content taught. Mayer and Girwicz (2019) extended the Technology Acceptance Model with TPACK constructs, demonstrating that perceived pedagogical usefulness, not technical ease of use, predicts physics teachers' sustained adoption of multimedia applications.

A second line draws on constructivist learning theory, rooted in Vygotsky's (1978) sociocultural account of learning as a process mediated by tools and signs within a learner's zone of proximal development. Interactive simulation environments such as PhET are explicitly designed on constructivist premises, allowing students to construct conceptual understanding through guided exploration rather than passive observation. A recent meta-analysis by Fadillah et al. (2026) found a consistent, moderate-to-large positive effect of PhET-based instruction on conceptual understanding compared with traditional instruction, while noting that the effect size depends strongly on how tightly the simulation is scaffolded within the lesson — reinforcing the TPACK premise that pedagogical design, not the tool itself, determines effectiveness.

A third line concerns the digitalization of laboratory instruction. Lahme et al. (2023), in a trinational survey of physics-laboratory instructors, documented how digital transformation reshapes the learning objectives of

laboratory courses, revealing a tension between hands-on experimental skills and the growing use of remote and virtual experimentation, alongside new opportunities such as automated data acquisition. Related to this, Akhmetova, Sandibaeva, and Garnaeva (2025) showed that digital transformation of physics teaching, when methodologically well organized, fosters not only conceptual knowledge but also students' independent research skills.

A fourth line addresses motivational aspects. Gaurina, Alajbeg, and Weber (2025), in a controlled study of gamified elements in physics classroom instruction, found positive but moderated effects on motivation and engagement, dependent on students' prior interest and on game-mechanics quality. Complementary frameworks proposed by Orynassaruly, Dias, and Nurkenov (2026) and by Shehu et al. (2024) likewise argue for structuring physics instruction around a deliberate sequence of digital tools rather than their unsystematic insertion into an otherwise traditional lesson — a position directly informing the model proposed in Section 4.

Finally, national literature documents the specific conditions of Uzbekistan. Usmonov (2024), Turaeva (2025), and Sharipova (2025) describe the macro-level digitalization of Uzbek higher education — the expansion of e-learning platforms and smart-classroom infrastructure — while noting that subject-specific teaching methodology, particularly in physics, lags behind infrastructural investment. Berdikulova (2026) diagnoses the pedagogical problems of teaching mechanics under digitalization in Uzbekistan and identifies insufficient methodological training of teachers, rather than a lack of equipment, as the primary constraint. Taken together, the literature converges on three points structuring the remainder of this article: digital tools produce measurable, though moderated, gains in understanding and motivation when methodologically integrated; their effectiveness depends less on the tool itself than on the pedagogical design surrounding it; and, in the Uzbek context, methodological readiness — rather than technological availability — remains the principal barrier to implementation.

3. Research Methodology

This study is theoretical-methodological in character and employs a descriptive-analytical design based on systematic review, comparative-pedagogical analysis, and structural-logical modeling. The source base comprises peer-reviewed publications (predominantly 2019–2026) indexed in international repositories — IOPscience, the American Physical Society's Physical Review Physics Education Research, Springer, Frontiers, and MDPI — together with national scientific journals of Uzbekistan addressing educational digitalization. Sources were selected by three criteria: (1) relevance to physics-specific, rather than generic STEM, digital didactics; (2) a methodological rather than purely technical focus; and (3) deliberate inclusion of Uzbek sources to ground the analysis in the local context relevant to dissertation-level research attested under the requirements of the Higher Attestation Commission (OAK). Comparative analysis of the reviewed theoretical models (TPACK, constructivism) identified their common methodological implications, and structural-logical modeling was applied to construct the stage-based integration model presented in Section 4.2.

4. Results and Discussion

4.1. Classification of digital tools in physics didactics

Analysis of the reviewed literature allows digital instruments used in physics teaching to be classified into five functionally distinct categories, summarized in Table 1. The classification is organized not by technical type but by the didactic function each category performs, since a single tool may serve several functions depending on its pedagogical deployment.

Table 1. Classification of digital tools used in physics teaching methodology

Category	Primary didactic function	Representative tools / examples	Key sources
Interactive simulations	Visualization and manipulation of abstract physical models and processes	PhET Interactive Simulations, GeoGebra	Fadillah et al., 2026; Solvang & Haglund, 2026
Virtual and remote laboratories	Experimental verification without the constraints of physical apparatus	Remote-controlled experimental setups, virtual-experiment platforms	Lahme et al., 2023
Interactive whiteboards and multimedia	Multimodal explanation and real-time annotation of physical phenomena	Interactive whiteboards, multimedia presentation software	Mayer & Girwidz, 2019
Gamified learning environments	Motivation, engagement, and formative practice	Physics-based educational games, quiz and reward platforms	Gaurina, Alajbeg & Weber, 2025
Learning management systems (LMS)	Content delivery, assessment, and learning analytics	Institutional e-learning platforms, smart-classroom systems	Usmonov, 2024; Turaeva, 2025

4.2. A stage-based methodological model for integrating digital tools

Building on the TPACK and constructivist frameworks discussed in Section 2, this study proposes a four-stage structural-methodological model that aligns the categories of digital tools identified in Table 1 with the internal cognitive logic of a physics lesson, rather than treating digital-tool use as an undifferentiated add-on to traditional instruction.

At the motivation and problem-setting stage, a short interactive simulation, video, or gamified challenge is used to create a cognitive conflict connected to an observable physical phenomenon, activating students' prior conceptions before formal instruction begins. At the conceptual modeling stage, interactive simulation and dynamic-modeling tools, such as PhET or GeoGebra, allow students to manipulate variables and directly observe cause-and-effect relationships, constructing an internal mental model of the physical process in accordance with constructivist principles rather than receiving it in finished form. At the experimental verification stage, virtual, remote, or hybrid laboratory work is used to compare the predictions of the constructed model with measured data, thereby developing both conceptual understanding and independent research skills (Akhmetova et al., 2025). Finally, at the reflection, assessment, and consolidation stage, learning-management-system-based quizzes and gamified assessment tools provide immediate feedback and analytics that support differentiated instruction and identify residual misconceptions.

This model operationalizes the TPACK triad at every stage: technological knowledge governs the selection of an appropriate tool for the stage; pedagogical knowledge governs its scaffolding and sequencing within the lesson; and content knowledge of physics ensures that the internal logic of the discipline, rather than the novelty of the technology, governs the instructional decision. The model is intended as a methodological framework applicable to lesson design, curriculum development, and physics-teacher training, and, as discussed in Section 5, requires further empirical validation.

4.3. Pedagogical conditions and challenges

Effective implementation of the proposed model depends on several pedagogical conditions identified across the reviewed literature. First, teachers' digital-pedagogical competence, understood in TPACK terms, is a prerequisite rather than a byproduct of digital-tool availability; Berdikulova (2026) documents that Uzbek physics teachers often possess adequate technical access but insufficient methodological training in didactic integration. Second, content adaptation is required, since not every digital tool can substitute for physical experimentation: Lahme et al. (2023) report instructors' concerns about the erosion of hands-on skills under full virtualization, supporting a blended rather than fully virtual approach. Third, infrastructural and regional equity remain a constraint, with national studies noting persistent disparities between urban and regional institutions in Uzbekistan (Sharipova, 2025; Turaeva, 2025). Fourth, curriculum and assessment alignment is necessary, since LMS-based and gamified assessment tools must be integrated into official curricular standards rather than operated in parallel to them. These conditions indicate that digitalizing physics teaching is, above all, a methodological and organizational task, and only secondarily a technical one.

5. Conclusion

The theoretical-methodological analysis presented in this article demonstrates that digital tools are transforming the didactics of physics, but that their pedagogical effectiveness is contingent on methodologically grounded integration rather than on technology as such. The TPACK framework and constructivist learning theory together provide a coherent theoretical basis for such integration, explaining why identical digital tools produce markedly different educational outcomes depending on the pedagogical design surrounding their use. The four-stage model proposed here — motivation, conceptual modeling, experimental verification, and reflection — offers a practical framework for aligning categories of digital tools with the cognitive logic of physics instruction, and can inform curriculum design, physics-teacher training, and educational-methodological complexes in Uzbekistan. The analysis confirms that, in the Uzbek context specifically, teachers' methodological readiness, rather than infrastructure availability, is the principal barrier to implementation. Future research should pursue empirical, pedagogical-experimental verification of the model through controlled classroom studies, as the next stage of this dissertation research.

References

1. Akhmetova, N., Sandibaeva, N., & Garnaeva, G. (2025). Formation of students' research skills in digital transformation of physics teaching. *Periodicals of Engineering and Natural Sciences*, 13(2), 473–488.
2. Berdikulova, Sh. E. (2026). Digitalization-based pedagogical problems in teaching mechanics in Uzbekistan and ways to overcome them. *Excellencia: International Multi-disciplinary Journal of Education*, 4(1), 107–111.
3. Fadillah, M. A., Alawyah, K., Syafrijon, S., & Usmeldi, U. (2026). Meta-analysis of the effectiveness of PhET simulations in physics education. *International Journal of Online and Biomedical Engineering*, 22(2), 21–37. <https://doi.org/10.3991/ijoe.v22i02.59007>
4. Gaurina, M., Alajbeg, A., & Weber, I. (2025). The power of play: Investigating the effects of gamification on motivation and engagement in physics classroom. *Education Sciences*, 15(1), 104. <https://doi.org/10.3390/educsci15010104>
5. Hattie, J. (2009). *Visible Learning: A Synthesis of Over 800 Meta-Analyses Relating to Achievement*. London: Routledge.
6. Lahme, S. Z., Klein, P., Lehtinen, A., Müller, A., Pirinen, P., Rončević, L., & Sušac, A. (2023). Physics lab courses under digital transformation: A trinational survey among university lab instructors about the role of new digital technologies and learning objectives. *Physical Review Physics Education Research*, 19(2), 020159. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.19.020159>
7. Mayer, P., & Girwidz, R. (2019). Physics teachers' acceptance of multimedia applications — Adaptation of the technology acceptance model to investigate the influence of TPACK on physics teachers' acceptance behavior of multimedia applications. *Frontiers in Education*, 4, Article 460698. <https://doi.org/10.3389/educ.2019.00073>
8. Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017–1054.

**FORMATION OF PHYSICS STUDENTS' EXPERIMENTAL-RESEARCH COMPETENCE
THROUGH VIRTUAL AND REMOTE LABORATORY TECHNOLOGIES****Hilola Yusuf qizi Shoyzakova****PhD, Associate Professor (Dotsent); Doctoral Student, Gulistan State University, Uzbekistan****e-mail: khilolayusupovna@gmail.com****Abstract**

This article addresses the methodological problem of forming physics students' experimental-research competence — the ability to formulate hypotheses, design and conduct measurements, process data, and argue conclusions — under conditions of the digitalization of laboratory instruction. Based on a theoretical-methodological analysis of contemporary research on virtual, remote, and blended laboratory technologies, the study interprets their pedagogically sound integration through the Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) framework and Vygotsky's constructivist theory of mediated learning. Comparative evidence from controlled and meta-analytic studies indicates that virtual and remote laboratories can match or exceed traditional instruction in developing conceptual understanding, while a purely virtual approach risks eroding tacit hands-on experimental skills unless deliberately combined with physical experimentation. Building on this evidence, the article proposes, and illustrates through original diagrams, a five-stage structural-logical model — orientation-motivational, virtual modeling and hypothesis, remote/hybrid experimental verification, data processing and research reporting, and reflective-evaluative — for the systematic formation of experimental-research competence. The pedagogical conditions required for implementing this model in the Republic of Uzbekistan are also discussed. The results can inform physics curriculum design, laboratory-course methodology, and physics-teacher training programs.

Keywords: physics education; experimental-research competence; virtual laboratory; remote laboratory; blended learning; TPACK; inquiry-based learning.

Introduction

Laboratory and experimental work occupies a special place in physics education, since it is precisely through hypothesis formulation, measurement, data processing, and argued conclusions that physics functions as an empirical science rather than a body of formulas to be memorized. However, physical laboratory instruction is frequently constrained by equipment cost, safety requirements, scheduling, and, in many regional institutions, infrastructural gaps (Sharipova, 2025; Turaeva, 2025). Virtual simulation-based laboratories and remote-controlled real instruments have consequently emerged as a methodological resource capable of extending, though not automatically replacing, physical experimentation.

The relevance of the problem is reinforced by national programs of educational digitalization in the Republic of Uzbekistan (Usmonov, 2024; Turaeva, 2025). Yet the research literature has not settled the methodological question of how virtual, remote, and physical experimental modalities should be combined without weakening the authentic experimental-research competence that laboratory instruction is meant to develop (Lahme et al., 2023; Husnaini & Chen, 2019). This gap — the absence of a structured methodology sequencing digital and physical experimental modalities toward the systematic formation of students' research competence — constitutes the problem addressed in this article.

The aim of the article is to substantiate a theoretical-methodological model for forming physics students' experimental-research competence through virtual and remote laboratory technologies. The tasks are: (1) to compare the pedagogical affordances of virtual, remote, and physical laboratory modalities; (2) to establish their theoretical basis in TPACK and constructivist learning theory; (3) to propose and diagrammatically illustrate a stage-based model for developing experimental-research competence; and (4) to determine the pedagogical conditions and challenges of implementing this model, with reference to Uzbekistan.

The theoretical basis of this study rests on two frameworks. The first is Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK), proposed by Mishra and Koehler (2006), which treats effective technology-integrated teaching as the intersection of technological, pedagogical, and content knowledge. Applied to laboratory pedagogy specifically, as illustrated in Figure 1, this intersection defines the competence required to design a digitally-integrated laboratory sequence, rather than to operate a simulation or remote instrument in isolation. The second is Vygotsky's (1978) constructivist account of learning as mediated by tools within a learner's zone of proximal development; interactive modeling tools such as GeoGebra are explicitly designed on this premise, requiring the teacher to reinterpret their affordances through the physics content taught (Solvang & Haglund, 2026).

Comparative empirical studies provide the evidentiary basis for the model proposed below. Husnaini and Chen (2019), comparing guided-inquiry virtual and physical laboratories, found that the virtual-laboratory group achieved higher conceptual understanding and scientific self-efficacy, while the physical-laboratory group performed better on specific inquiry-process measures, with enjoyment comparable across formats — a result that argues against treating either modality as a full substitute for the other. Papalazarou, Lefkos, and Fachantidis (2024) similarly found that the relative effectiveness of physical versus virtual inquiry experiments on students' attitudes and learning depends on the type of experimental task, reinforcing the case for a deliberately sequenced, rather than exclusive, use of each modality. A meta-analysis by Fitriah and Zawani (2024) further confirmed that virtual laboratory media produce consistent gains in conceptual understanding and higher-order thinking skills across multiple studies, while a complementary meta-analysis of simulation-based instruction by Fadillah et al. (2026) showed that such gains depend on how tightly the digital activity is pedagogically scaffolded.

At the same time, Lahme et al. (2023), in a trinational survey of university laboratory instructors, documented growing concern that full virtualization of laboratory courses risks eroding tacit hands-on experimental skills, supporting a blended rather than exclusively virtual model. Akhmetova, Sandibaeva, and Garnaeva (2025)

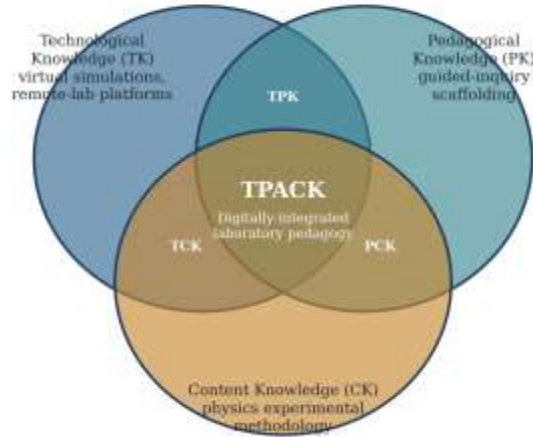
showed that digital transformation of physics teaching, when methodologically well organized, fosters students' independent research skills specifically, not only conceptual knowledge — directly motivating the competence-formation focus of the present study.

National literature situates this problem within Uzbekistan. Usmonov (2024), Turaeva (2025), and Sharipova (2025) document the expansion of e-learning and smart-classroom infrastructure in Uzbek higher education, while Berdikulova (2026) shows that Uzbek physics teachers' constraint is predominantly methodological rather than technical: teachers possess access to digital tools but lack a systematic methodology for sequencing them with physical laboratory work. Taken together, the reviewed literature converges on the position elaborated in Section 4: neither purely virtual nor purely physical laboratory instruction alone reliably develops the full spectrum of experimental-research competence, which instead requires a deliberately staged, TPACK-grounded combination of both.

This study is theoretical-methodological in character, employing a descriptive-analytical design based on systematic review, comparative-pedagogical analysis, and structural-logical modeling. The source base comprises peer-reviewed publications (predominantly 2019–2026) from international repositories — the American Physical Society's Physical Review Physics Education Research, Springer, and other indexed science-education journals — together with Uzbek national scientific journals addressing educational digitalization. Sources were selected by three criteria: (1) direct relevance to laboratory- and experiment-based physics pedagogy, rather than digital tools in general; (2) an empirical or theoretical focus on comparing or combining virtual, remote, and physical experimental modalities; and (3) deliberate inclusion of Uzbek sources to ground the analysis in the local context relevant to dissertation-level research attested under the requirements of the Higher Attestation Commission (OAK). Structural-logical modeling was applied to construct the theoretical model (Figure 1) and the stage-based competence-formation model (Figure 2) presented in Section

Figure 1 adapts the TPACK framework to the specific case of laboratory pedagogy. Technological knowledge concerns fluency with simulation and remote-instrument platforms; pedagogical knowledge concerns the ability to scaffold guided inquiry; and content knowledge concerns physics experimental methodology as such — knowing, for instance, which physical quantities a given simulation validly models and where its idealizations diverge from a real instrument. The pairwise intersections are pedagogically consequential in their own right: technological–content knowledge (TCK) determines whether a teacher can judge a simulation's fidelity to the phenomenon being taught; technological–pedagogical knowledge (TPK) determines how a remote-instrument session is scaffolded; and pedagogical–content knowledge (PCK) concerns anticipating students' characteristic experimental misconceptions. Only the central intersection — full TPACK — corresponds to the competence required to design the blended sequence proposed in Section 4.2.

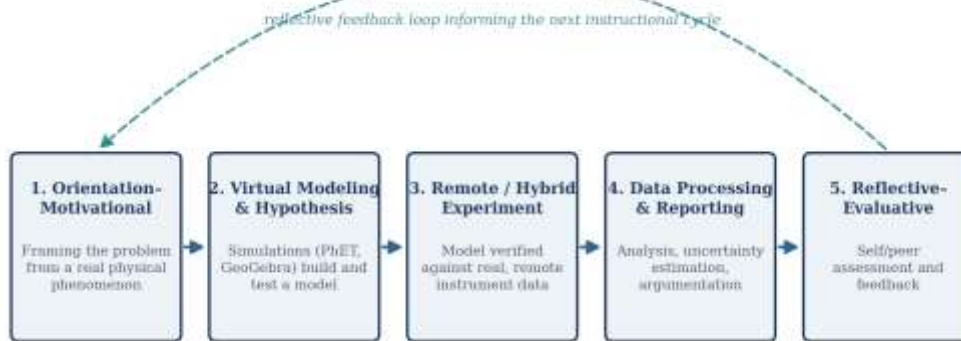
Figure 1. TPACK framework applied to digitally-integrated physics laboratory pedagogy (adapted from Mishra & Koehler, 2006)



4.2. A five-stage model for forming experimental-research competence

Building on the comparative evidence reviewed in Section 2, Figure 2 proposes a five-stage structural-logical model that sequences virtual, remote, and reflective activity toward the systematic formation of experimental-research competence, rather than treating any single modality as sufficient on its own.

Figure 2. Structural-logical model for forming physics students' experimental-research competence through virtual and remote laboratory technologies



At the orientation-motivational stage, the problem is framed from an observable physical phenomenon, activating students' prior conceptions. At the virtual modeling and hypothesis stage, interactive simulations such as PhET or GeoGebra allow students to construct and test a preliminary model, consistent with the constructivist premise that understanding is built through guided manipulation rather than received in finished form (Fadillah et al., 2026; Fitriah & Zawanis, 2024). At the remote or hybrid experimental stage, this model is verified against data obtained from a real, remotely accessed instrument, directly addressing the concern that virtual modeling alone cannot substitute for engagement with authentic experimental uncertainty (Lahme et al., 2023; Husnaini & Chen, 2019). At the data-processing and research-reporting stage, students perform quantitative analysis, estimate measurement uncertainty, and construct an evidence-based argument — the specific skills that Akhmetova et al. (2025) identify as the outcome of well-organized digital transformation of laboratory teaching. Finally, the reflective-evaluative stage closes a feedback loop, shown by the dashed arc in Figure 2, in which self- and peer assessment identify residual misconceptions and inform the framing of the next instructional cycle.

4.3. Pedagogical conditions and challenges

Implementing this model depends on several conditions identified in the reviewed literature. Teachers require laboratory-specific TPACK competence, not general digital fluency; shows this methodological competence, rather than equipment access, is the binding constraint among Uzbek physics teachers. The balance between modalities must be deliberately managed, since Lahme et al. and Husnaini and Chen both indicate that hands-on experimental skill can erode under full virtualization, which is why Stage 3 of the proposed model requires remote or hybrid, rather than purely virtual, verification. Infrastructural and regional equity remains a constraint in Uzbekistan, with persistent disparities between urban and regional institutions making remote-access laboratories — which require less local equipment duplication than fully equipped physical labs — a particularly relevant intermediate solution. Finally, assessment of experimental-research competence must be aligned with official curricular standards rather than treated as an informal addition to them.

This theoretical-methodological analysis shows that virtual and remote laboratory technologies do not simply substitute for physical experimentation in physics education; their pedagogical value lies in how they are sequenced with it. Comparative research indicates that virtual and remote formats can match or exceed traditional instruction in building conceptual understanding, while unmediated hands-on engagement remains necessary for the tacit dimensions of experimental skill — a tension that the five-stage model proposed here, grounded in TPACK and constructivist learning theory, resolves through deliberate staging rather than through a choice between formats. The model, together with the identified pedagogical conditions, can inform the methodology of physics laboratory courses, curriculum design, and physics-teacher training in Uzbekistan, extending the digital-tools methodology examined in the author's companion analysis of physics teaching more broadly. Future research should pursue the empirical, pedagogical-experimental verification of the model's effect on measured experimental-research competence, as the next stage of this dissertation research.

References

1. Akhmetova, N., Sandibaeva, N., & Garnaeva, G. (2025). Formation of students' research skills in digital transformation of physics teaching. *Periodicals of Engineering and Natural Sciences*, 13(2), 473–488.
2. Berdikulova, Sh. E. (2026). Digitalization-based pedagogical problems in teaching mechanics in Uzbekistan and ways to overcome them. *Excellencia: International Multi-disciplinary Journal of Education*, 4(1), 107–111.
3. Fadillah, M. A., Alawyah, K., Syafrijon, S., & Usmeldi, U. (2026). Meta-analysis of the effectiveness of PhET simulations in physics education. *International Journal of Online and Biomedical Engineering*, 22(2), 21–37. <https://doi.org/10.3991/ijoe.v22i02.59007>
4. Fitriah, I., & Zawanis, S. F. (2024). The effectiveness of virtual laboratory media in physics education: A meta-analysis on students' conceptual understanding and higher-order thinking skills. *ISEJ: Indonesian Science Education Journal*, 5(2), 65–74. <https://doi.org/10.62159/isej.v5i2.1761>
5. Hattie, J. (2009). *Visible Learning: A Synthesis of Over 800 Meta-Analyses Relating to Achievement*. London: Routledge.
6. Husnaini, S. J., & Chen, S. (2019). Effects of guided inquiry virtual and physical laboratories on conceptual understanding, inquiry performance, scientific inquiry self-efficacy, and enjoyment. *Physical Review Physics Education Research*, 15(1), 010119. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.15.010119>
7. Lahme, S. Z., Klein, P., Lehtinen, A., Müller, A., Pirinen, P., Rončević, L., & Sušac, A. (2023). Physics lab courses under digital transformation: A trinational survey among university lab instructors about the role of new digital technologies and learning objectives. *Physical Review Physics Education Research*, 19(2), 020159. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.19.020159>
8. Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017–1054.

METHODOLOGICAL FOUNDATIONS OF INTERDISCIPLINARY (STEM-ORIENTED) INTEGRATION IN PHYSICS TEACHING

Gulmira Saparova

Base Doctoral Student (Tayanch Doktorant), Gulistan State University, Uzbekistan

Abstract

This article examines the methodological foundations of interdisciplinary integration in physics teaching, understood as the systematic connection of physics content with mathematics, technology, and engineering practice within a single instructional design, in line with the international STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) movement. Based on a theoretical-methodological analysis of contemporary international and Uzbek research, the study distinguishes four levels of integration — disciplinary, multidisciplinary, interdisciplinary, and transdisciplinary — and interprets their pedagogically sound application through transfer-of-learning theory and constructivist learning theory. Comparative evidence indicates that integration produces measurable gains in conceptual understanding and twenty-first-century skills only when bridging between subjects is made explicit and scaffolded, rather than left to spontaneous student inference. Building on this evidence, the article formulates four methodological principles for designing interdisciplinary physics instruction and discusses the pedagogical conditions required for their implementation, with particular attention to curricular, assessment, and teacher-training constraints in the Republic of Uzbekistan. The results can inform physics curriculum design, integrated-lesson methodology, and physics-teacher training programs.

Keywords: physics education; interdisciplinary integration; STEM education; teaching methodology; transfer of learning; integrated curriculum.

1. Introduction

Physics is inherently a cross-disciplinary science: its concepts are formalized through mathematics and applied through technology and engineering practice. Yet in most school and university curricula physics is taught as an isolated subject, disconnected in timing and terminology from parallel courses in mathematics and technology. This isolation produces what cognitive research calls inert knowledge — facts and procedures that students can reproduce within a physics lesson but fail to transfer to a mathematics problem, an engineering task, or a real-world situation employing the same underlying concept (Perkins & Salomon, 1992). The international STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) movement formalized the pedagogical response to this problem, arguing that disciplines should be deliberately integrated rather than taught in parallel (Sanders, 2009).

The relevance of this problem is reinforced by growing attention to interdisciplinary and STEM-oriented instruction in the Republic of Uzbekistan, within the broader context of educational modernization (Usmonov, 2024; Turaeva, 2025; Sharipova, 2025). Recent Uzbek studies confirm local interest in integrating physics with related subjects (Saidov & Barayeva, 2026; Begmatova & Yakubova, 2024), yet, as in the international literature, integration in practice is often superficial — limited to a passing cross-reference rather than a genuine joint application of concepts and methods (Berdikulova, 2026). This gap between the stated goal of interdisciplinary teaching and a systematic methodology for achieving it constitutes the problem addressed in this article.

The aim of the article is to substantiate the methodological foundations of interdisciplinary (STEM-oriented) integration in physics teaching. The tasks are: (1) to distinguish and classify the levels of interdisciplinary integration applicable to physics instruction; (2) to establish their theoretical basis in transfer-of-learning and constructivist theory; (3) to formulate methodological principles for designing genuinely, rather than superficially, integrated physics lessons; and (4) to determine the pedagogical conditions and challenges of implementing such integration, with particular reference to Uzbekistan.

2. Literature Review and Theoretical Framework

The theoretical basis of this study rests on two complementary frameworks. The first is the theory of transfer of learning developed by Perkins and Salomon (1992), which distinguishes low-road transfer — the automatic application of well-practiced skills to near-identical situations — from high-road transfer, which requires the deliberate, reflective abstraction of a principle from one context so that it can be applied in another. Genuine interdisciplinary integration in physics teaching depends on designing explicitly for high-road transfer between physics and mathematics or technology, rather than assuming it will occur spontaneously. The second is Vygotsky's (1978) constructivist account of learning as mediated by tools and signs; shared representations — graphs, equations, and diagrams used consistently across physics and mathematics instruction — function as such mediating tools, bridging the two subjects in a learner's developing understanding.

Sanders (2009) and Drake and Burns (2004) together provide the taxonomy of integration levels adopted in Section 4.1, distinguishing disciplinary, multidisciplinary, interdisciplinary, and transdisciplinary instruction by the depth to which subject boundaries are dissolved around a shared task. Empirical studies illustrate this taxonomy in physics contexts. Domínguez, De la Garza, Quezada-Espinoza, and Zavala (2024), studying an integrated physics-and-mathematics modeling course for engineering students, found that students could construct a correct theoretical model of a ramp experiment yet still fail to translate it into a successful physical outcome — evidence that interdisciplinary competence must be explicitly taught and assessed, not assumed to follow automatically from disciplinary competence in each subject separately. Lin, Wang, and Wu (2019) designed and implemented interdisciplinary STEM instruction teaching programming through computational physics, showing that carefully structured bridging activities between physics and computer science produced gains that neither subject taught alone achieved. A systematic literature review by Wulandari and Pujiyanto (2025) confirmed that STEM-integrated physics instruction improves twenty-first-century skills such as critical thinking

and collaboration, while noting that the magnitude of the effect depends strongly on the depth of integration and on teachers' preparedness to design genuinely joint tasks rather than superficial ones.

Mishra and Koehler's (2006) TPACK framework remains relevant here in an extended sense: designing an interdisciplinary physics lesson requires a teacher to hold not only technological, pedagogical, and physics content knowledge, but also a working knowledge of the partner discipline's content and representations, a demand that Berdikulova (2026) finds is not yet systematically addressed in Uzbek physics-teacher training. National studies illustrate both the opportunity and the gap: Saidov and Barrayeva (2026) propose concrete mechanisms for implementing interdisciplinary integration within physics lessons in Uzbek schools, while Begmatova and Yakubova (2024) present a case study integrating physics and geography around the topic of Earth's magnetic field. Taken together, the reviewed literature converges on the position elaborated in Section 4: interdisciplinary integration reliably improves physics learning outcomes only when it is designed as an explicit, assessed instructional target at a defined level of depth, rather than left as an incidental by-product of covering related topics.

3. Research Methodology

This study is theoretical-methodological in character, employing a descriptive-analytical design based on systematic review, comparative-pedagogical analysis, and structural-logical modeling. The source base comprises peer-reviewed publications (predominantly 2019–2026) from international repositories — including MDPI's Education Sciences, Springer, and other indexed science-education journals — together with Uzbek national scientific journals addressing physics teaching methodology. Sources were selected by three criteria: (1) direct relevance to interdisciplinary or STEM-oriented physics pedagogy, rather than digital tools or single-subject methodology in general; (2) an empirical or theoretical focus on mechanisms of cross-disciplinary integration and transfer; and (3) deliberate inclusion of Uzbek sources to ground the analysis in the local context relevant to dissertation-level research attested under the requirements of the Higher Attestation Commission (OAK). Comparative analysis of the reviewed taxonomies and theoretical models identified their common methodological implications, and structural-logical modeling was applied to construct the classification (Table 1) and the methodological principles presented in Section 4.2.

4. Results and Discussion

4.1. Levels of interdisciplinary integration in physics teaching

Analysis of the reviewed literature allows interdisciplinary practice in physics teaching to be classified into four levels, summarized in Table 1. The levels form a continuum of increasing integration depth, and the classification is methodologically significant because the same nominal activity — for example, a lesson referencing both physics and mathematics — can occupy any of these levels depending on whether the two subjects merely coexist or are jointly applied to a shared problem.

Table 1. Levels of interdisciplinary integration in physics teaching

Level	Defining feature	Example in physics teaching	Key sources
Disciplinary	Physics taught with no explicit reference to other subjects	Standard derivation and problem set on projectile motion	Sanders, 2009
Multidisciplinary	Related subjects addressed side by side, without a shared task	Physics and geography separately cover the same phenomenon	Drake & Burns, 2004
Interdisciplinary	Concepts and methods of two or more subjects jointly applied to one problem	Modeling a ramp experiment with physics and mathematics together	Domínguez et al., 2024; Saidov & Barrayeva, 2026
Transdisciplinary	Disciplinary boundaries dissolve into a single authentic, real-world project	Computational-physics programming project spanning physics and engineering	Lin, Wang & Wu, 2019

4.2. Methodological principles for designing integrated physics instruction

Building on the transfer-of-learning and constructivist frameworks discussed in Section 2, this study formulates four methodological principles that distinguish genuine interdisciplinary integration, at the levels defined in Table 1, from superficial cross-referencing. First, the principle of explicit bridging requires that connections between physics and the partner discipline be stated and taught directly, rather than left for students to infer, since Domínguez et al. (2024) show that even competent modeling in one subject does not automatically transfer to the other. Second, the principle of the shared authentic task requires organizing instruction around a single real-world problem that genuinely requires both disciplines' methods, following the transdisciplinary, project-based model illustrated by Lin et al. (2019), rather than sequencing separate single-subject exercises. Third, the principle of shared representation requires consistent use of the same graphs, equations, and diagrams across physics and mathematics instruction, operationalizing Vygotsky's (1978) account of tool-mediated learning as a concrete bridge between subjects. Fourth, the principle of integrated assessment requires that student work be evaluated on its cross-disciplinary competence specifically, not solely on physics content knowledge, since Wulandari and Pujianto (2025) found that integration effects on twenty-first-century skills are strongest where such skills are explicitly assessed.

Applied to a physics lesson, these principles imply a sequence in which a shared problem is first posed (for example, modeling a projectile's trajectory), then jointly developed using physics reasoning and mathematical formalism side by side, then verified against physical or technological constraints, and finally assessed on both disciplinary and integrative dimensions. This sequence operationalizes the interdisciplinary and transdisciplinary levels of Table 1 as an actionable lesson structure rather than as an abstract classification, and is consistent with the mechanisms for interdisciplinary integration proposed for Uzbek physics lessons by Saidov and Barrayeva (2026).

4.3. Pedagogical conditions and challenges

Implementing this model depends on several conditions identified across the reviewed literature. Teachers require, in addition to physics-specific TPACK, a working familiarity with the partner discipline's content and

representations; Berdikulova (2026) finds this cross-disciplinary methodological competence, rather than a lack of interest, to be the binding constraint among Uzbek physics teachers. Curricular and timetable structures must permit joint or coordinated planning between physics and mathematics or technology teachers, since interdisciplinary lessons are difficult to sustain when subjects are scheduled and assessed in complete isolation from one another. Assessment systems must be adapted to credit integrative competence explicitly, in line with the fourth principle above, rather than defaulting to single-subject testing that structurally discourages integration. Finally, infrastructural and regional disparities noted in the broader Uzbek digitalization literature (Sharipova, 2025; Turaeva, 2025) also condition access to the technology- and engineering-based tasks that transdisciplinary integration typically requires. These conditions indicate that interdisciplinary integration in physics teaching is, above all, an organizational and methodological task requiring coordination beyond a single teacher or subject.

5. Conclusion

The theoretical-methodological analysis presented in this article demonstrates that interdisciplinary integration improves physics learning outcomes only when it is designed as an explicit instructional target at a defined depth, rather than pursued as an incidental cross-reference between subjects. The four-level taxonomy proposed in Table 1, together with the four methodological principles formulated in Section 4.2 — explicit bridging, the shared authentic task, shared representation, and integrated assessment — provide a coherent, actionable framework for moving physics instruction from superficial multidisciplinary coexistence toward genuine interdisciplinary and transdisciplinary practice. Grounded in transfer-of-learning and constructivist theory, this framework can inform physics curriculum design, integrated-lesson methodology, and physics-teacher training programs in the Republic of Uzbekistan. The analysis confirms that, in the Uzbek context specifically, teachers' cross-disciplinary methodological competence and curricular coordination, rather than a lack of interest in integration, remain the principal barriers to implementation. Future research should pursue the empirical, pedagogical-experimental verification of the proposed principles' effect on measured interdisciplinary competence, as the next stage of this dissertation research.

References

1. Begmatova, D. A., & Yakubova, B. A. (2024). Integrated approach in teaching the subject "Earth's Magnetic Field." *Uzbek Journal of Modern Physics*, 1(1), 41–46.
2. Berdikulova, Sh. E. (2026). Digitalization-based pedagogical problems in teaching mechanics in Uzbekistan and ways to overcome them. *Excellencia: International Multi-disciplinary Journal of Education*, 4(1), 107–111.
3. Domínguez, A., De la Garza, J., Quezada-Espinoza, M., & Zavala, G. (2024). Integration of physics and mathematics in STEM education: Use of modeling. *Education Sciences*, 14(1), 20. <https://doi.org/10.3390/educsci14010020>
4. Drake, S. M., & Burns, R. C. (2004). *Meeting Standards Through Integrated Curriculum*. Alexandria, VA: ASCD.
5. Hattie, J. (2009). *Visible Learning: A Synthesis of Over 800 Meta-Analyses Relating to Achievement*. London: Routledge.
6. Lin, Y.-T., Wang, M.-T., & Wu, C.-C. (2019). Design and implementation of interdisciplinary STEM instruction: Teaching programming by computational physics. *The Asia-Pacific Education Researcher*, 28(1), 77–91. <https://doi.org/10.1007/s40299-018-0415-0>
7. Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017–1054.

CHALLENGES AND STRATEGIES FOR IMPROVING THE HOUSING SUPPLY IN THE COMMUNE OF ADJARRA IN BENIN

ADELAOUN Jean Raphaël ¹, TCHAOU Sévégni Brice ¹ OGOUWALE Romaric ¹, WOKOU Guy ¹,
DOVENON Vincent Kossi ¹, and OLOHOUNGBAMI Jeanne Grâce ¹

¹Department of Geography and Territorial Planning, Faculty of Letters, Arts and Human Sciences
(FLASH); University of Abomey-Calavi, Benin.

Abstract

This study analyzes the difficulties affecting housing supply in the Municipality of Adjarra , a peripheral municipality of the city of Porto-Novo in Benin subject to strong urban pressure, and proposed strategies to improve it . It aims to assess the contribution of local authorities to housing management, to identify the difficulties encountered by tenants and landlord- investors , and to formulate improvement strategies tailored to each category of stakeholders.

The methodological approach combines documentary research , data collection through a questionnaire administered with the KoboCollect application, interviews with resource persons , and analysis of the results using the SWOT model (Strengths - Weaknesses - Opportunities - Threats). The study was carried out in three districts selected on the basis of relevant criteria (Adjarra II, Honvié and Médédjonou), covering 386 households surveyed (298 owners and 65 tenants), together with 20 interviews with local authorities.

The results show that tenants in the Municipality of Adjarra face four main difficulties: rising rent (30 cases), low housing availability (25 cases), inadequate location (7 cases) and other various problems (16 boxes). According to 95.31% of respondents , landlords regularly raise rents , an increase attributable to the establishment of university and socio- community infrastructure and the proximity of the capital Porto-Novo. On the landlord-investor side , uncertain tenant solvency , high construction material and plot costs , and the economic climate are the main constraints . Local authorities confirm that most construction takes place without authorization or a building permit, in a municipality that is not yet fully surveyed and platted . In response to these problems , improvement strategies are proposed for municipal authorities , the Housing Land Agency, landlords and tenants, notably the formalization of rental contracts , the streamlining of land procedures , tax incentives and better contract oversight .

Keywords: Municipality of Adjarra, housing supply, difficulties, improvement strategies.

1- Introduction and justification of the topic

The housing issue remains a major global concern, one that is expected to affect developing countries even more in the coming decades (S. Dauvergne, 2011, p. 391). The African continent, which has been the least urbanized until now, is projected to see its urbanization rate rise from 40% in 2014 to 55.9% in 2050 (United Nations, 2014), a growth that is intensifying the pressure on the housing supply everywhere.

This dynamic has not spared Benin, whose population increased from 6,769,714 to 10,008,749 inhabitants between 2002 and 2013, representing a growth rate of 3.5% (INStAD , 2015). The resulting urban pressure translates into financial inaccessibility and inadequate housing, particularly in Abomey-Calavi, Cotonou, Porto-Novo, and Parakou. In recent years, the urban pressure of Porto-Novo has extended beyond the city limits and is now affecting the surrounding municipalities in the northeast, including Adjarra (Y. Godonou , 2011, p. 87).

The Commune of Adjarra , subject to this pressure, is experiencing a growing demand for housing driven by its proximity to Nigeria and Porto-Novo, the increasing number of households, and the establishment of university infrastructure (FLASH, INJEPS, ESPAM). While this dynamic has fostered an expanding housing supply, it has also been accompanied by numerous difficulties for both tenants and investor landlords, and raises questions about the capacity of local authorities to regulate this market. This research therefore aims to assess the contribution of local authorities, identify the difficulties encountered by housing stakeholders, and formulate strategies to improve the housing supply in the Commune of Adjarra .

The main questions this study aims to answer are: What is the role of local authorities in managing the housing supply? What difficulties do tenants and investor landlords face? What strategies would improve the housing supply in the Commune of Adjarra ? The Commune of Adjarra , located in the southeast of the Ouémé department, 38 km from Cotonou and 7 km from Porto-Novo, on the Benin- Nigeria border, covers 112 km² and comprises six districts (Adjarra 1, Adjarra 2, Aglogbè , Honvié , Malanhoui , and Médédjonou). Figure 1 presents the geographical and administrative layout of the Commune.



Figure 1: Geographical and administrative situation of the Commune of Adjarra

2- Methodological approach

The methodological approach adopted is based on the identification of the data used, their collection, processing, and analysis of the results. The data used are demographic, socio-community , land, and real estate data; they come from INStAD , the Directorate of Housing and Real Estate Development (DHPI), the Housing Land Agency (AFH), neighborhood and district chiefs, as well as field surveys.

Of the six districts in the Commune, three were selected for the survey based on four criteria (presence of university infrastructure, presence of health and administrative infrastructure, geographic location, and population dynamics): Adjarra II, Honvié, and Médédjonou. The sample size was determined using the Beaud and Marien formula: $n' = (N \times 400) / (N + 400)$, where N is the total number of households in the three selected districts, i.e., 11,271 households (RGPH 4, 2013). This calculation yielded a sample of 386 households, divided between 298 homeowners (77.1%) and 65 renters (16.9%), reflecting the departmental proportions of Ouémé. This sample was supplemented by 20 interviews with neighborhood and district chiefs, municipal officials, land registry officials, and academic officials.

The data collection tools included an observation grid, a survey questionnaire, and an interview guide, all administered using the KoboCollect application. The collected data were processed in Excel, and the maps were created using QGIS 3.28.0. The analysis of challenges and improvement strategies was based on the SWOT (Strengths-Weaknesses-Opportunities-Threats) model, which allowed for an assessment of the strengths and constraints of housing supply management in the municipality.

3- Results

3.1- Contributions of local authorities in the management of housing supply

According to information gathered from district chiefs, neighborhood chiefs, and university center chiefs, local authorities acknowledge that housing construction contributes to the development of the Commune. Each year, an increasing number of new houses are observed, and the student population of university institutions is also growing, as exemplified by the Geography Department at the University Center of Adjarra, which increased from 2,288 students in 2017-2018 to 2,492 students in 2019-2020, representing a 6% increase.

However, local authorities have observed that the majority of property owners build without planning permission or building permits, and that tenants often move into the properties before contacting the authorities in case of a dispute. They also point out that the municipality is not yet fully developed, which complicates the monitoring and regulation of the housing supply.

3.2 - Difficulties in accessing housing encountered by tenants

Tenants in the Commune of Adjarra face four main difficulties: rising rent costs, encountered by 30 tenants; limited housing availability, encountered by 25 tenants; inadequate location of available housing, encountered by 7 tenants; and other miscellaneous problems, cited by 16 respondents.

To circumvent these difficulties, some tenants use intermediaries to access housing, but still encounter obstacles depending on the channel used, as shown in Figure 1.

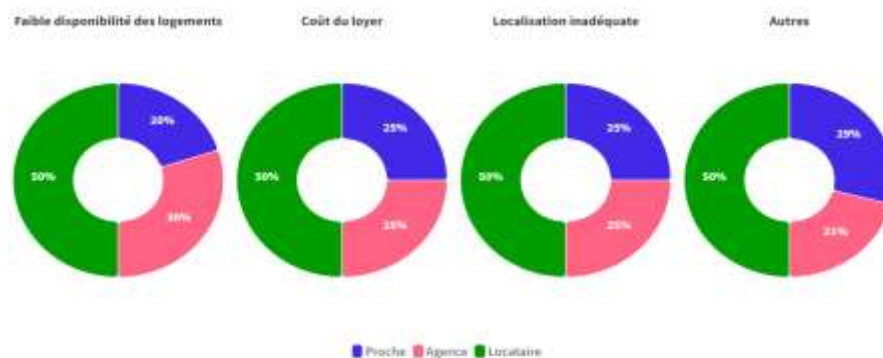


Figure 1: Tenant difficulties according to the type of intermediary used

Source: Results of field surveys, September 2023

Analysis of Figure 1 reveals that, among tenants facing limited housing availability, 50% found accommodation through their own search, 30% through a real estate agency, and 20% through a friend or family member. Regarding rent costs and unsuitable locations, half of the tenants concerned also found accommodation independently, with the other half split equally between agencies and friends/family members. For the other issues mentioned, the breakdown is 50% independent search, 29% through friends/family, and 21% through agencies. This analysis shows that, regardless of the type of difficulty encountered, independent search remains the most problematic channel for accessing housing.

3.3 - Increase in rental costs

In the Commune of Adjarra , the majority of landlords have been increasing rent prices over the years. According to field surveys, 95.31% of respondents confirmed this increase, compared to only 4.69% who stated that they had maintained their prices, as illustrated in Figure 2.

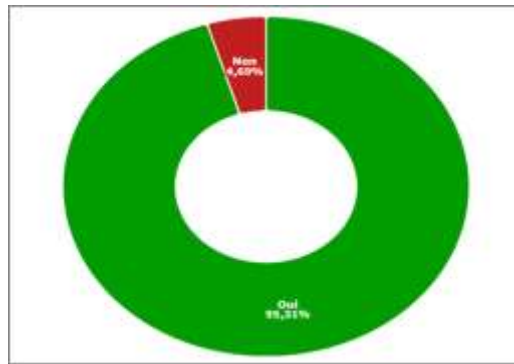


Figure 2: Evolution of rental prices in the Commune of Adjarra

Source: Results of field surveys, July 2023

This increase in rent prices is closely linked to the installation of new infrastructure in the municipality. Figure 3 presents the main factors behind this increase.

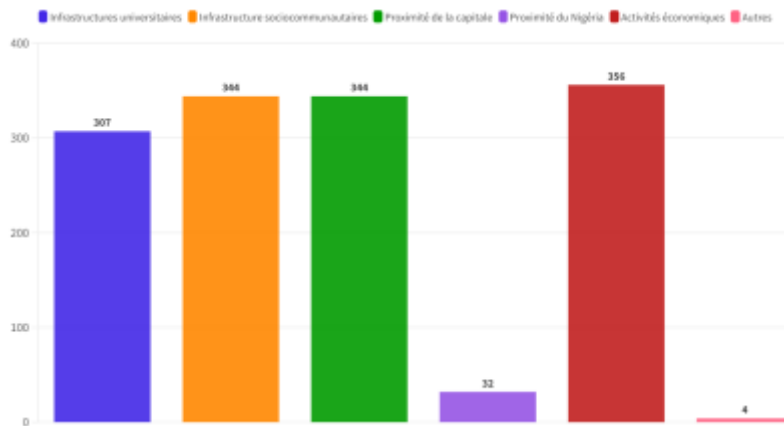


Figure 3: Factors underlying the increase in rental prices in the Commune of Adjarra

Source: Results of field surveys, July 2023

Analysis of Figure 3 reveals four main factors driving the increase in rent prices: economic activity (356 mentions), socio-community infrastructure (344 mentions), proximity to the capital, Porto-Novo (344 mentions), and university infrastructure (307 mentions). Proximity to Nigeria was cited by only 32 people, and other reasons

specific to landlords were mentioned by 4. The majority of landlords with rental properties stated that this increase is also due to the high cost of building materials and land.

3.4 - Difficulties in rental property investment

Several landlords are encountering difficulties with rental property investments in the Commune of Adjarra . Four main problems have been identified: land prices, the economic climate, tenant solvency, and other miscellaneous challenges. Among these problems, the uncertain solvency of tenants is the major constraint, as many tenants are unable to pay their rent regularly. The economic climate is another significant issue: investing in rental properties requires initial capital, often derived from the landlord's secondary activities, but border closures and the economic crisis linked to the COVID-19 pandemic have reduced the income available for new projects. Table I summarizes the problems faced by both landlords and tenants.

Table I: Summary of problems encountered by landlords and tenants

Owners	Tenants
- The high cost of building materials and land - Poor management of land prices - The solvency of the tenants	- The high cost of rent - The housing shortage - The lack of maintenance of the housing - The high rate of tenants seeking housing - The high unit cost of electricity - The misappropriation of advances by canvassers - The allocation of rents already paid to another person

Source: Results of field surveys, September 2023

Analysis of Table I reveals that landlords' difficulties primarily concern the cost and management of land, as well as tenant solvency, while tenants face greater challenges related to the high cost and inadequacy of housing, poor maintenance, and fraudulent practices by some intermediaries. These various observations were summarized using a SWOT model, which highlights the strengths, weaknesses, opportunities, and threats to the housing supply in the Commune of Adjarra .

3.5 - Strategies for improving the housing supply

In view of the difficulties identified, several improvement strategies are proposed for each category of actors involved in the management of housing supply in the Commune of Adjarra .

The following are suggested to the municipal authorities: design a registration document for rental properties that includes the names of the owners; reduce housing shortages; formalize rents with a contract approved by the local authorities; establish a platform for declaring contracts; identify all rental properties for better monitoring; facilitate administrative procedures for rental investors; regulate annual rent increases with a cap; and create an association of rental property owners in the municipality.

The Housing Land Agency is recommended to enforce housing acquisition methods among the population, reduce the conditions and criteria for accessing housing, and decrease housing costs.

For landlords, it is suggested that they build decent housing, equip homes with functional toilets and WCs, repair roofs, doors and windows, be courteous to tenants and reduce the cost of rent as much as possible.

Finally, tenants are advised to maintain rented accommodations as if they were their own homes and to advocate, through university centers, for the establishment of university residences that could reduce pressure on the rental market.

Beyond these suggestions, the respondents themselves proposed solutions. For example, 168 people advocated for better regulation of rental contracts, 122 suggested tax incentives for rental investors, and 117 recommended streamlining land acquisition procedures. These suggestions were distributed relatively evenly across the three districts surveyed, with a slight predominance in Médédjonou , consistent with the strong construction activity observed there.

4- Discussion

This research highlighted the challenges facing the housing supply in the Commune of Adjarra , as well as strategies for improving it. The results confirm that construction without planning permission, already noted by local authorities, is a significant obstacle to housing planning. This aligns with the observations of AS Vissoh (2012) regarding the difficulties of access to and use of land in secondary cities in Benin, where the lack of land control complicates urbanization management.

Jeantel 's (1987) analysis that affordable housing remains difficult to access in the most sought-after areas. Similarly, the continued rise in rents, largely attributable to the establishment of university and socio-community infrastructure , confirms the link established by DM Baloubi (2018, pp. 120-127) between key infrastructure and pressure on the housing market in southern Benin.

The difficulties arising from the lack of formalized rental contracts in certain districts, particularly in Médédjonou , echo Kenna's (2014) concerns about the need for a clear legal framework to secure access to housing. In this regard, the strategies proposed in this study, especially the systematic formalization of contracts and the creation of a reporting platform, align with the perspective advocated by D. Gardner (2017), who argues that a high-performing housing market relies on rigorous governance of the housing value chain, from construction to rental.

Finally, the convergence of respondents' suggestions regarding contract regulation, tax incentives, and streamlining land acquisition procedures reflects a strong social demand for more effective regulation of the rental market, particularly given that the Commune of Adjarra is not yet fully developed. These findings encourage the municipal authorities and the Housing Land Agency to combine their efforts to support the rapid growth in housing supply observed in the Commune.

Conclusion

This study made it possible to assess the contribution of local authorities, to identify the difficulties encountered by tenants and investor owners, and to propose strategies for improving the housing supply in the Commune of Adjarra . The results show that despite the acknowledged contribution of local authorities to housing development, the municipality continues to face unauthorized construction and an incomplete housing estate. Tenants are primarily affected by rising rents and limited housing availability, while investor landlords face tenants' uncertain creditworthiness and the high cost of materials and land.

Faced with these difficulties, improvement strategies have been formulated for the municipal authorities, the Housing Land Agency, landlords, and tenants. Their implementation, in particular the systematic formalization of rental contracts, the streamlining of land-related procedures, and tax incentives for rental investors, appears necessary to sustainably improve housing supply management and promote balanced urban development in the Commune of Adjarra .

Bibliographical references

- Baloubi David Makodjami (2018): Urban dynamics and metropolization in southern Benin: Between concerns and challenges. Proceedings of the International Colloquium “Homage to Professor Emeritus Benoît D. N'Bessa”, Cities and development in sub-Saharan Africa, UAC, pp. 120-127.
- Dauvergne S. (2011): Urban and peri-urban spaces used for agriculture in sub-Saharan African cities (Yaoundé and Accra): an approach to intermediality in geography. École normale supérieure de Lyon, 391 p.
- Gardner David (2017): History of Housing and the Economy: Decoding the Value Chains of Housing Construction and Rental, 10 p.
- Godonou Y. (2011): Alternating migrations between Porto-Novo and its northeastern peripheries. UAC, Master's thesis, 87 p.
- INStaD (2015): Main socio-demographic indicators of the Ouémé department. Cotonou, Benin, 37 p.
- Jeantel A. (1987): Housing in large cities: access and accessibility. 45 p.
- Kenna P. (2014): Overview of housing law through international law, 2 p.
- United Nations (2014): Global Urbanization Outlook, 2014 revision.
- Vissoh Ahotondji Sylvain (2012): Access and land use in the towns of Dassa-Zoumè and Savalou, a contribution to the study of land in secondary towns in Benin. Doctoral thesis, University of Abomey-Calavi, 313 p.

GENERATIVE AI AND HALAL CONTENT CREATION: OPPORTUNITIES, ETHICAL CHALLENGES, AND CONSUMER TRUST

Tsania Karima Khusna

Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

Abstract

The rapid development of generative artificial intelligence (AI) has transformed digital content creation by enabling faster, more personalized, and scalable production across various industries, including the halal creative economy. However, the use of generative AI in halal content creation raises distinctive ethical concerns related to authenticity, misinformation, transparency, copyright, and compliance with Islamic principles. These challenges may influence consumer trust, particularly as digital consumers increasingly rely on online content to evaluate the halal status, values, and credibility of products and services. This study aims to examine the opportunities and ethical challenges associated with generative AI in halal content creation and to analyze their implications for consumer trust. This study employs a qualitative literature review approach by examining recent academic studies, industry reports, and relevant Islamic ethical frameworks concerning generative AI, halal content, digital marketing, and consumer behavior. The analysis indicates that generative AI provides significant opportunities for halal businesses and creative industries through automated content production, multilingual communication, audience personalization, and improved marketing efficiency. Nevertheless, the use of AI-generated content may create ethical risks when information is inaccurate, sources are undisclosed, visual or textual representations are misleading, or content fails to adequately reflect halal principles. Consumer trust therefore depends not only on the quality and attractiveness of AI-generated content but also on transparency, accountability, human oversight, and reliable halal information. The study highlights the importance of developing an ethical framework for generative AI-based halal content creation that integrates technological innovation with Islamic values and consumer protection. Strengthening disclosure mechanisms, verification processes, and human supervision can help ensure that AI-generated halal content remains credible, responsible, and aligned with Sharia principles. These findings contribute to the development of a more trustworthy and sustainable digital halal creative ecosystem.

Keywords: Generative AI; Halal Content; Consumer Trust; Islamic Ethics; Creative Economy

ISLAMIC ART, CULTURAL HERITAGE, AND THE DEVELOPMENT OF HALAL CREATIVE INDUSTRIES

Muhammad Apri Handika

Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan

Abstract

Islamic art and cultural heritage represent important components of Muslim civilization that reflect religious values, historical experiences, cultural identity, and creative expression. In the context of globalization and the rapid growth of the creative economy, Islamic art and cultural heritage have increasingly significant potential to contribute to the development of halal creative industries. This study aims to examine the relationship between Islamic art, cultural heritage, and the development of halal creative industries, particularly in terms of preserving cultural identity, encouraging innovation, creating economic opportunities, and strengthening the competitiveness of creative products in domestic and international markets. Islamic artistic traditions, including calligraphy, traditional architecture, textiles, ornaments, handicrafts, literature, and contemporary visual arts, provide valuable cultural resources that can be transformed into innovative products and services while maintaining their Islamic values and cultural authenticity. The development of halal creative industries also provides opportunities for artists, designers, entrepreneurs, and local communities to commercialize cultural products in accordance with halal principles. Through a qualitative approach based on a literature review, this study explores the potential, opportunities, and challenges involved in integrating Islamic cultural heritage into the contemporary halal creative economy. The findings indicate that the integration of cultural heritage and creative innovation can strengthen the economic value of Islamic art while simultaneously supporting cultural preservation and sustainable community development. Digital technology, social media, e-commerce, and creative platforms further expand opportunities for promoting and marketing Islamic cultural products to wider audiences. However, several challenges remain, including cultural commodification, the preservation of authenticity, limited access to technology and financing, intellectual property protection, and the need for skilled human resources. Therefore, collaboration among governments, cultural institutions, creative industry actors, academics, and local communities is essential to establish an inclusive and sustainable halal creative ecosystem. The development of halal creative industries based on Islamic art and cultural heritage can ultimately serve not only as an economic strategy but also as an effective means of preserving cultural identity and promoting Islamic values in the modern global economy.

Keywords: Islamic Art; Cultural Heritage; Halal Creative Industries; Creative Economy; Cultural Preservation

YOUTH ENTREPRENEURSHIP AND THE FUTURE OF THE HALAL CREATIVE ECONOMY IN THE DIGITAL AGE

Diana Kristi

Universitas Islam Negeri K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

Abstrack

The rapid development of digital technology has created significant opportunities for young people to participate in and shape the future of the halal creative economy. Youth entrepreneurship plays an increasingly important role in developing innovative products and services that comply with Islamic principles while responding to changing consumer preferences in the digital era. This study aims to examine the role of youth entrepreneurship in strengthening the development and sustainability of the halal creative economy in the digital age. The study focuses on the opportunities, challenges, and strategies that young entrepreneurs face in utilizing digital technology to develop halal creative businesses. This research employs a qualitative descriptive approach based on a review of relevant literature, academic studies, reports, and other secondary sources related to youth entrepreneurship, the halal economy, the creative industry, and digital transformation. The findings indicate that digital platforms provide young entrepreneurs with broader market access, more efficient marketing channels, opportunities for business innovation, and greater interaction with halal-conscious consumers. Social media, e-commerce, digital payment systems, and other digital technologies can contribute to the growth and competitiveness of halal creative enterprises. However, several challenges remain, including limited entrepreneurial and digital skills, access to capital, intense market competition, inconsistent understanding of halal standards, and the need to maintain consumer trust in digital transactions. Therefore, strengthening entrepreneurial education, digital literacy, access to Islamic financing, halal certification, and collaboration among government institutions, educational institutions, industry players, and young entrepreneurs is essential. In conclusion, youth entrepreneurship has substantial potential to become a driving force for the future development of the halal creative economy. With adequate support and strategic utilization of digital technology, young entrepreneurs can create innovative, competitive, and sustainable halal businesses while contributing to inclusive economic growth.

Keywords: Youth Entrepreneurship; Halal Creative Economy; Digital Transformation; Halal Business; Young Entrepreneurs

ENTREPRENEURIAL ORIENTATION AND INNOVATION PERFORMANCE IN HALAL CREATIVE ECONOMY MSMEs

Lia Fatra Nur Laili Kamalin

Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

Abstract

The halal creative economy has emerged as an important sector in supporting inclusive economic growth, particularly through the development of micro, small, and medium enterprises (MSMEs). However, the ability of halal creative economy MSMEs to maintain competitiveness depends not only on the utilization of creative resources but also on their capacity to generate and implement innovation. One of the factors considered important in strengthening innovation performance is entrepreneurial orientation, which reflects the ability of business owners to act proactively, take calculated risks, and pursue innovative opportunities. This study aims to examine the relationship between entrepreneurial orientation and innovation performance among MSMEs operating in the halal creative economy sector. The study employs a quantitative approach using a survey method. Data were collected from halal creative economy MSME owners and analyzed using statistical techniques to determine the influence of entrepreneurial orientation on innovation performance. Entrepreneurial orientation is measured through several dimensions, including innovativeness, proactiveness, and risk-taking, while innovation performance is assessed based on the MSMEs' ability to develop and implement new or improved products, processes, marketing strategies, and business practices. The findings indicate that entrepreneurial orientation plays an important role in encouraging innovation performance among halal creative economy MSMEs. MSMEs with stronger entrepreneurial orientation tend to be more responsive to market changes, more willing to explore new opportunities, and more capable of developing innovative products and business strategies while maintaining halal principles. These findings suggest that strengthening entrepreneurial orientation can contribute to improving the competitiveness and sustainability of halal creative economy MSMEs. Therefore, entrepreneurial orientation should be encouraged through entrepreneurship development, innovation support, and capacity-building programs that integrate business competitiveness with halal values.

Keywords: entrepreneurial orientation; innovation performance; halal creative economy; MSMEs; halal entrepreneurship

THE ROLE OF ENTREPRENEURIAL ECOSYSTEMS IN ACCELERATING HALAL CREATIVE INDUSTRY DEVELOPMENT

M. Reza Fahrezi

Universitas Islam Negeri K. H. Abdurrahman Wahid Pekalongan Indonesia

Abstract

The halal creative industry has emerged as a strategic sector within the global halal economy, encompassing fashion, media, food innovation, cosmetics, and digital content that align with Islamic values and consumer preferences. Despite its rapid growth potential, the sector continues to face structural challenges, including limited access to financing, fragmented supply chains, low technological adoption, and insufficient institutional support, which hinder its capacity to scale competitively in both domestic and international markets. This study examines the role of entrepreneurial ecosystems comprising government policy, financial institutions, education and human capital, market access, cultural and social norms, and supporting infrastructure in accelerating the development of the halal creative industry. Using a qualitative approach based on literature review and case analysis of selected halal creative enterprises, this research explores how interactions among ecosystem actors influence entrepreneurial performance, innovation capacity, and business sustainability within the sector. The findings indicate that a well-integrated entrepreneurial ecosystem significantly strengthens halal creative entrepreneurs' ability to access capital, talent, and markets, while fostering collaborative innovation through networks among government agencies, industry associations, and academic institutions. Moreover, the study reveals that ecosystem elements do not function independently; rather, their synergy determines the pace and quality of industry growth. Cultural values embedded in halal branding serve as both a differentiator and a catalyst for cross-border market expansion, particularly in Muslim-majority economies. However, gaps remain in digital infrastructure and standardized halal certification processes that require targeted policy intervention. This research contributes to the growing discourse on halal economy development by offering a conceptual framework linking entrepreneurial ecosystem theory with halal creative industry practice. The implications suggest that policymakers, industry stakeholders, and educational institutions should adopt a collaborative, ecosystem-based approach to strengthen halal creative entrepreneurship, thereby enhancing its contribution to inclusive and sustainable economic growth.

Keywords: entrepreneurial ecosystem; halal creative industry; halal economy; entrepreneurship development; Islamic business

THE GLOBALIZATION OF MODEST FASHION: INNOVATION AND COMPETITIVENESS IN THE HALAL CREATIVE ECONOMY

Muhammad Romiz Assiddiqi

Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia

Abstract

The modest fashion industry has experienced a profound structural evolution, transitioning from a localized niche sector into a prominent segment of the mainstream global apparel market. This study investigates the mechanisms of globalization driving modest fashion, with a particular focus on how product innovation and strategic competitiveness reshape the halal creative economy. Employing a qualitative desk research method synthesized with comparative market data, this paper examines how modest wear brands navigate cross-cultural consumption patterns, digital marketing platforms, and international trade dynamics. The findings reveal that the market expansion of modest fashion is predominantly propelled by two interconnected forces: design innovation that reconciles religious principles with contemporary aesthetic trends, and supply chain modernization that integrates ethical, sustainable, and halal-certified production practices. Furthermore, the analysis indicates that local enterprises face heightened competition from multinational fashion conglomerates entering the Islamic market. To sustain a competitive advantage, brands within emerging economies must capitalize on authentic cultural narratives, accelerate digital adoption via social commerce, and align with global environmental standards. Ultimately, this research demonstrates that modest fashion serves as an essential strategic driver for the broader halal creative economy, creating high-value employment, stimulating cross-border e-commerce, and challenging conventional Western-centric paradigms in global fashion merchandising. The paper concludes by offering policy recommendations for industry stakeholders and governments to foster collaborative industrial ecosystems that enhance brand internationalization and protect cultural intellectual assets.

Keywords: modest fashion, halal creative economy, globalization, brand competitiveness, market innovation

INTEGRATED ASSESSMENT OF CUMULATIVE ENVIRONMENTAL RISKS AND SUSTAINABLE MANAGEMENT STRATEGIES IN INDUSTRIAL TERRITORIES

PhD Balakhanova Gumru Vasif

<https://orcid.org/0000-0002-1709-1442>

Azerbaijan State Pedagogical University, Baku, Azerbaijan

Abstract

Industrial areas represent complex socio-ecological systems in which intensive production activities, atmospheric emissions, wastewater discharge, hazardous waste generation, soil contamination, and landscape transformation can simultaneously affect multiple environmental compartments. The present study aimed to develop a comprehensive framework for assessing and managing complex environmental risks in industrial territories through the integration of physicochemical, microbiological, ecological, and spatial indicators. The methodological approach included field observations, systematic sampling of soil and water, assessment of atmospheric pollution, analysis of soil physicochemical properties, determination of potentially toxic elements, and microbiological evaluation of soil micromycete communities. The ecological condition of industrial territories was further assessed using diversity indices, contamination and potential ecological risk coefficients, statistical methods, and Geographic Information System (GIS)-based spatial analysis. The results demonstrated that environmental risks were spatially heterogeneous and were generally associated with the intensity of industrial activity, proximity to pollution sources, transportation infrastructure, waste-storage areas, and wastewater-discharge pathways. Elevated contamination levels were accompanied by changes in soil properties and alterations in the abundance and structure of micromycete communities, indicating the value of microorganisms as biological indicators of anthropogenic environmental disturbance. The integrated assessment further demonstrated that environmental risk is determined not solely by pollutant concentrations but also by exposure, ecological vulnerability, persistence, toxicity, and the sensitivity of environmental receptors. GIS-based analysis enabled the identification of environmental risk hotspots and areas requiring priority intervention. The study concludes that effective management of industrial environmental risks requires a transition from isolated pollutant monitoring toward an integrated, ecosystem-based, and adaptive management framework. The combination of source-control measures, continuous environmental monitoring, biological indicators, spatial risk mapping, remediation, cleaner production technologies, and ecological restoration can contribute substantially to reducing cumulative environmental pressures and improving the long-term sustainability of industrial territories.

Keywords: industrial areas, environmental risk assessment, ecological risk, industrial pollution, soil contamination, heavy metals, micromycetes, microbiological indicators, environmental monitoring, ecological sustainability, anthropogenic pressure, environmental management.

Introduction

Industrial areas constitute some of the most intensively transformed components of the modern environment and play a central role in economic development, urbanization, technological progress, and employment generation. At the same time, the concentration of manufacturing facilities, energy-production units, transportation infrastructure, storage facilities, waste-disposal sites, and associated industrial activities creates complex and persistent environmental pressures. These pressures may affect atmospheric air, surface and groundwater resources, soils, vegetation, biodiversity, and human health simultaneously. Consequently, environmental risks in industrial territories cannot be adequately understood through the assessment of individual pollutants or isolated environmental components; rather, they require an integrated, multidimensional, and ecosystem-oriented approach that considers interactions among pollution sources, environmental pathways, ecological receptors, and socio-economic conditions.

Industrial environmental risks are generated by a broad spectrum of anthropogenic processes, including atmospheric emissions, wastewater discharge, accidental releases, solid and hazardous waste accumulation, soil contamination, noise and vibration, thermal pollution, alteration of hydrological regimes, and physical transformation of natural habitats. Industrial emissions may contain particulate matter, nitrogen and sulfur oxides, volatile organic compounds, heavy metals, persistent organic pollutants, and other hazardous substances. Depending on their physicochemical properties and environmental persistence, these contaminants can be transported between environmental compartments and undergo transformation, accumulation, and bioavailability changes. Atmospheric pollutants can subsequently be deposited onto soil and vegetation, while contaminated soils may act as secondary sources of pollutants to groundwater, surface water, and the atmosphere. Such interconnected pathways demonstrate that industrial pollution should be regarded as a dynamic environmental system rather than as a collection of independent contamination events[1].

The complexity of industrial environmental risk is further increased by the simultaneous occurrence of multiple stressors. Industrial territories are frequently exposed not only to chemical contamination but also to habitat fragmentation, vegetation degradation, changes in soil properties, increased surface sealing, thermal stress, noise, and hydrological modification. The combined effects of these stressors may be additive, synergistic, or antagonistic. For example, chemical contamination can reduce soil biological activity and microbial diversity, while simultaneous physical disturbance and changes in moisture regimes may further reduce ecosystem resilience. Therefore, conventional approaches based exclusively on pollutant concentrations may underestimate the actual ecological consequences of industrial activity because they do not necessarily reflect interactions among contaminants, environmental conditions, and biological responses.

Soil represents one of the most important environmental compartments for assessing the cumulative consequences of industrial activity. Industrial soils may receive contaminants directly through atmospheric deposition, accidental spills, wastewater infiltration, waste storage, and transportation activities. Heavy metals and metalloids are of particular concern because many of them are persistent and may accumulate in soils for extended periods. Changes in soil pH, organic matter content, redox conditions, moisture, texture, and microbial activity can substantially influence contaminant mobility and bioavailability. Consequently, assessment of industrial soil degradation should integrate both physicochemical characteristics and biological indicators. Soil microorganisms, including bacteria and fungi, are particularly valuable indicators because their abundance, diversity, community composition, and functional activity can respond rapidly to environmental disturbances and may provide early evidence of ecological degradation.

The atmospheric component of industrial environmental risk is equally significant. Emissions from industrial combustion, processing, transportation, and material handling can influence local air quality and contribute to regional atmospheric pollution. Fine particulate matter and gaseous pollutants may adversely affect ecological systems and human populations, while atmospheric deposition can transfer contaminants to terrestrial

and aquatic environments. Industrial emissions can therefore create a spatially extensive risk field that extends beyond the physical boundaries of industrial facilities. The magnitude and distribution of this risk depend on emission characteristics, meteorological conditions, topography, land use, vegetation cover, and the spatial arrangement of industrial and residential areas[2].

Water resources are also highly vulnerable within industrial landscapes. Industrial wastewater may contain organic compounds, nutrients, suspended solids, petroleum-derived substances, heavy metals, salts, and other potentially hazardous constituents. Inadequate treatment, accidental releases, leakage from storage facilities, and uncontrolled disposal can result in contamination of rivers, lakes, groundwater, and coastal waters. Once contaminants enter aquatic systems, they may undergo dilution, sedimentation, transformation, or biological uptake, potentially resulting in their transfer through food webs. Industrially contaminated aquatic environments therefore require assessment of both water-column characteristics and sediment-associated pollution, as well as biological responses at different trophic levels.

An additional characteristic of industrial environmental risk is its spatial heterogeneity. Pollution intensity rarely remains uniform across an industrial territory. Risk levels may vary according to proximity to emission sources, prevailing wind direction, drainage patterns, geological characteristics, transportation corridors, waste-storage locations, and differences in industrial technology. Areas located near major emission sources may experience significantly higher exposure than peripheral zones. Spatial heterogeneity makes geographic information systems (GIS), remote sensing, environmental mapping, and spatial statistics important components of contemporary environmental risk assessment. The integration of field observations with geospatial information enables researchers and environmental managers to identify pollution hotspots, establish spatial gradients, and determine areas requiring priority intervention.

Temporal variability must also be considered. Industrial environmental risks may change according to production intensity, technological conditions, seasonal meteorological patterns, maintenance activities, changes in waste-management practices, and accidental events. Long-term accumulation of persistent pollutants can produce chronic ecological effects even when current emissions are relatively low. Conversely, accidental releases can create acute risks over short periods. Effective environmental assessment should therefore distinguish between chronic, cumulative, acute, and potentially irreversible impacts. This temporal dimension emphasizes the importance of continuous environmental monitoring rather than relying exclusively on periodic assessments.

Comprehensive environmental risk assessment requires the integration of hazard identification, exposure assessment, vulnerability analysis, consequence evaluation, and risk characterization. Hazard identification determines the nature and sources of potentially harmful agents; exposure assessment evaluates the magnitude, frequency, duration, and spatial distribution of environmental exposure; vulnerability analysis considers the sensitivity of ecological and human receptors; and consequence assessment evaluates potential effects on ecosystems, biodiversity, natural resources, and human well-being. Risk characterization subsequently integrates these components to determine the relative magnitude and spatial distribution of environmental risk. Such an approach provides a stronger scientific basis for prioritizing management interventions and allocating environmental resources.

Modern industrial environmental management increasingly emphasizes the transition from reactive pollution control toward preventive and adaptive risk management. Traditional approaches have often focused on treating pollutants after they have entered the environment. However, sustainable industrial management requires prevention at the source through cleaner production technologies, improved resource efficiency, circular material flows, industrial wastewater treatment, hazardous-waste minimization, emission control, environmental monitoring, and ecological restoration. The application of best available techniques and environmentally sound production systems can reduce both the probability and severity of environmental impacts[3].

Risk management should additionally incorporate the concept of environmental resilience. Ecosystems exposed to industrial pressures may retain the capacity to absorb disturbances and recover their structure and functions, but this capacity is not unlimited. Persistent contamination, habitat fragmentation, and repeated disturbances may gradually reduce ecological resilience and increase the probability of regime shifts or long-term ecosystem degradation. Therefore, environmental management should not be limited to maintaining pollutant concentrations below regulatory thresholds; it should also aim to preserve ecosystem functions, biological diversity, soil quality, water quality, and the capacity of ecological systems to recover from disturbance.

The socio-economic dimension of industrial environmental risk is equally important. Industrial zones are frequently located close to densely populated settlements because of transportation requirements, labor availability, and historical patterns of urban development. As industrial and residential territories increasingly overlap, environmental exposure becomes an issue of environmental health and social sustainability. Vulnerable population groups may experience disproportionately high exposure to air pollutants, contaminated soil, noise, and other industrial stressors. Accordingly, contemporary risk-management frameworks should incorporate spatial patterns of population distribution, land use, critical infrastructure, and environmental vulnerability alongside conventional environmental indicators.

An integrated assessment framework can be strengthened through the use of composite environmental risk indices. Such indices may combine indicators of air pollution, soil and water contamination, waste generation, ecological sensitivity, biodiversity loss, industrial pressure, and population exposure. Multivariate statistical methods, spatial analysis, ecological indices, risk matrices, and decision-support systems can then be used to identify priority areas and determine the relative contribution of different stressors. The integration of quantitative indicators with biological and ecological responses is particularly valuable because it allows environmental quality to be assessed not only in terms of pollutant concentrations but also in terms of actual ecosystem condition.

In this context, industrial territories should be conceptualized as coupled socio-ecological systems in which industrial processes, environmental components, ecological communities, and human populations interact continuously. Such a perspective allows the identification of direct and indirect pathways of environmental degradation and facilitates the development of management strategies that address cumulative risks rather than isolated environmental problems. It also supports the transition toward adaptive environmental governance, in which monitoring results are continuously incorporated into management decisions and mitigation strategies are adjusted according to changing environmental conditions.

Therefore, the comprehensive assessment and management of environmental risks in industrial areas represents a multidisciplinary scientific challenge requiring the integration of ecology, environmental chemistry, microbiology, soil science, hydrology, atmospheric science, toxicology, geospatial analysis, environmental engineering, and environmental management. The development of integrated assessment methodologies is particularly important for rapidly urbanizing and industrializing regions where industrial, residential, agricultural, and natural areas increasingly interact. A scientifically grounded approach based on systematic monitoring, spatial risk assessment, ecological indicators, pollution-source identification, vulnerability analysis, and preventive management can provide an effective basis for reducing environmental pressures, protecting ecosystem functions, and promoting sustainable industrial development. Consequently, comprehensive environmental risk assessment should be considered not merely as a monitoring instrument, but as a fundamental component of long-term environmental governance and sustainable territorial planning.

Materials and Methods

The present study was conducted using an integrated methodological approach aimed at comprehensively assessing environmental risks associated with industrial areas. The research methodology was based on the principle that industrial environmental risks are multidimensional and arise from the simultaneous interaction of

chemical, physical, biological, and anthropogenic factors. Accordingly, the assessment incorporated several environmental components, including atmospheric air, soil, surface and groundwater, vegetation, microorganisms, and the spatial characteristics of industrial territories. The methodological framework consisted of field observations, environmental sampling, laboratory analyses, ecological assessment, statistical processing, and geographic information system (GIS)-based spatial analysis.

The study area was divided into individual sampling zones according to the intensity and type of industrial activity, proximity to emission sources, transportation infrastructure, waste-disposal areas, wastewater discharge points, and adjacent residential or natural territories. Sampling sites were selected to represent different levels of anthropogenic pressure, including highly impacted industrial locations, moderately affected transition zones, and comparatively less disturbed reference areas. The geographical coordinates of all sampling points were recorded using a Global Positioning System (GPS), which subsequently allowed the obtained environmental data to be integrated into a spatial database and used for the preparation of environmental risk maps.

Preliminary field surveys were conducted to identify the principal sources and pathways of industrial environmental contamination. Particular attention was given to atmospheric emissions, industrial wastewater, solid and hazardous waste, accidental spills, transportation-related pollution, petroleum-derived substances, and atmospheric deposition. The potential environmental pathways of contaminants were evaluated by considering their movement through air, soil, surface water, groundwater, vegetation, and biological communities. The persistence, mobility, potential bioavailability, and ecological significance of the identified pollutants were also considered when determining the level of environmental risk.

Soil was regarded as one of the principal environmental compartments for the assessment of cumulative industrial impacts. Soil samples were collected primarily from the upper 0–20 cm layer, which is particularly sensitive to atmospheric deposition, industrial waste, surface runoff, and biological activity. Several subsamples were collected from each sampling location and combined to obtain representative composite samples. The samples were placed in appropriately labelled containers and transported to the laboratory under controlled conditions. Before chemical analysis, samples were air-dried, homogenized, and sieved, whereas samples intended for microbiological analysis were processed under aseptic conditions.

The physicochemical characteristics of soils were determined by measuring pH, electrical conductivity, moisture content, organic matter, texture, and selected nutrient parameters. Particular attention was given to the determination of potentially toxic elements and heavy metals, including lead, cadmium, chromium, nickel, copper, and zinc. Depending on the analytical facilities available, atomic absorption spectrometry or inductively coupled plasma-based methods were used for quantitative determination. The measured concentrations were compared with appropriate background or reference values to determine the degree of contamination. The contamination factor was calculated by relating the concentration of each pollutant to its corresponding reference concentration. This procedure allowed the relative contribution of individual contaminants to overall soil degradation to be established.

Microbiological investigations were incorporated into the methodology because microorganisms provide sensitive indicators of changes in soil ecological conditions. In particular, the diversity and abundance of soil micromycetes were examined to determine biological responses to industrial pressure. Soil suspensions were prepared using serial dilution techniques and inoculated onto appropriate nutrient media, including Sabouraud agar, potato dextrose agar, and Czapek-Dox agar. Following incubation under controlled laboratory conditions, the resulting colonies were counted and expressed as colony-forming units per gram of soil (CFU/g). Fungal isolates were identified according to their macroscopic and microscopic morphological characteristics using standard taxonomic approaches. Special attention was given to ecologically important genera such as *Aspergillus*, *Penicillium*, *Cladosporium*, *Alternaria*, *Fusarium*, and *Trichoderma*.

The structure of fungal communities was evaluated using species richness, relative abundance, frequency of occurrence, and diversity indices. The Shannon–Wiener diversity index was used to characterize species diversity, while Simpson's index was applied to evaluate dominance patterns within fungal communities. Similarity between fungal communities occurring in industrially impacted and reference sites was assessed using appropriate similarity coefficients. Changes in fungal community composition were interpreted as potential biological responses to alterations in soil physicochemical conditions and contaminant accumulation.

Water resources were also included in the environmental assessment because industrial activities can substantially influence both surface and groundwater quality. Water samples were collected from locations potentially affected by industrial wastewater, surface runoff, drainage, and infiltration. The samples were analyzed for pH, electrical conductivity, dissolved oxygen, turbidity, total dissolved solids, biochemical oxygen demand, chemical oxygen demand, nutrients, heavy metals, and other pollutants relevant to the industrial characteristics of the study area. Where appropriate, petroleum hydrocarbons and other industrial contaminants were also determined. The obtained results were compared with relevant environmental quality criteria, and integrated water-quality indicators were used to characterize the general ecological condition of the aquatic environment.

Atmospheric pollution was assessed using field measurements and available environmental monitoring information. The assessment focused primarily on particulate matter, including PM_{2.5} and PM₁₀, as well as gaseous pollutants such as nitrogen oxides, sulfur dioxide, carbon monoxide, and volatile organic compounds where relevant. Sampling and monitoring points were distributed according to their distance from industrial emission sources. Meteorological parameters, including wind speed, wind direction, air temperature, and relative humidity, were considered during interpretation because atmospheric conditions strongly influence the transport and dispersion of industrial pollutants. Spatial differences in pollutant concentrations were subsequently compared with the distribution of industrial facilities and other potential emission sources.

Vegetation was assessed as an additional ecological receptor and bioindicator of industrial environmental pressure. Field surveys recorded plant species composition, abundance, vegetation cover, and visible symptoms of environmental stress. Particular attention was given to changes in species composition and the occurrence of pollution-tolerant plant species in areas exposed to intensive industrial activity. Where necessary, plant tissues were analyzed for the accumulation of selected heavy metals. The obtained vegetation data were interpreted together with soil and atmospheric pollution indicators to determine relationships between industrial contamination and ecological responses.

An integrated environmental risk assessment was subsequently conducted by combining the results obtained from the different environmental compartments. The assessment considered four principal dimensions: hazard intensity, exposure, ecological vulnerability, and potential environmental consequences. Individual environmental indicators were standardized to a common scale to enable comparison among different environmental components. Weighted indicators were then combined to obtain an Integrated Environmental Risk Index. The weighting procedure considered the environmental significance, persistence, toxicity, spatial distribution, and potential ecological consequences of individual stressors. Based on the resulting index values, sampling sites were classified into different risk categories ranging from low to very high risk.

The ecological risk associated with heavy-metal contamination was additionally evaluated using contamination and potential ecological risk coefficients. For each element, the measured concentration was compared with its reference concentration, while the potential ecological risk coefficient incorporated the relative toxicological significance of individual metals. The cumulative ecological risk index was subsequently calculated by summing the individual risk coefficients. This approach allowed the identification of pollutants that made the greatest contribution to total ecological risk and facilitated the prioritization of environmental management measures.

GIS technologies were used to determine the spatial distribution of environmental risks. The geographic coordinates of sampling sites were integrated with laboratory and field data to create a spatial environmental database. Spatial interpolation techniques were applied to estimate the distribution of selected environmental parameters between sampling locations. GIS-based overlay analysis was then used to combine pollution intensity, industrial infrastructure, land use, ecological sensitivity, and population exposure. This approach enabled the identification of pollution hotspots and areas where industrial pressure coincided with sensitive ecological or residential receptors.

Statistical analysis was used to establish relationships between industrial pressure and environmental indicators. Descriptive statistical parameters, including mean, standard deviation, minimum and maximum values, and coefficient of variation, were calculated for the principal variables. Correlation analysis was applied to determine relationships among pollutant concentrations, soil physicochemical properties, microbial abundance, fungal diversity, vegetation characteristics, and integrated environmental risk indicators. Pearson or Spearman correlation coefficients were selected according to the distribution characteristics of the data. Comparative statistical analyses were conducted to determine differences between industrially affected and reference areas. Where appropriate, principal component analysis and cluster analysis were applied to identify groups of correlated environmental variables and potential pollution sources. Statistical analyses were performed using Microsoft Excel, SPSS, and PAST software, with statistical significance accepted at ($p < 0.05$).

Quality assurance and quality control procedures were maintained throughout the research. Sampling equipment was cleaned between sampling locations, samples were appropriately labelled and transported, and laboratory analyses were performed using calibrated instruments and standardized procedures. Replicate samples, blanks, calibration standards, and duplicate analyses were incorporated where appropriate to improve the reliability of analytical results. The consistency of field, laboratory, and statistical data was verified before the final assessment of environmental risks.

Finally, the obtained results were used to develop an integrated environmental management framework for industrial territories. Areas characterized by elevated or very high environmental risk were identified as priority zones for pollution-source reduction, improvement of industrial emission and wastewater controls, hazardous-waste management, continuous environmental monitoring, soil and water remediation, vegetation restoration, and ecological rehabilitation. The methodological approach therefore combined conventional environmental monitoring with biological indicators, spatial analysis, and integrated risk assessment, providing a comprehensive scientific basis for identifying cumulative industrial impacts and developing preventive and adaptive strategies for sustainable environmental management.

Results and Discussion

The integrated assessment demonstrated that industrial areas are characterized by a complex combination of chemical, physical, and biological environmental pressures, with the intensity of these pressures varying considerably according to the type of industrial activity, proximity to pollution sources, land-use structure, and the sensitivity of surrounding ecosystems. The results indicated that environmental degradation in industrial territories cannot be adequately explained by a single pollutant or environmental compartment. Rather, the observed environmental condition was determined by the cumulative interaction of atmospheric emissions, soil contamination, wastewater, waste accumulation, vegetation disturbance, and changes in biological communities. The spatial distribution of the identified environmental stressors revealed distinct areas of elevated environmental pressure, particularly around intensive industrial facilities, transportation corridors, waste-storage locations, and zones with inadequate wastewater-management infrastructure.

The analysis of atmospheric conditions indicated that industrial activity was associated with an increased environmental burden in areas located close to major emission sources. Particulate matter represented one of the

most important components of atmospheric pollution because of its ability to remain suspended in the atmosphere, undergo long-distance transport, and subsequently deposit onto soil and vegetation. The spatial distribution of atmospheric pollutants generally demonstrated a decreasing tendency with increasing distance from major industrial sources, although meteorological conditions considerably modified this pattern. Wind direction and speed played an important role in determining the distribution of atmospheric pollutants, indicating that environmental exposure cannot be evaluated solely on the basis of geographical distance from an industrial facility. Areas located downwind of emission sources may experience greater exposure than locations situated at comparable distances but outside the dominant transport pathway.

The results further demonstrated that atmospheric pollution can function as an important pathway connecting industrial emissions with other environmental compartments. Continuous deposition of particulate-associated pollutants may contribute to the gradual accumulation of contaminants in surface soils and vegetation. Thus, the atmospheric component of industrial pollution should not be considered an isolated environmental problem. Instead, it represents one of the mechanisms through which industrial contaminants are transferred from emission sources into terrestrial ecosystems.

Soil analysis revealed pronounced spatial differences in physicochemical characteristics among sampling locations. Industrially affected soils generally demonstrated greater variability in pH, electrical conductivity, organic matter, and other physicochemical parameters compared with reference areas. Such variability reflects differences in industrial activities, atmospheric deposition, waste accumulation, surface runoff, and changes in soil-forming processes. Changes in soil physicochemical characteristics are particularly important because they may modify the mobility and bioavailability of potentially toxic elements. For example, variations in soil reaction and organic matter content can influence the adsorption, precipitation, and mobility of heavy metals, thereby affecting their potential uptake by plants and microorganisms[4].

Heavy-metal contamination represented one of the most important indicators of industrial environmental pressure. The spatial assessment showed that potentially toxic elements were not distributed uniformly throughout industrial territories. Higher contamination levels were generally associated with areas located close to industrial production facilities, transportation infrastructure, waste-storage sites, and locations affected by historical industrial activity. Lead, cadmium, chromium, nickel, copper, and zinc contributed differently to the overall contamination profile. The observed differences in the relative contribution of individual metals indicate that the environmental risk of industrial territories is strongly dependent on the technological profile and historical characteristics of individual industrial zones.

The contamination-factor analysis demonstrated that individual pollutants may make substantially different contributions to overall ecological risk. Elements characterized by both elevated concentrations and high toxicological significance contributed disproportionately to the cumulative risk index. This finding emphasizes the importance of evaluating not only the concentration of pollutants but also their ecological toxicity, persistence, mobility, and potential bioavailability. A concentration-based assessment alone may therefore underestimate the actual ecological significance of contamination.

The microbiological analysis provided additional evidence of ecological disturbance in industrially impacted soils. The abundance and structure of culturable micromycete communities varied among sampling locations, and the differences were associated with changes in soil physicochemical characteristics and contamination intensity. Industrially stressed soils tended to demonstrate alterations in fungal community composition compared with less disturbed reference areas. Such changes may reflect the sensitivity of microorganisms to heavy metals, petroleum-derived compounds, changes in soil pH, reduced organic-matter availability, and other forms of anthropogenic disturbance.

The fungal communities were generally represented by environmentally widespread genera, including *Aspergillus*, *Penicillium*, *Cladosporium*, *Alternaria*, *Fusarium*, and *Trichoderma*. However, their relative abundance and occurrence differed between sites. Certain pollution-tolerant taxa demonstrated greater prevalence in industrially affected environments, whereas environmentally sensitive taxa were less consistently represented under conditions of elevated anthropogenic pressure. This pattern indicates that changes in fungal community structure can provide useful information about the ecological condition of industrial soils.

The diversity analysis further demonstrated that environmental stress can influence not only the abundance of microorganisms but also the structure and evenness of biological communities. Reduced community diversity and increased dominance of a limited number of tolerant taxa may indicate environmental filtering under prolonged anthropogenic pressure. Conversely, sites characterized by comparatively heterogeneous environmental conditions may maintain a more diverse microbial community. The Shannon–Wiener and Simpson indices therefore provided complementary information concerning the structural response of soil fungal communities to industrial disturbance.

The relationship between soil contamination and fungal characteristics was particularly important. Statistical analysis indicated that changes in fungal abundance and diversity were associated with several physicochemical and chemical soil parameters. The relationship was not necessarily linear because microbial responses depend on interactions among multiple environmental variables. Soil pH, organic matter, moisture, and metal concentration may simultaneously influence fungal growth and community composition. Consequently, the use of microbiological indicators alongside conventional chemical measurements provides a more sensitive representation of the ecological consequences of industrial contamination.

The assessment of aquatic environments similarly demonstrated the potential influence of industrial activities on water quality. Sampling sites located near industrial discharge pathways and areas receiving surface runoff showed greater environmental pressure than comparatively unaffected locations. Changes in electrical conductivity, dissolved oxygen, nutrient concentrations, suspended material, and other water-quality parameters reflected differences in anthropogenic loading. Where industrial wastewater or contaminated runoff entered aquatic systems, the resulting changes in water chemistry could potentially influence aquatic organisms and alter ecological processes[5].

The presence of potentially toxic elements in aquatic environments is particularly important because contaminants may be transferred between the water column, sediments, and biological organisms. Sediments can act as both sinks and secondary sources of contamination, depending on environmental conditions. Consequently, the identification of contamination in water should be interpreted together with sediment characteristics and potential biological accumulation. This supports the need for long-term monitoring of industrially influenced aquatic ecosystems rather than relying exclusively on periodic water-quality measurements.

Vegetation assessment demonstrated additional evidence of environmental stress. Plant communities located under stronger industrial influence tended to show changes in species composition, vegetation structure, and visible physiological condition. The occurrence of pollution-tolerant species in highly disturbed locations suggests that industrial pressure may act as an ecological filter, gradually altering the structure of plant communities. Where heavy metals were present in soils, their potential accumulation in plant tissues represented an additional pathway through which contaminants could enter terrestrial food webs.

The integrated spatial analysis demonstrated that environmental risk was strongly heterogeneous. Areas with the highest combined risk generally corresponded to locations where several environmental stressors occurred simultaneously. For example, industrial emission sources located near contaminated soils, waste-storage areas, transport corridors, or sensitive ecological receptors produced a considerably greater overall risk than areas

affected by a single stressor. This finding confirms the importance of cumulative-risk assessment in industrial territories.

The Integrated Environmental Risk Index provided a more comprehensive representation of environmental conditions than individual pollution indicators. Sites characterized by elevated concentrations of pollutants did not necessarily demonstrate the highest overall risk when ecological sensitivity and exposure were relatively low. Conversely, moderately contaminated locations could become high-priority areas when they were situated near residential settlements, water resources, agricultural land, or ecologically sensitive habitats. This finding demonstrates that environmental risk is determined not solely by hazard intensity but by the interaction between hazard, exposure, vulnerability, and potential consequences.

The GIS-based assessment was particularly useful for identifying environmental risk hotspots. Spatial overlay of industrial infrastructure, pollution indicators, ecological sensitivity, and population exposure demonstrated that risk zones may extend beyond the immediate boundaries of industrial facilities. Atmospheric transport, surface runoff, groundwater movement, and transportation activities can facilitate the spatial propagation of industrial impacts. Therefore, environmental management based exclusively on administrative boundaries of industrial enterprises may fail to address the full geographical extent of ecological risk.

Multivariate statistical analysis further demonstrated that several environmental variables were closely associated with industrial pressure. Principal component analysis indicated the existence of groups of correlated parameters that could be interpreted as representing different pollution pathways or environmental processes. One group was associated predominantly with chemical contamination and soil physicochemical properties, whereas another reflected biological responses and changes in microbial community structure. Such relationships support the hypothesis that industrial environmental degradation is controlled by interacting rather than independent factors.

The findings also demonstrate the importance of biological indicators in environmental risk assessment. Chemical analyses provide essential information about the presence and concentration of pollutants, but they do not always indicate the actual ecological response of organisms. Microorganisms and vegetation can integrate the effects of several environmental stressors over time and therefore provide complementary evidence of ecological degradation. The combination of chemical and biological indicators consequently increases the sensitivity and ecological relevance of environmental assessment.

From a management perspective, the results indicate that industrial environmental risks should be addressed through a hierarchy of interventions. The first priority should be prevention and reduction of pollution at the source. This includes modernization of industrial technologies, improvement of emission-control systems, optimization of wastewater treatment, reduction of hazardous waste generation, and implementation of cleaner production principles. Particular attention should be given to industrial facilities responsible for multiple pollution pathways because their cumulative environmental contribution may be substantially greater than that of facilities producing a single type of environmental pressure.

The second priority should involve systematic environmental monitoring. Monitoring programs should simultaneously consider atmospheric air, soil, water, vegetation, and biological indicators. The inclusion of soil micromycetes and other microbial indicators could provide an early-warning mechanism for detecting ecological changes before severe ecosystem degradation becomes evident. Long-term monitoring would also make it possible to identify temporal trends and evaluate the effectiveness of implemented environmental-management measures.

The third priority concerns the remediation of already contaminated areas. Sites characterized by persistent heavy-metal accumulation or severe soil degradation may require targeted remediation, stabilization, phytoremediation, or other environmentally appropriate restoration approaches. Restoration should not be limited

to reducing contaminant concentrations but should also aim to recover soil biological activity, vegetation structure, and ecosystem functionality.

Overall, the results demonstrate that industrial environmental risk is a dynamic and spatially heterogeneous phenomenon produced by the interaction of multiple environmental stressors. The simultaneous consideration of chemical contamination, physicochemical environmental conditions, microbial community responses, vegetation characteristics, atmospheric pollution, water quality, spatial exposure, and ecological vulnerability provides a substantially more informative assessment than isolated monitoring of individual pollutants. The observed relationships between industrial pressure and biological responses further indicate that ecological indicators can significantly strengthen environmental risk assessment.

The findings support a transition from conventional pollutant-oriented monitoring toward integrated, ecosystem-based environmental management. Such an approach should combine source control, continuous monitoring, GIS-based risk mapping, biological assessment, ecological restoration, and adaptive management. In industrial territories where environmental risks are cumulative and persistent, the integration of these measures is essential for reducing ecological degradation, protecting biodiversity and ecosystem functions, minimizing human exposure, and ensuring the long-term sustainability of industrial development.

Conclusion

The comprehensive assessment demonstrated that environmental risks in industrial areas are characterized by a complex and interconnected combination of chemical, physical, biological, and anthropogenic pressures. Industrial activities can simultaneously affect atmospheric air, soil, surface and groundwater, vegetation, microorganisms, and surrounding human settlements, creating cumulative environmental impacts that cannot be adequately evaluated through the analysis of individual pollutants alone. The results confirmed that the intensity and spatial distribution of environmental risks are determined by the type of industrial activity, emission and waste-generation characteristics, duration of anthropogenic pressure, environmental transport pathways, ecological sensitivity, and population exposure.

Soil contamination, particularly by potentially toxic elements and heavy metals, represents one of the major long-term consequences of industrial activity. The accumulation of persistent contaminants can alter soil physicochemical properties, influence contaminant mobility and bioavailability, and negatively affect soil ecological functions. The observed changes in microbial and fungal community structure further demonstrate that industrial contamination may produce measurable biological consequences. Therefore, the inclusion of microbiological indicators, particularly micromycete diversity and abundance, can substantially improve the ecological interpretation of conventional chemical monitoring data.

The assessment also demonstrated that atmospheric emissions, wastewater, surface runoff, and contaminated soils are interconnected pathways through which industrial pollutants can move between environmental compartments. Consequently, environmental risks may extend considerably beyond the immediate boundaries of industrial facilities. Spatial analysis and GIS-based mapping are therefore essential tools for identifying pollution hotspots, determining exposure gradients, and establishing priority areas for environmental intervention.

The integrated environmental risk approach showed that risk magnitude depends not only on pollutant concentrations but also on exposure, ecological vulnerability, persistence, toxicity, and the sensitivity of environmental receptors. Areas with several simultaneously occurring stressors require particular attention because cumulative impacts may be substantially greater than the effect of individual stressors considered separately. The Integrated Environmental Risk Index provides an effective framework for combining these dimensions and supporting the prioritization of environmental management measures.

The study emphasizes the necessity of transitioning from reactive pollution control toward preventive, ecosystem-based, and adaptive environmental management. Priority measures should include pollution prevention at industrial sources, modernization of emission-control and wastewater-treatment systems, reduction and safe management of hazardous waste, continuous environmental monitoring, remediation of contaminated soils and water resources, restoration of degraded vegetation, and application of cleaner production technologies.

Long-term monitoring should integrate physicochemical measurements with biological indicators and spatial assessment. The incorporation of soil microorganisms and vegetation into monitoring systems can provide valuable early-warning information regarding ecological deterioration and ecosystem recovery. At the same time, GIS-based environmental risk maps can support environmental authorities and industrial managers in identifying priority territories and allocating remediation and monitoring resources more effectively.

Overall, effective management of industrial environmental risks requires a multidisciplinary and integrated framework combining environmental chemistry, ecology, microbiology, soil science, hydrology, atmospheric assessment, geospatial analysis, and environmental management. Such an approach can reduce cumulative anthropogenic pressures, preserve ecosystem functions and biodiversity, minimize environmental exposure, and strengthen the ecological sustainability of industrial territories. The integration of continuous monitoring, quantitative risk assessment, biological indicators, spatial analysis, preventive measures, and adaptive management should therefore constitute the foundation of modern environmental governance in industrial areas.

References

- 1.Chen, S., Shao, C., Yu, H., & Gao, J. (2024). Navigating urban human settlement sustainability: A multi-indicator assessment based on Sustainable Development Goal 11. *Journal of Cleaner Production*, 472, 143509.
- 2.Liu, Y., et al. (2023). Urban sustainability assessment at the neighborhood scale: Integrating spatial modellings and multi-criteria decision making approaches. *Sustainable Cities and Society*, 97, 104725.
- 3.Momoh, J., Ige, O., Seidu, R., Ogbenjuwa, L., Young, B., & Ibraheem, Y. (2024). Urban sustainability assessment: An analysis of how weighting and aggregating coefficient system was used in the development of SUCCEED assessment tool for developing countries. *Frontiers in Built Environment*, 10, 1413757.
- 4.Shamaee, S. H., Yousefi, H., & Zahedi, R. (2024). Assessing urban development indicators for environmental sustainability. *Discover Sustainability*, 5, 341.
- 5.Wang, X., et al. (2024). Developing an indicator framework for sustainability assessment in urban community regeneration: A case of Shanghai. *Developments in the Built Environment*, 18, 100476.

EMERGING CHALLENGES IN MARINE AND COASTAL ECOSYSTEM CONSERVATION**PhD Balakhanova Gumru Vasif****<https://orcid.org/0000-0002-1709-1442>****Azerbaijan State Pedagogical University, Baku, Azerbaijan****Abstract**

Marine and coastal ecosystems constitute some of the most ecologically significant natural systems on the planet, providing a wide range of essential ecosystem services, sustaining biological diversity, regulating climatic processes, and supporting the economic and social well-being of human communities. Nevertheless, intensifying anthropogenic activities, environmental pollution, climate change, excessive exploitation of marine resources, habitat alteration, and the introduction and expansion of invasive species are increasingly undermining the ecological integrity, resilience, and functional stability of these systems. This study investigates the principal contemporary challenges confronting marine and coastal ecosystems and evaluates current scientific and management approaches aimed at their effective conservation and sustainable use.

The study focuses on the ecological consequences of different forms of marine pollution, particularly plastic debris, microplastics, petroleum-derived pollutants, and chemical contaminants, and examines their potential effects on ecosystem structure, biological communities, and biodiversity. In addition, the impacts of major climate-related processes, including increasing seawater temperature, ocean acidification, changing sea levels, and associated environmental shifts, are considered in relation to the vulnerability and resilience of marine habitats. Particular emphasis is placed on the degradation of ecologically sensitive coastal environments, including coral reef systems, mangrove ecosystems, seagrass beds, estuarine areas, and coastal wetlands, which perform critical functions in biodiversity maintenance, nutrient cycling, carbon sequestration, shoreline stabilization, and protection against coastal hazards.

Contemporary conservation approaches are examined with particular emphasis on marine protected areas, ecosystem-based management, sustainable fisheries, habitat restoration, biodiversity conservation, and nature-based solutions. The potential of advanced technological approaches, including remote sensing, Geographic Information Systems (GIS), environmental DNA (eDNA) techniques, automated monitoring systems, and artificial intelligence, is also considered in relation to ecosystem assessment, biodiversity monitoring, environmental-risk detection, and evidence-based conservation planning.

The findings indicate that the effective conservation of marine and coastal ecosystems cannot be achieved through isolated management interventions. Instead, long-term protection requires an integrated framework that combines ecological research, technological innovation, adaptive environmental governance, sustainable resource utilization, effective conservation policies, and international scientific cooperation. The restoration and sustainable management of marine and coastal environments are essential for maintaining biodiversity, preserving ecosystem services, strengthening ecological resilience, and ensuring the long-term environmental security and well-being of future generations.

Keywords: ecosystem restoration, coastal ecosystems, biodiversity conservation, marine pollution, climate change, ocean acidification, marine protected areas,

Introduction

Marine and coastal ecosystems represent some of the most productive and biologically diverse natural systems on Earth, playing a fundamental role in maintaining global ecological balance, regulating climate processes, supporting biodiversity, and providing essential ecosystem services for human societies. Oceans, seas, estuaries, mangrove forests, coral reefs, seagrass meadows, and coastal wetlands form complex ecological networks that sustain a wide range of organisms and contribute significantly to global biogeochemical cycles. These ecosystems are not only reservoirs of biological diversity but also provide economic, social, and cultural benefits through fisheries, tourism, coastal protection, transportation, and natural resource supply. However, increasing anthropogenic pressures have resulted in significant degradation of marine and coastal environments, creating urgent challenges for their conservation and sustainable management.

The rapid growth of human activities in coastal regions has become one of the primary drivers of marine ecosystem degradation. Population growth, urbanization, industrial development, intensive agriculture, and expansion of coastal infrastructure have significantly increased pressure on marine habitats. Coastal zones, where terrestrial and marine environments interact, are particularly vulnerable due to their high ecological productivity and intensive human utilization. The transformation of natural coastal landscapes, destruction of wetlands, and alteration of shoreline structures have led to habitat fragmentation, biodiversity decline, and disruption of ecological processes.

One of the most critical modern problems affecting marine and coastal ecosystems is pollution. Marine pollution originates from multiple sources, including industrial discharges, agricultural runoff, untreated wastewater, oil spills, and plastic waste accumulation. Among these pollutants, plastic pollution has become a global environmental concern due to the persistence of synthetic materials in marine environments. Microplastics, which result from the fragmentation of larger plastic materials, can enter food chains, accumulate in marine organisms, and potentially affect ecosystem functions and human health. Chemical contaminants such as heavy metals, pesticides, and petroleum-derived compounds further contribute to the deterioration of marine environmental quality by altering physiological processes in aquatic organisms and reducing biodiversity[1].

Climate change represents another major threat to marine and coastal ecosystems. Increasing atmospheric temperatures have caused significant changes in ocean conditions, including rising sea temperatures, ocean acidification, sea-level rise, and changes in ocean circulation patterns. These processes have profound impacts on marine organisms and habitats. For example, coral reef ecosystems are highly sensitive to temperature increases, and prolonged thermal stress can result in coral bleaching and large-scale habitat loss. Ocean acidification, caused by increased absorption of atmospheric carbon dioxide, affects organisms that depend on calcium carbonate structures, including corals, mollusks, and certain plankton species, thereby influencing marine food webs and ecosystem stability.

Overexploitation of marine biological resources is also among the most significant challenges in marine conservation. Unsustainable fishing practices, illegal fishing activities, and excessive harvesting of marine organisms have resulted in declining populations of many commercially and ecologically important species. Overfishing disrupts trophic relationships, alters community structures, and reduces the resilience of marine ecosystems. The decline of key species can have cascading effects throughout food webs, affecting ecosystem productivity and stability.

The loss and degradation of coastal habitats represent another critical conservation issue. Ecosystems such as mangrove forests, salt marshes, seagrass meadows, and coastal wetlands serve as important breeding, feeding, and shelter areas for numerous species. They also provide natural protection against coastal erosion, storms, and flooding. However, these habitats are increasingly threatened by land reclamation, urban expansion, pollution,

and climate-related changes. The destruction of coastal vegetation reduces ecosystem resilience and decreases the capacity of coastal areas to adapt to environmental changes.

Biodiversity loss in marine environments has become a growing global concern. Marine ecosystems contain a large proportion of Earth's biodiversity, including numerous species that remain poorly studied. Habitat destruction, pollution, climate change, invasive species, and overexploitation contribute to population declines and species extinction risks. The reduction of marine biodiversity not only threatens individual species but also weakens ecosystem stability and decreases the ability of marine systems to provide essential ecological services[2].

Invasive alien species represent an additional challenge for marine ecosystem conservation. Through global shipping, aquaculture activities, and human-mediated transport, non-native species can be introduced into new environments where they may compete with native organisms, modify habitats, and disrupt ecological interactions. Invasive species can cause significant changes in community composition and reduce the ecological integrity of marine ecosystems.

Modern marine conservation requires the development and implementation of integrated management approaches that combine ecological knowledge, technological innovation, and effective environmental governance. Traditional conservation methods are increasingly being complemented by advanced approaches such as marine protected areas (MPAs), ecosystem-based management, remote sensing technologies, geographic information systems (GIS), environmental DNA (eDNA) analysis, and artificial intelligence-based monitoring systems. These innovative tools improve the ability to assess ecosystem conditions, monitor biodiversity changes, and develop scientifically based conservation strategies.

Marine protected areas have become one of the most important instruments for conserving marine biodiversity and restoring degraded ecosystems. By limiting destructive human activities, protected areas provide opportunities for population recovery, habitat restoration, and maintenance of ecological processes. However, the effectiveness of these areas depends on proper planning, adequate management, scientific monitoring, and cooperation among stakeholders.

The conservation of marine and coastal ecosystems is also closely connected with sustainable development goals and international environmental commitments. Global initiatives emphasize the importance of reducing marine pollution, protecting biodiversity, combating climate change, and promoting sustainable use of ocean resources. Achieving these objectives requires collaboration among governments, scientific institutions, local communities, industries, and international organizations[3].

In recent decades, scientific research has increasingly highlighted the importance of understanding marine ecosystems as dynamic and interconnected systems. Conservation strategies must consider not only individual species protection but also the preservation of ecological interactions, habitat complexity, and ecosystem functions. Adaptive management approaches based on continuous monitoring and scientific assessment are essential for responding to rapidly changing environmental conditions.

Therefore, the protection of marine and coastal ecosystems represents one of the most important environmental priorities of the modern era. Addressing current conservation challenges requires a multidisciplinary approach that integrates ecology, technology, environmental policy, and sustainable resource management. Effective conservation measures will contribute not only to maintaining marine biodiversity but also to ensuring ecosystem services, climate regulation, and the well-being of future generations.

Materials and Methods

The research was conducted using a comprehensive interdisciplinary methodological approach aimed at evaluating the current challenges affecting marine and coastal ecosystems and analyzing modern strategies for

their conservation. The methodological framework was based on the integration of ecological assessment methods, scientific literature analysis, comparative evaluation, and synthesis of contemporary conservation approaches. This approach enabled the assessment of anthropogenic impacts, ecological changes, and the effectiveness of existing management strategies for marine and coastal environments.

The materials of the study consisted of scientific articles, international environmental reports, biodiversity assessment documents, marine conservation strategies, and research findings related to ocean ecology, coastal ecosystem dynamics, climate change impacts, marine pollution, and sustainable resource management. Recent scientific publications from international databases were analyzed to identify current trends and major environmental threats affecting marine and coastal ecosystems.

The research materials covered different components of marine and coastal ecosystems, including coral reefs, mangrove forests, seagrass meadows, estuaries, coastal wetlands, and open marine habitats. Particular attention was given to major ecological problems such as plastic pollution, chemical contamination, habitat destruction, biodiversity loss, climate change impacts, overfishing, and invasive species introduction.

A systematic literature review method was applied to collect and analyze scientific information related to marine ecosystem degradation and conservation practices. Scientific sources were selected according to their relevance, reliability, and contribution to understanding ecological processes and conservation mechanisms. The collected information was classified into several thematic categories, including pollution impacts, climate-related changes, biodiversity conservation, ecosystem restoration, and sustainable management approaches.

Comparative analysis was used to evaluate differences between degraded and protected marine environments and to determine the effectiveness of various conservation measures. The assessment was based on ecological indicators such as species diversity, habitat quality, population dynamics of marine organisms, pollution levels, ecosystem productivity, and ecological resilience.

The study also applied ecological monitoring and assessment approaches used in marine conservation research. These included biological monitoring of marine organisms, assessment of water quality parameters, evaluation of habitat conditions, and analysis of changes in ecosystem structure and function. Indicators such as species richness, abundance, biodiversity indices, and community composition were considered for evaluating ecosystem status.

Remote sensing and geographic information system (GIS)-based approaches were examined as modern tools for monitoring marine and coastal ecosystems. Satellite observations, spatial analysis methods, and digital mapping technologies were evaluated for their ability to detect changes in coastal land use, habitat degradation, sea surface temperature variations, and other environmental parameters.

The role of advanced technologies, including environmental DNA (eDNA) analysis, artificial intelligence-based models, and automated monitoring systems, was also analyzed. These methods were considered as innovative approaches for improving biodiversity assessment, identifying ecological changes, and supporting decision-making processes in marine conservation.

The assessment of conservation strategies included analysis of marine protected areas (MPAs), ecosystem-based management approaches, habitat restoration programs, and sustainable fisheries management practices. Their effectiveness was evaluated based on their contribution to biodiversity preservation, recovery of degraded habitats, and maintenance of ecosystem services.

The collected data were analyzed using descriptive, comparative, and analytical methods. The results were synthesized to identify the main drivers of marine and coastal ecosystem degradation, evaluate current conservation challenges, and determine future directions for sustainable management.

The applied methodology allowed for a comprehensive assessment of modern problems in marine and coastal ecosystem conservation by combining ecological knowledge, technological approaches, and sustainability principles. This research framework provides a scientific basis for understanding environmental pressures and developing effective strategies for the protection and restoration of marine ecosystems.

Results and Discussion

The results of the study demonstrated that marine and coastal ecosystems are currently experiencing complex and interconnected environmental pressures caused by increasing anthropogenic activities, climate change, and unsustainable resource utilization. The analysis revealed that these ecosystems, despite their high ecological productivity and resilience, are undergoing significant structural and functional changes that threaten biodiversity conservation, ecosystem stability, and the continuation of essential ecosystem services.

One of the most significant findings of the research was the dominant role of pollution as a major factor contributing to marine and coastal ecosystem degradation. The accumulation of plastic waste, microplastics, industrial pollutants, agricultural chemicals, and petroleum-derived contaminants has resulted in considerable deterioration of marine environmental quality. The analysis showed that pollutants affect marine organisms at different trophic levels by causing physiological stress, reducing reproductive capacity, and altering natural population dynamics. Microplastic contamination was identified as a particularly serious problem due to its widespread distribution, persistence in marine environments, and ability to enter food chains. These findings indicate that reducing plastic input into marine systems should be considered one of the primary priorities in modern conservation strategies.

The study results also revealed that climate change has become a critical factor influencing the ecological condition of marine and coastal ecosystems. Rising sea temperatures, ocean acidification, sea-level rise, and changes in hydrological processes have significantly affected marine biodiversity and habitat stability. Coral reef ecosystems were identified as among the most vulnerable habitats, where increased thermal stress leads to coral bleaching and loss of reef-associated biodiversity. Ocean acidification was found to negatively influence organisms with calcium carbonate structures, resulting in changes in marine community composition and ecosystem productivity[4].

The analysis of biodiversity changes demonstrated a significant decline in many marine species due to habitat destruction, overexploitation, and environmental pollution. Coastal habitats, including mangrove forests, seagrass ecosystems, and wetlands, were found to be particularly vulnerable to human disturbance. The degradation of these habitats reduces breeding and feeding areas for marine organisms and weakens natural coastal protection mechanisms. The results emphasize that habitat conservation and restoration are essential components of effective marine biodiversity management.

The research findings highlighted that overfishing and unsustainable exploitation of marine resources remain among the major challenges for ecosystem conservation. Excessive fishing pressure leads to population decline of economically and ecologically important species, disrupts food web relationships, and reduces ecosystem resilience. The analysis showed that sustainable fisheries management, including fishing regulation, protection of spawning areas, and reduction of illegal fishing activities, is necessary for maintaining marine ecosystem balance.

The study also demonstrated the increasing ecological significance of invasive alien species in marine environments. Global transportation networks, particularly maritime activities, contribute to the introduction and spread of non-native organisms. Invasive species can compete with native species, modify habitat conditions, and disrupt ecological interactions. The results indicate that early detection and continuous monitoring are essential for preventing large-scale ecological disturbances caused by biological invasions.

A significant outcome of the research was the identification of the effectiveness of modern technological approaches in marine ecosystem monitoring and conservation. Remote sensing technologies, geographic information systems (GIS), environmental DNA (eDNA) analysis, and artificial intelligence-based monitoring systems provide valuable opportunities for assessing ecosystem changes with greater accuracy and efficiency. These approaches improve the ability to detect pollution sources, monitor biodiversity patterns, and predict potential ecological risks.

The analysis of marine protected areas (MPAs) showed that properly designed and effectively managed protected zones contribute significantly to biodiversity conservation and ecosystem recovery. Protected areas provide conditions for population restoration, habitat preservation, and maintenance of ecological processes. However, the effectiveness of MPAs depends on appropriate management strategies, scientific monitoring, enforcement mechanisms, and cooperation among local communities and governmental institutions.

The results further indicated that ecosystem restoration approaches have considerable potential for improving degraded marine and coastal environments. Restoration of mangrove forests, coral reefs, seagrass meadows, and coastal wetlands contributes to increasing biodiversity, enhancing carbon storage capacity, and strengthening ecosystem resilience. Nature-based solutions were identified as particularly valuable because they combine ecological restoration with climate adaptation and sustainable development objectives.

Despite the progress achieved in marine conservation, the study identified several limitations and challenges. These include insufficient financial resources, inadequate monitoring infrastructure, weak enforcement of environmental regulations, and limited public awareness regarding marine conservation. Additionally, the complexity of marine ecosystems requires continuous scientific research and adaptive management approaches capable of responding to rapidly changing environmental conditions.

Overall, the findings confirm that the conservation of marine and coastal ecosystems requires an integrated approach combining ecological research, technological innovation, sustainable resource management, and international cooperation. Effective protection strategies should focus not only on reducing current environmental pressures but also on restoring degraded habitats and enhancing ecosystem resilience. The preservation of marine ecosystems is essential for maintaining global biodiversity, regulating climate processes, and ensuring the sustainable use of ocean resources for future generations.

Conclusion

The study results demonstrate that the conservation of marine and coastal ecosystems is one of the most important environmental challenges of the modern era. These ecosystems play a fundamental role in maintaining global ecological balance, preserving biodiversity, regulating climate processes, and providing essential ecosystem services for human societies. However, increasing anthropogenic pressure, pollution, climate change, overexploitation of marine resources, habitat destruction, and the spread of invasive species have significantly threatened the stability and functioning of marine environments.

The analysis showed that marine pollution, particularly plastic waste, microplastics, chemical contaminants, and oil-related pollutants, represents one of the major factors contributing to ecosystem degradation. These pollutants negatively affect marine organisms, disrupt food chains, and reduce ecosystem productivity. Therefore, effective pollution prevention strategies, improved waste management systems, and international cooperation are essential for reducing the negative impacts on marine environments.

Climate change has been identified as another critical challenge affecting marine and coastal ecosystems. Rising ocean temperatures, acidification, and sea-level changes are altering habitat conditions and threatening sensitive ecosystems such as coral reefs, mangrove forests, and seagrass meadows. The implementation of climate

adaptation measures and ecosystem-based conservation approaches is necessary to strengthen the resilience of marine ecosystems against future environmental changes.

The research also confirmed that biodiversity conservation requires the protection and restoration of key marine habitats. Marine protected areas, sustainable fisheries management, ecological restoration programs, and nature-based solutions provide effective mechanisms for maintaining species diversity and ecosystem functions. The restoration of degraded coastal habitats contributes not only to biodiversity preservation but also to climate regulation and coastal protection.

Modern technological approaches, including remote sensing, geographic information systems (GIS), environmental DNA (eDNA) analysis, and artificial intelligence-based monitoring systems, have significantly improved the possibilities for marine ecosystem assessment and management. These technologies allow for more accurate monitoring of environmental changes, early detection of ecological risks, and development of scientifically based conservation strategies.

However, successful marine and coastal ecosystem conservation requires overcoming several challenges, including insufficient funding, limited monitoring capacity, weak environmental governance, and lack of public awareness. Addressing these issues requires coordinated efforts among governments, scientific institutions, international organizations, local communities, and economic sectors.

In conclusion, the protection of marine and coastal ecosystems requires an integrated and long-term approach that combines ecological knowledge, technological innovation, sustainable management practices, and effective environmental policies. Ensuring the conservation of marine biodiversity and ecosystem functions is essential not only for maintaining ecological stability but also for securing the well-being and sustainable development of future generations. The implementation of comprehensive conservation strategies will play a decisive role in protecting the oceans and coastal environments from increasing global environmental pressures.

References

1. Bennett, N. J., Katz, L., Yadao-Evans, W., Ahmadi, G. N., Atkinson, S., Ban, N. C., et al. (2021). Advancing social equity in and through marine conservation. *Frontiers in Marine Science*, 8, 711538.
2. Duffy, J. E., Benedetti-Cecchi, L., Trinanes, J., Wall, C. B., Boström, C., Lefcheck, J. S., et al. (2022). Toward a new understanding of marine biodiversity and ecosystem functioning in a changing ocean. *Annual Review of Marine Science*, 14, 1–25.
3. Macreadie, P. I., Costa, M. D. P., Atwood, T. B., Friess, D. A., Kelleway, J. J., Kennedy, H., et al. (2021). Blue carbon as a natural climate solution. *Nature Reviews Earth & Environment*, 2, 826–839.
4. Sala, E., Mayorga, J., Bradley, D., Cabral, R. B., Atwood, T. B., Auber, A., et al. (2021). Protecting the global ocean for biodiversity, food and climate. *Nature*, 592, 397–402.

WORDS FOR ‘FERRY’ IN ARTIFICIAL AUXILIARY LANGUAGES**Dr. Alan Reed LIBERT****Discipline of Linguistics, University of Newcastle, Callaghan, Australia/Department of English Language
and Literature, Khazar University, Baku, Azerbaijan, Alan.Libert@newcastle.edu.au****ORCID: 0000-0003-1446-4183****Abstract**

Ferries are a fairly common means of transportation; it would therefore not be surprising if many artificial auxiliary languages (i.e. languages created for communication among people speaking different languages) had a noun meaning ‘ferry’. In this paper I will look at these words. There are some artificial auxiliary languages, e.g. Eurologo and Olingo, which do not have a word for ‘ferry’, as their vocabularies are small and/or not fully developed. Among languages with such a word, we find that in some cases it is close to its equivalent or a word with a related meaning in one or more major European languages, e.g. Esperanto’s *pramo*, Interlingua’s *ferry-boat*, and Lingwa de Planeta’s *feri*. However, in some other languages (the *a priori* languages) it is quite different from the corresponding word in any language, e.g. Kah’s *tunsoni* and Suma’s *medo pevo*. It is hoped that this paper will contribute to our understanding of vocabulary creation in artificial auxiliary languages.

Keywords: Artificial languages, constructed languages, auxiliary languages, transportation terms

INTRODUCTION

In this paper I will look at words for ‘ferry’ in artificial auxiliary languages (which are languages constructed to assist with or enable communication among people who know different natural languages). Since ferries are widely used in some areas, one might expect at least some such languages to have words for them.

DATA AND ANALYSIS

Artificial auxiliary languages which, to my knowledge, lack a word for ‘ferry’ include the following: American, Ande, Eurolengo, Frater, Glan-ik, Mondial, Olingo, Panamane, Sintezo, and Sona. On the other hand, Neo has four words for ‘ferry’: *shipol* ‘passengers’ ferry, small ferry’ (apparently from *ship* ‘ship’ and the dmimuntive suffix *-ol*), *feribot* ‘vehicles’ ferry, ferry-boat’, *kocior* ‘vehicles’ ferry’ (apparently from *koc* ‘coach’ and *-ior* ‘means of transport’), and *transior* ‘vehicles’ ferry’ (apparently from *trans* ‘beyond’ and *-ior*) (Alfandari no date). Some of the parts of these words may look familiar if one knows one or more major European languages; this is because Neo is an *a posteriori* artificial language, i.e. an artificial language built (mainly) from components of one or more natural languages. The best-known *a posteriori* language, and one of the best-known artificial languages overall is Esperanto; in Figure 1 we see the etymology of its word for ‘ferry’.

PRAM/O (f; RE): Po *prom*, R *parom*, po-
Kp Ji *prom*; ank. A *pram*, F *prame*¹, G
Prahm, Nd *praam* "barĝo". Semantike la
vorto baziĝas sur la slavaj fontlingvoj;
forme la deirpunkto ŝajnas esti G *Prahm*
[pra:m], kiu fakte havis du sencojn: 1)
"barĝo" 2) (dial.) "(kablo)pramo". Se
oni juĝas laŭ la tradukoj en UV, Z ne
distingis tiujn sencojn. Cele al diferen-
cigo poste aperis eo *barĝo* PV (< A *bar-
ge*). ¶ Io *paromo*, le *pram*; la *ferry-boat*
(=A), *barca de passage*.
Slava vorto (kp Bg *pram*; Ĉe ant. *prám* (>
G), par. al G *fahren* "veturi", Gr *póros*
"trapasejo" (HE rad. **per-/por-*, vd. *porti*).

Figure 1. Vilborg (1995:83)

This passage indicates that the source languages for *pramo* include Polish (Po) and Russian (R). It states, ‘Semantically the word is based on the Slavic source languages; in form the point of departure is German *Prahm*’. Esperanto has another word for ‘ferry’, *pramŝipo*.¹

Words for ‘ferry’ in a few other *a posteriori* languages are given in Table 1; again some of these words or their parts may look familiar. On the other hand, most of the languages themselves will probably be unfamiliar, as they were not successful or used widely. In addition, one might wonder how serious some recent artificial auxiliary language projects are, given how many such languages have already been created; the internet has enabled the easy presentation of artificial languages. Most of the languages in this table are partly or mainly based on European languages, but Guosa is an exception, as it draws on African languages.

¹ <https://reta-vortaro.de/revo/art/sxip.html#fnt_98>

Language	Word(s)	Etymology (if available/known)
Atlango	<i>praumo, ferinavyo, praumobatelo</i> ¹	the second word apparently contains <i>nayvo</i> ‘ship’, and the third word apparently contains <i>batelo</i> ‘boat’.
Enjo	<i>boutferi</i> ²	presumably both roots from English
Esperantida	<i>paromo</i>	
Esperanto Nova	<i>akvirilo (akv + ir + -il- + -o)</i>	<i>(akv + ir + -il- + -o)</i> ³ [‘water’ + ‘go’ + ‘instrument’ + noun marker]
Globasa	<i>mekukunavi</i>	“mekuku + navi mekuku (<i>b</i>) n: shuttle (sewing tool or vehicle) navi (<i>b.oj</i>) n: ship, boat; v.tr: navigate” ⁴
Glosa	<i>trans navi</i> ⁵	apparently from <i>trans</i> ‘across; traverse; horizontal’ and <i>navi</i> ‘ship, boat, barge, vessel (ship)’, both from Latin
Guosa	<i>ugboko fito, fari</i>	Igbineveka (2007) gives the source of these as “H/G”. The “H” probably stands for Hausa, but I do not know what the “G” stands for, perhaps for Guosa itself. ⁶ <i>Ugboko</i> means ‘vehicle’; I do not know the meaning of <i>fito</i> .
Ido	<i>paromo</i> ⁷	
Interlingua (IALA)	<i>ferry-boat, barca de transbordo</i> ⁸	the former clearly from English
Interlingue/Occidental	<i>pram</i> ⁹	
Interslavic	<i>prěvoz</i> ¹⁰	
Lango	<i>pontono</i> ¹¹	
Lingua Franca Nova/Elefen	<i>naveta</i> ¹²	

¹ <<https://web.archive.org/web/20160923125649/https://vido.net/atlango/vortajo.htm>>

² <https://www.reddit.com/r/conlangs/comments/1t7mtth/enjo_an_international_auxiliary_or_english_creole/>

³ <https://conlang.fandom.com/wiki/Esperanto_Nova>

⁴ <<https://menalari.globasa.net/eng/lexi/mekukunavi>>. The etymology of the first component is “**Arabisa** مَكُوك ‘makuk’ **Parsisa** ماکو ‘mâku’ **Turkisa** mekik” (<<https://menalari.globasa.net/eng/lexi/mekuku>>); that of the second component is “**Englisa** naval, navigate **Espanisa** nave **Fransesa** navire **Hindi** नाव ‘nāv’ **Parsisa** نāv ‘nāv’ **Telugusa** నావ ‘nāva’” (<<https://menalari.globasa.net/eng/lexi/navi>>).

⁵ <<http://www.glosa.org/gid/glen.htm>>

⁶ However, Igbineveka (2007) gives the origin of *ugboko* as “I/Y”, which may stand for Igbo and Yoruba, so perhaps “H/G” is only meant to be the origin of *fari*.

⁷ <<https://www.idolinguo.org.uk/enidder.htm>>, Feder (1919:233); however, de Beaufront and Couturat (1908:97) give *pramo* as the Ido equivalent of ‘ferry-boat’.

⁸ <<https://www.interlingua.com/an/ceid-englishf/>>

⁹ <<https://occidental-lang.com/dictionaries/?d=en&q=Ferry>>

¹⁰ <<http://steen.free.fr/interslavic/en-ms.html>>

¹¹ The Lango-English dictionary available at <https://web.archive.org/web/20060713004447/http://www.lango.ru/an/an-Diccionario.zip> glosses this word as “pontoon, ponton; ferry(boat)”. This language Lango (apparently created by someone whose (first) name is apparently Constantine (<<https://web.archive.org/web/20060706120638/http://www.lango.ru/an/an-index.htm>>)) should not be confused with another artificial language of the same name presented in Craig and Alexander (1996). There are also two natural languages of Africa with this name.

¹² This word has more than one meaning: the source <<https://elefen.org/disionario/disionario.html>> defines it as follows:

Lingwa de Planeta (LdP)	<i>feri</i> ¹	
Lukleo/Fremdo	<i>pramo</i> ²	
Mondlango	<i>pramo</i> ³	
Sambahsa	<i>ferry, perom</i> ⁴	“one is the international English word ... while the other is obviously connected to PIE *per = to cross.” (O. Simon personal communication)
Unish	<i>feri</i>	“source E[nglish], G[erman]” ⁵
Uropi	<i>trabàt</i> ⁶	apparently from <i>tra</i> ‘across, via’ and <i>bat</i> ‘boat’

Table 1. Words for ‘ferry’ in some *a posteriori* languages

Consider now the words in Table 2; in contrast these words and their parts will appear alien. This is because the languages here are from *a priori* artificial languages, attempts to build a language from scratch without drawing on natural languages.

Language	Word	Etymology/Construction (if available/known)
aUI	<i>nu-kad-jEged</i>	people-across-boat ⁷
Kah	<i>tunsoni</i> ⁸	apparently built from <i>tunu</i> ‘to cross, go across, across, from one side to the other’ and <i>soni</i> ‘boat’
Kotava	<i>kuja</i> ⁹	
Suma	<i>medo pevo</i>	<i>medo</i> ‘cross’, <i>pevo</i> ‘boat, ship’
Temenia	<i>ηαωοπο</i> ¹⁰	

Table 2. Words for ‘ferry’ in some *a priori* languages

These words have been constructed in different ways. In some cases, e.g. the word of Suma, they are compounds, i.e. they consist of roots, and the language has a smaller number of roots than natural languages or *a posteriori* languages (which is one way in which a language could be (thought to be) simple). On the other hand, the designer

Un util de lenio con du terminas puntida, conteninte un bobin, usada per porta la filo en texe; un barco cual transporta persones e carga entre la du lados de un rio o otra corpo de acua

en shuttle; ferry, ferryboat

eo navedo; pramo, pramŝipo, navedŝipo

fr navette; ferry, ferryboat

he מעבורת; בוכייר

it navetta; traghetto

¹ <<http://www.lingwadeplaneta.info/utf-8/ldpen-harry.html#F>>

² <<https://web.archive.org/web/20100220235256/http://www.lukleo.net/dico.php>>

³ <<https://mondlango.github.io/vocabulary/heyafu/>>

⁴ < <https://www.scribd.com/doc/39063111/Sambahsa-English-Dictionary>>

⁵ <http://www.unish.net/search/e_unish_Dic_Search.jsp>

⁶ <<http://uropi.free.fr/lexianglais.html>>

⁷ <<https://aUILanguage.org/webonary/>>

⁸ <<https://www.kwesho.com/dictionary-e-k.html>>

⁹ <<https://www.kotava.org/kotapedia/doku.php?id=Kuja>>

¹⁰ <<https://www.temenia.org/Temenia/docs/EnglishTemenia.pdf>>

of Temenia (which, one will notice, is written with Greek letters) states, “I decided to create the words of the lexicon randomly”.¹

There is a middle ground between *a priori* and *a posteriori* artificial languages – there are artificial languages which have both substantial amounts of *a priori* and *a posteriori* material. These languages are called mixed artificial languages. In Table 3 are seen words for ‘ferry’ in two of these languages.

Language	Word
Spokil	<i>skirha</i> ²
Volapük	<i>veged</i> ³

Table 3. Words for ‘ferry’ in two mixed languages

CONCLUSION

Some, but not all, artificial auxiliary languages have a word for ‘ferry’. How this word is created differs considerably among these languages.

REFERENCES

- Alfandari, A. (no date) *Rapid Method of Neo*. Éditions Brepols, Brussels.
- Craig, R. and A. Alexander (1996) *Lango*. LANGO, Douglas, Isle of Man.
- de Beaufront, L. and L. Couturat (1908) *English-International Dictionary*. Guilbert Pitman, London.
- Feder, K. (1919) *Grosses Wörterbuch Deutsch-Ido*. Ido-Weltsprache-Verlag, Lüsslingen, Switzerland.
- Igbineweka, A. E. (2007) *The Complete Dictionary of Guosa Language*. Guosa Educational, Scientific & Cultural Institute, Inc., and Guosa Publication Services, Richmond, CA.
- Nicolas, A. (1904) *Spokil*. A. Maloine, Paris.
- Vilborg, E. (1995) *Etimologia Vortaro de Esperanto*. Vol 4. Eldona Societo Esperanto, Malmö.
- Wood, M. W. (1889) *Dictionary of Volapük*. Charles E. Sprague, New York.

¹ <<https://www.temenia.org/Temenia/docs/Rationale.pdf>>

² *Skirha* is given as the equivalent of French *bac* in Nicolas (1904:77).

³ This is the word given by Wood (1889:98), which I assume refers to the kind of boat (not the place); however, there is a newer term for ‘ferryboat’, *lovenaf* (<<https://xn--volapk-7ya.com/EnVoDictionary-20100830.pdf>>), which apparently consists of *love* ‘over’ and *naf* ‘ship’.

**SYNTHESIS, STRUCTURAL CHARACTERIZATION, AND LUMINESCENCE PERFORMANCE OF
Sr₃Gd(BO₃)₃: DY³⁺ PHOSPHORS FOR LED LIGHTING APPLICATIONS****Scholar: Laraib Hassnain****Supervisor: Dr. Fawad Ullah****University: Kohat University of Science and Technology, Kohat****Contact Emails:****Scholar: laraibhassnain@gmail.com Supervisor: fawadkust@gmail.com****Abstract:**

This study reports the synthesis, structural characterization, and luminescent investigation of Dy³⁺-activated Sr₃Gd(BO₃)₃ phosphors for potential solid-state lighting applications. The phosphor series Sr₃Gd_{1-x}Dy_x(BO₃)₃ (x = 0.5–5 mol%) was successfully synthesized using the conventional high-temperature solid-state reaction method. Phase purity and crystal structure were confirmed through X-ray diffraction (XRD) analysis followed by Rietveld refinement, indicating the formation of a single-phase borate structure without secondary impurities. The surface morphology and particle distribution were examined using scanning electron microscopy (SEM), revealing well-developed and uniformly distributed grains.

Photoluminescence (PL) studies were carried out to evaluate excitation and emission characteristics under near-UV and blue excitation wavelengths. The phosphors exhibit characteristic Dy³⁺ emissions corresponding to the ⁴F_{9/2} → ⁶H_{15/2} (blue) and ⁴F_{9/2} → ⁶H_{11/2}, ⁶H_{13/2} (yellow) transitions, resulting in tunable white or yellow emission depending on dopant concentration. The optimum Dy³⁺ concentration was determined based on emission intensity, and concentration quenching behavior was analyzed to identify the dominant energy transfer mechanism between activator ions. Decay lifetime measurements were performed to study radiative processes and confirm efficient luminescence. Thermal stability was evaluated through temperature-dependent PL measurements, demonstrating good resistance to thermal quenching, which is essential for LED operation.

The results indicate that Dy³⁺-doped Sr₃Gd(BO₃)₃ phosphors exhibit strong emission intensity, suitable chromaticity coordinates, and appreciable thermal stability under near-UV excitation. These properties suggest that the material is a promising candidate for single-component white or yellow-emitting phosphors in near-UV or blue-pumped LED devices. Overall, this work contributes to the development of efficient, thermally stable borate-based phosphors for advanced solid-state lighting applications.

A REVIEW OF THE EFFECTS OF PROJECT MANAGEMENT PRACTICES ON COST OVERRUN IN CONSTRUCTION PROJECTS.

Authors:

- 1) Ar. Dr. Omer Shujat Bhatti, Associate Professor & COD, Dept. of Architecture, School of Architecture & Planning, UMT, Lahore.
- 2) Engr. Fakhar Hassan Shah. Practicing Engineer, Dubai.
- 3) Prof. Dr. Muhammad Asad Ghufraan, Professor, IIUI, Islamabad.
- 4) Ar. Usman Raza Kazmi, Lecturer, Dept. of Architecture, School of Architecture & Planning, UMT, Lahore.
- 5) Ar. Rameesha Khan, Lecturer, Dept. of Architecture, School of Architecture & Planning, UMT, Lahore.

Abstract

Cost overrun has long been a significant concern in the construction sector, posing obstacles to project profitability and financial viability. It occurs when actual costs exceed the initial budget estimates, leading to financial hardship, delays, and stakeholder disagreements. This paper investigates the impact of project management techniques on construction project cost overruns. The study aims to identify various techniques used at different stages of construction projects and analyze their effects on cost performance. Additionally, it explores the reasons behind cost overruns and proposes solutions to prevent them in the future. This research highlights efficient methods with which to manage and prevent cost overruns, providing valuable insights for project managers to use when improving cost performance and enhancing project success. It contributes to the knowledge on project management in the construction sector and aids stakeholders in navigating cost overrun challenges. Future research should explore context-sensitive issues related to cost overruns and consider robust, adaptive, and agile cost management strategies based on project management skillsets.

Keywords: cost overrun; project management practices; construction projects; remedial measures.

MULTI-OBJECTIVE OPTIMAL PLACEMENT AND SIZING OF DISTRIBUTED GENERATION IN CONNECTED POWER NETWORKS FOR LOSS REDUCTION AND VOLTAGE STABILITY ENHANCEMENT

Sabah Louarem^{1*}, Samira Boumous², zouhir Boumous²

¹Department of Electrical Engineering, LAS Laboratory, Ferhat Abbas University, Setif I, Setif, Algeria

²Laboratory of Electrical Engineering, Electronic and Renewable Energy, University of Souk Ahras,
Route Annaba B.P. 1553, Souk Ahras, Algeria

*Corresponding authors: sista_louarem@hotmail.com

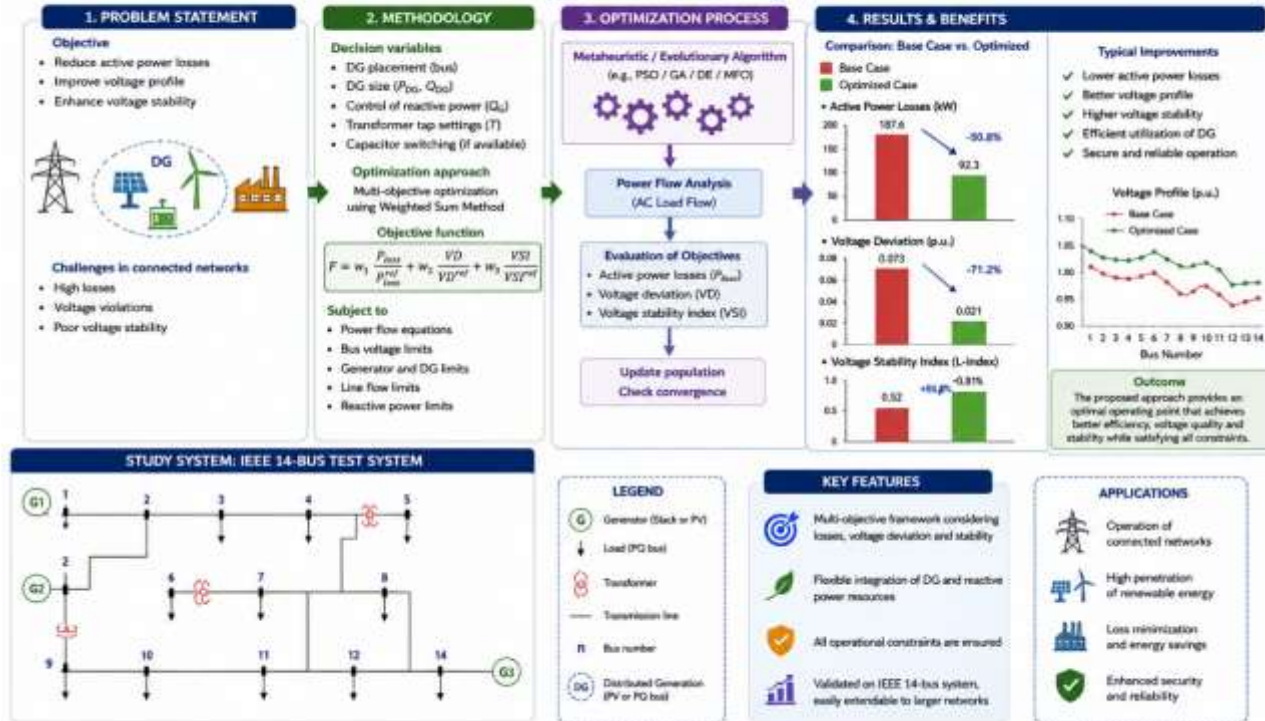
Abstract

The increasing integration of distributed generation and renewable energy sources into interconnected power networks introduces significant challenges related to active power losses, voltage regulation, and voltage stability. This study presents a multi-objective optimization framework for improving the operating performance of connected power networks while satisfying power-flow and operational constraints. The proposed approach simultaneously considers the minimization of active power losses, voltage deviation, and voltage stability index, thereby providing a comprehensive assessment of network operating conditions. To ensure a balanced treatment of the different objectives, the individual objective functions are normalized with respect to their reference values and combined using appropriate weighting coefficients. The optimization problem is formulated subject to generator operating limits, bus-voltage constraints, reactive-power limits, and other network operating constraints. The proposed framework is evaluated using the IEEE 14-bus test system under representative operating conditions. The optimization results are compared with the base-case operating point to quantify improvements in power losses, voltage profile, and voltage stability. In addition, the sensitivity of the optimized solution to the objective-function weighting factors is investigated to identify the trade-offs among the competing objectives. The results demonstrate that the proposed multi-objective formulation can provide a more efficient and secure operating point while maintaining all relevant network constraints. The study provides a systematic basis for coordinated optimization of interconnected power networks and can be extended to larger systems with distributed renewable generation and flexible power-system resources.

Keywords: Connected power network; Multi-objective optimization; IEEE 14-bus system; Active power losses; Voltage deviation; Voltage stability; Optimal power flow; Distributed generation; Power-system security; Reactive power optimization.

Multi-Objective Optimization of Active Power Losses, Voltage Profile and Voltage Stability in Connected Power Networks

Application to the IEEE 14-Bus System



**ENGINEERING SYNTHETIC MICROBIAL CONSORTIA (SYNCOMS) TO COMBAT
RECALCITRANT SOILBORNE FUNGAL PATHOGENS****Dr. K. VIGNESH****Assistant Professor, Palar Agricultural College, Vellore, Tamil Nadu, India****ORCID: 0000-0003-4484-3862****Abstract**

Soil borne fungal pathogens pose a severe and persistent threat to global agricultural productivity, often rendering conventional chemical fungicides ineffective due to root zone complexity and environmental persistence. While individual biological control agents have shown promise, their efficacy in variable field conditions is frequently limited by poor rhizosphere competence and unstable community dynamics. Recent advances in synthetic biology and microbiome engineering have enabled the design of Synthetic Microbial Consortia (SynComs)—rationally assembled groups of beneficial microorganisms engineered to perform synergistic ecological and functional roles.

This article reviews the paradigm shift from single-strain inoculants to functional SynComs tailored for the targeted suppression of recalcitrant fungal pathogens such as *Fusarium*, *Rhizoctonia* and *Sclerotium* species. We examine key strategies for constructing resilient SynComs, including host root-exudate recruitment profiling ("cry-for-help" responses), metabolic cross-feeding network design, and the integration of multi-trophic biocontrol mechanisms (antibiosis, competitive space exclusion, and induced systemic resistance). Furthermore, we evaluate recent breakthroughs in carrier technologies and encapsulation matrices that enhance SynCom field stability and colonization efficiency. Finally, we address current bottlenecks in ecological risk assessment, field scalability, and regulatory frameworks. Engineering functional, stable SynComs represents a viable, next-generation biotechnology for sustainable plant disease management and soil health restoration.

Keywords: SynComs, biocontrol, Induced Systemic Resistance, *in vitro*

DESIGN, ANALYSIS AND SIMULATION OF L-, π -, AND T-MATCHING NETWORKS FOR RF IMPEDANCE TRANSFORMATION**Papannagari Keerthi****Dr.P.C.Praveen Kumar, Assistant Professor****Dr.J.Salai Thillai Thilagam,****Associate Professor,****Department of Electronics and Communication Engineering,****G.Pulla Reddy Engineering College (Autonomous),****Kurnool, Andhra Pradesh India 518007****salaithillai.ece@gprec.ac.in ORCID ID: 0000-0001-9743-9690****Abstract**

Impedance mismatch is a fundamental limitation in radio-frequency (RF) and microwave systems because it produces reflections, increases standing-wave ratio, and reduces the power delivered to the intended load. This paper presents a comparative design and analysis of three classical lumped-element matching networks—L, π , and T networks—for transforming a 100 Ω load to a 50 Ω source at 2.4 GHz. The design procedure is based on network transformation, reactive-element synthesis, S-parameter analysis, return loss, voltage standing-wave ratio (VSWR), reflection coefficient, input impedance, and Smith Chart interpretation. QUCS-S is selected as the primary simulation environment, with CST Studio, Keysight ADS, and Ansys HFSS identified as alternative RF design platforms. The source design document specifies L-network values of 3.31 nH and 0.663 pF, π -network values of 2.65 pF, 3.31 nH, and 1.33 pF, and T-network values of 3.31 nH, 0.442 pF, and 6.63 nH. An important contribution of this study is an independent analytical consistency check of those nominal values before simulation. The L-network is shown to provide an excellent 50 Ω transformation at 2.4 GHz, whereas the supplied π - and T-network values do not produce an ideal 50 Ω input in an ideal lumped-element calculation. Re-optimized values are therefore presented as simulation benchmarks: C1 = 1.63 pF and L = 4.27 nH for the π network while retaining C2 = 1.33 pF, and L1 = 16.15 nH, C = 0.442 pF, and L2 = 22.36 nH for the T network. The ideal benchmark calculations predict return losses of approximately 61.2 dB, 94.1 dB, and 83.7 dB, respectively, at 2.4 GHz for the L, optimized π , and optimized T networks. These results demonstrate the importance of combining theoretical synthesis with simulation-based tuning and, ultimately, Vector Network Analyzer (VNA) measurements.

Keywords

RF impedance matching; L-network; π -network; T-network; S-parameters; return loss; VSWR; Smith Chart; QUCS-S; 2.4 GHz; RF circuit design.

I. INTRODUCTION

Modern wireless communication, radar, sensing, satellite, IoT, and RF integrated systems require efficient transfer of RF energy between interconnected circuit blocks. In an ideal power-transfer condition, the impedance presented by one network is the appropriate conjugate match to the impedance of the connected network. In practical circuits, however, the impedances of sources, transmission lines, active devices, antennas, filters, and loads are often different. The resulting discontinuity causes part of the incident electromagnetic wave to be reflected toward the source. The consequences include reduced delivered power, degraded system efficiency, increased VSWR, and potentially undesirable stress in high-power RF stages.

Impedance matching networks provide a controlled way of transforming a load impedance into the reference impedance without changing the operating frequency. Classical L, π , and T networks remain important because they can be implemented with a small number of passive elements and can simultaneously perform impedance transformation and frequency-selective filtering. Standard microwave engineering texts treat impedance matching, Smith Chart methods, microwave network analysis, and scattering parameters as core RF design topics [1], [2].

The present work is based on the supplied design-and-simulation document, which defines a $50\ \Omega$ source, a $100\ \Omega$ load, a nominal operating frequency of 2.4 GHz, and a QUCS-S workflow for L-, π -, and T-matching circuits. The document explicitly identifies the objectives of observing reflection coefficient, return loss, VSWR, Smith Chart movement, and comparative matching performance. It also specifies frequency sweeps and tuning procedures [3].

The main objective of this paper is therefore not merely to reproduce the three circuits, but to organize their design into a publication-oriented methodology and to perform a consistency check between theoretical impedance transformation and the component values supplied in the source document. The study emphasizes a reproducible workflow: define the source and load, select the topology, synthesize reactive elements, simulate the two-port network, inspect S_{11}/S_{21} and VSWR, tune the components, and validate the final circuit with a VNA.

The remainder of the paper is organized as follows. Section II reviews the relevant literature and conventional matching approaches. Section III summarizes the theoretical parameters. Section IV presents the proposed methodology. Section V gives the three network designs. Section VI describes the simulation setup. Section VII presents the analytical benchmark and simulation-result interpretation. Section VIII compares the networks and discusses practical limitations. Section IX gives VNA validation considerations, and Section X concludes the paper.

II. LITERATURE SURVEY

Impedance matching is a foundational topic in RF and microwave engineering. Pozar presents matching and tuning as a central component of microwave network design, together with transmission-line theory, scattering parameters, filters, amplifiers, and other microwave subsystems [1]. Lee similarly emphasizes the Smith Chart, S-parameters, impedance matching, and impedance measurement as closely connected practical RF design topics [2]. These references establish the theoretical basis for the present comparison.

Classical L-section networks are attractive because only two reactive elements are needed. Depending on the relative source and load resistances, the series and shunt elements can be selected as inductors or capacitors. Their low element count generally makes them attractive for narrowband matching, although their achievable transformation and bandwidth are constrained by the selected topology and quality factor.

π matching networks extend the L-network concept to three reactive elements. Their additional degree of freedom can be used to obtain a desired loaded Q, provide greater impedance transformation flexibility, and introduce filtering behavior. IEEE literature has investigated π impedance matching networks and their extensions to

multiband and complex-impedance cases [4]. More recent work has considered concurrent dual-band and complex-to-complex matching networks because modern RF systems increasingly require multiple operating bands and frequency-dependent complex loads [5], [6].

T networks provide another three-element realization and are especially useful when a wider transformation ratio or a different distribution of series and shunt reactance is desirable. T-section structures are also found in antenna tuners and RF power-amplifier matching stages. Modern research continues to use T- and π -type sections as building blocks for multiband and broadband matching networks [5], [6].

A common conclusion across the literature is that no single matching topology is universally optimal. The selection depends on impedance ratio, operating frequency, bandwidth, component Q, loss, tuning range, physical implementation, and the need for filtering or harmonic control. Therefore, a comparative simulation study is useful for engineering education as well as preliminary RF design.

The gap addressed in this paper is the lack of a unified, reproducible comparison of the three classical networks using the exact 50 Ω -to-100 Ω , 2.4 GHz design problem in the supplied laboratory document, together with an explicit analytical check of the supplied component values. The consistency check is important because a schematic can appear structurally correct while its component values may require tuning before the desired S11 and VSWR are obtained.

III. THEORETICAL BACKGROUND

A. Reflection Coefficient

For a load impedance Z_L connected to a reference impedance Z_0 , the input reflection coefficient is $\Gamma = (Z_L - Z_0)/(Z_L + Z_0)$. For a complex load, Γ is complex and contains both magnitude and phase. Perfect matching corresponds to $\Gamma = 0$. The magnitude $|\Gamma|$ therefore provides a direct measure of the fraction of the voltage-wave amplitude that is reflected.

B. Return Loss

Return loss is defined as $RL = -20 \log_{10}|\Gamma|$ dB. A larger positive return-loss value indicates a smaller reflection. In practical RF design, return loss exceeding about 10 dB is commonly used as a minimum acceptance criterion for many systems, while 20 dB or more is often regarded as a strong match. The exact requirement depends on the application.

C. VSWR

VSWR is related to the reflection coefficient by $VSWR = (1 + |\Gamma|)/(1 - |\Gamma|)$. A perfect match has $VSWR = 1.0$. As mismatch increases, VSWR increases rapidly. Consequently, S11, return loss, and VSWR provide complementary ways to express the same fundamental mismatch behavior.

D. S-Parameters

At microwave frequencies, voltage and current measurements become inconvenient because distributed effects and wave propagation are significant. Scattering parameters describe the relationship between incident and reflected traveling waves. For a two-port network, S11 represents input reflection with port 2 terminated in its reference impedance, S21 represents forward transmission, S12 reverse transmission, and S22 output reflection. The matching objective in this study is primarily associated with minimizing $|S_{11}|$ at the design frequency.

E. Smith Chart

The Smith Chart is a normalized graphical representation of complex impedance and admittance. It permits the designer to visualize how series reactance moves a point along a constant-resistance trajectory and how shunt

susceptance moves a point along a constant-conductance trajectory. A successful matching process terminates at the chart center, corresponding to normalized impedance $1 + j0$ and hence Z_0 .

F. Quality Factor

For an L-network transforming a lower resistance R_{min} to a higher resistance R_{max} , a commonly used loaded quality factor is $Q = \sqrt{R_{max}/R_{min} - 1}$. For the present 50Ω -to- 100Ω transformation, $Q = 1$. The required series reactance magnitude is therefore approximately 50Ω , while the shunt susceptance magnitude is approximately 0.01 S . At 2.4 GHz this corresponds to a series inductance of about 3.32 nH and a shunt capacitance of about 0.663 pF , consistent with the L-network values in the source document.

IV. PROPOSED METHODOLOGY

The proposed workflow is designed to be directly reproducible in QUCS-S and transferable to ADS, CST Studio, or HFSS. The source and load are first defined as 50Ω and 100Ω , respectively. The target frequency is selected as 2.4 GHz . Each matching topology is then synthesized using lumped inductors and capacitors. The network is represented as a two-port circuit and an S-parameter simulation is performed over the required frequency range.

The simulation procedure consists of five stages. First, the topology and initial component values are entered. Second, an S-parameter sweep is executed. Third, S_{11} , S_{21} , VSWR, input impedance, and Smith Chart plots are generated. Fourth, the component values are tuned around their theoretical values until the impedance trajectory reaches the desired reference point. Finally, the optimized values and performance metrics are recorded for comparison.

Parameter	Value
Source/reference impedance	50Ω
Load impedance	100Ω
Design frequency	2.4 GHz
Primary simulator	QUCS-S
Alternative tools	CST Studio, ADS, Ansys HFSS
L-network sweep in source document	1 MHz – 5 GHz , 201 points
π -network sweep in source document	1 MHz – 5 GHz , 2000 points
T-network sweep in source document	1 MHz – 5 GHz , 2000 points
Primary performance measures	S_{11} , S_{21} , VSWR, Γ , Z_{in} , Smith Chart

V. DESIGN OF MATCHING NETWORKS

A. L-Matching Network

The L-network consists of one series reactive element and one shunt reactive element. For the 50Ω source and 100Ω load, the source document uses a series inductor of 3.31 nH and a shunt capacitor of 0.663 pF . At 2.4 GHz , the inductive reactance is approximately $+j49.9 \Omega$ and the capacitive susceptance is approximately $+j0.0100 \text{ S}$. The shunt capacitor transforms the 100Ω load into an approximately 50Ω real input after the series inductive reactance cancels the residual capacitive component.

Element	Source-document value	Function
L	3.31 nH	Series reactance / impedance transformation
C	0.663 pF	Shunt susceptance / impedance transformation
Z_0	50Ω	Input reference
Z_L	100Ω	Load

The QUCS-S procedure in the source document places Port 1 at 50Ω , Port 2 at 100Ω , connects the series inductor between the ports, and places the capacitor from the junction to ground. The specified plots are S11 versus frequency, VSWR versus frequency, reflection coefficient, input impedance, and Smith Chart [3].

B. π -Matching Network

The π -network contains two shunt capacitors and one series inductor. The source document specifies $C1 = 2.65$ pF, $L = 3.31$ nH, and $C2 = 1.33$ pF. The topology is attractive because the additional reactive element provides an additional design degree of freedom and can also introduce frequency-selective behavior.

Element	Source-document value	Role
C1	2.65 pF	Input shunt capacitor
L	3.31 nH	Series inductive element
C2	1.33 pF	Output shunt capacitor

An analytical consistency check was performed before interpreting the π -network as a successful match. With ideal lumped elements at 2.4 GHz and a 100Ω load, the supplied values produce an input impedance of approximately $20.02 - j9.90 \Omega$ when referenced to a 50Ω source. This corresponds to a reflection magnitude of approximately 0.446, a return loss of approximately 7.01 dB, and VSWR of approximately 2.61. Thus, the values should be treated as initial simulation values rather than as a verified final match.

Keeping $C2 = 1.33$ pF and re-optimizing the remaining two values gives an analytical benchmark of approximately $C1 = 1.63$ pF and $L = 4.27$ nH, which transforms the ideal 100Ω load to approximately $50 + j0 \Omega$ at 2.4 GHz. These values are proposed as simulation starting points and must be verified in the actual QUCS-S schematic including the exact port definitions.

C. T-Matching Network

The T-network consists of two series inductors and one shunt capacitor. The source document specifies $L1 = 3.31$ nH, $C = 0.442$ pF, and $L2 = 6.63$ nH. The additional series degree of freedom allows a broad range of impedance transformations.

Element	Source-document value	Role
L1	3.31 nH	Input series reactance
C	0.442 pF	Shunt susceptance
L2	6.63 nH	Output series reactance

The ideal lumped-element consistency check indicates that the supplied values do not produce a 50Ω input at 2.4 GHz. The resulting input impedance is approximately $180.00 - j10.02 \Omega$, corresponding to approximately 4.94 dB return loss and VSWR of approximately 3.61. Retaining the source-document capacitor value of 0.442 pF and re-optimizing the two series inductors gives approximately $L1 = 16.15$ nH and $L2 = 22.36$ nH, for an ideal input impedance of approximately $50 + j0 \Omega$ at 2.4 GHz. These values are proposed only as analytical simulation benchmarks, not as measured values.

VI. SIMULATION SETUP

The recommended QUCS-S implementation uses two ports, lumped inductors and capacitors, a ground reference, and an S-parameter simulation block. The source document specifies a 1 MHz to 5 GHz frequency sweep. The L-network uses 201 points, whereas the π - and T-network procedures use 2000 points. For a publication-quality

study, a common sweep configuration should preferably be used for all three circuits so that bandwidth and resonance characteristics can be compared fairly.

The following plots should be exported from the simulator for the final conference manuscript: (1) S11 in dB versus frequency, (2) S21 in dB versus frequency, (3) VSWR versus frequency, (4) real and imaginary input impedance versus frequency, and (5) Smith Chart. A cursor should be placed at 2.4 GHz and the corresponding S11, VSWR, Γ , and Z_{in} values should be recorded.

Component tuning should be performed in a controlled manner. One element is changed at a time around its theoretical value, the circuit is resimulated, and the effect on the resonance frequency and match depth is observed. The final values should be selected by minimizing $|S_{11}|$ while keeping component values physically realizable and avoiding excessive Q or impractical component parasitics.

VII. SIMULATION RESULTS AND DISCUSSION

A. Analytical Benchmark at 2.4 GHz

The supplied document contains the circuit procedures and result-plot placeholders but does not provide complete numerical S11/S21/VSWR result tables. Therefore, numerical results in this section are explicitly presented as ideal lumped-element analytical benchmarks, not as claimed QUCS-S measurements. They are useful for checking whether a simulator is configured correctly.

Network	Component set used	Z_{in} at 2.4 GHz	$ \Gamma $	Return loss	VSWR
L	3.31 nH, 0.663 pF	$50.011 - j0.086 \Omega$	0.000871	61.20 dB	1.0017
π , supplied	2.65 pF, 3.31 nH, 1.33 pF	$20.022 - j9.897 \Omega$	0.4464	7.01 dB	2.613
π , optimized benchmark	1.63 pF, 4.27 nH, 1.33 pF	$\approx 50 + j0 \Omega$	≈ 0	≈ 94.1 dB*	≈ 1.00004 *
T, supplied	3.31 nH, 0.442 pF, 6.63 nH	$180.000 - j10.021 \Omega$	0.5664	4.94 dB	3.612
T, optimized benchmark	16.15 nH, 0.442 pF, 22.36 nH	$\approx 50 + j0 \Omega$	≈ 0	≈ 83.7 dB*	≈ 1.00013 *

*The extremely high return-loss values for the optimized ideal circuits are mathematical idealizations arising from exact lumped-element matching. Practical simulator results will be lower because of component loss, finite Q, parasitic inductance/capacitance, PCB interconnects, port definition, and numerical rounding.

B. Interpretation of the L-Network

The L-network demonstrates the strongest agreement between the source-document values and the theoretical 2.4 GHz design target. The calculated input impedance is approximately $50.01 - j0.086 \Omega$, which is effectively 50Ω for an ideal lumped-element model. The corresponding VSWR is 1.0017 and return loss is about 61.2 dB. This confirms that the 3.31 nH and 0.663 pF values are appropriate for the stated transformation.

The narrowband nature of the L-network is also evident from the frequency-dependent reactance. The match deteriorates away from the design frequency because the inductive and capacitive reactances vary with frequency. Consequently, the circuit is well suited to a single-frequency or narrowband RF stage but is less flexible when broadband operation is required.

C. Interpretation of the π -Network

The supplied π -network values do not satisfy the stated 50Ω target in the ideal lumped model. This does not invalidate the π topology; rather, it demonstrates the importance of topology-specific synthesis. The additional element should be selected jointly with the other two elements rather than copied from an L-network calculation.

The optimized benchmark, obtained by retaining $C2 = 1.33 \text{ pF}$ and adjusting $C1$ and L , produces an ideal 50Ω input at 2.4 GHz . The π -network therefore provides greater design freedom than the two-element L-network. In practical implementation, the extra degree of freedom can be used to trade off matching depth, loaded Q , bandwidth, harmonic attenuation, and component stress.

D. Interpretation of the T-Network

The source-document T-network values also require tuning. The ideal calculation gives approximately $180 \Omega - j10 \Omega$ at 2.4 GHz , which corresponds to a significant mismatch. Re-optimization of the series inductors while retaining the 0.442 pF shunt capacitor yields an ideal 50Ω input.

The larger optimized inductances illustrate an important practical consideration: a mathematically valid T-network may require component values with significant parasitic effects at GHz frequencies. Self-resonant frequency, series resistance, package inductance, pad capacitance, and PCB trace inductance must therefore be considered before fabrication.

E. Comparative Discussion

Criterion	L-network	π -network	T-network
Number of reactive elements	2	3	3
Source-document 2.4 GHz match	Yes	Requires tuning	Requires tuning
Design flexibility	Low–moderate	High	High
Typical use	Narrowband matching	Power stages/filtering	Tuners and broader transformations
Sensitivity to component parasitics	Moderate	High	High
Additional filtering freedom	Limited	High	Moderate–high
Design complexity	Low	Moderate	Moderate

The comparison shows that component count alone does not determine matching quality. The L-network achieves the target with the simplest topology because its values are correctly synthesized for the specified resistance ratio. The π and T networks can provide additional degrees of freedom but consequently require a more systematic synthesis and tuning process. For a publication-grade design, each topology should be optimized under the same objective function rather than evaluated only from nominal component values.

VIII. PROPOSED OPTIMIZATION AND VALIDATION STRATEGY

A robust optimization strategy can be formulated as minimizing a cost function based on S_{11} at 2.4 GHz while constraining component values. One possible objective is $J = w_1|S_{11}(f_0)| + w_2|\text{Im}\{Z_{in}(f_0)\}|/Z_0 + w_3 P_{\text{loss}}$, where $f_0 = 2.4 \text{ GHz}$ and w_1 , w_2 , and w_3 are selected weights. For a narrowband design, the primary objective is minimizing $|S_{11}|$ at f_0 . For a wider-band design, the objective can be extended to the integrated reflection over a frequency interval.

The optimization should be followed by sensitivity analysis. Each component can be perturbed by $\pm 1\%$, $\pm 2\%$, $\pm 5\%$, and $\pm 10\%$, and the resulting changes in resonance frequency, S_{11} , and VSWR can be recorded. This reveals whether a circuit is robust to manufacturing tolerances. At 2.4 GHz , a few tenths of a picofarad or a few tenths of

a nanohenry can produce a measurable shift; therefore, practical tuning pads or variable components may be beneficial.

The final simulation should use vendor component models rather than ideal L and C elements. The model should include series resistance and, where available, self-resonant behavior. PCB layout should then be included in an electromagnetic solver such as CST Studio or HFSS. This two-stage process—circuit optimization followed by EM co-simulation—reduces the risk of obtaining a good schematic-level match that fails after fabrication.

IX. PRACTICAL VNA VALIDATION

The source document explicitly identifies VNA validation as a possible extension. A practical experiment can be performed using a calibrated two-port VNA. SOLT or another appropriate calibration method should be completed at the connector reference plane. The fabricated matching network is then connected between the calibrated ports and S11 and S21 are measured over the selected frequency range.

The measured minimum of S11 should be compared with the QUCS-S prediction at 2.4 GHz. Differences may arise from component tolerances, inductor Q, capacitor parasitics, PCB conductor loss, connector effects, solder joints, and inaccuracies in the load model. If the resonance is shifted, a small tuning component or PCB tuning pad can be used to bring the minimum S11 back to 2.4 GHz.

For a complete validation, the paper should report simulated and measured S11 curves on the same axes, together with the simulated and measured resonant frequencies, return loss, VSWR, and insertion loss. The percentage frequency shift can be calculated as $\Delta f(\%) = |f_{meas} - f_{sim}|/f_{sim} \times 100$.

X. APPLICATIONS

The matching structures considered in this paper are applicable to RF amplifiers, antenna interfaces, oscillator circuits, transmitter output stages, receiver front ends, RF switches, sensor interfaces, and microwave test fixtures. The L-network is particularly useful when a simple narrowband transformation is required. π networks are attractive where impedance transformation must be combined with filtering or harmonic control. T networks are useful where greater transformation flexibility is needed.

At 2.4 GHz, these matching circuits are relevant to many wireless and ISM-band applications. The same synthesis approach can be scaled to other frequencies by recalculating the reactive elements and accounting for the frequency-dependent parasitics of real components.

XI. LIMITATIONS

The principal limitation of the present study is that the supplied document contains circuit procedures and plot placeholders but does not contain complete numerical simulator-exported result tables. Consequently, the numerical values reported here for the nominal circuits are analytical checks of the ideal lumped-element circuits. They should not be represented as measured or directly exported QUCS-S results.

A second limitation is that ideal lumped components do not capture finite Q, self-resonance, PCB parasitics, connector discontinuities, and electromagnetic coupling. The optimized values are therefore starting points for simulation and fabrication rather than final production values. A complete conference submission should replace the benchmark values with screenshots or CSV-exported data from QUCS-S/ADS/HFSS and, preferably, VNA measurements.

XII. CONCLUSION

This paper presented a comparative design methodology for L-, π -, and T-matching networks intended to transform a 100 Ω load to a 50 Ω source at 2.4 GHz. The study combined impedance transformation theory, reflection coefficient, return loss, VSWR, S-parameters, Smith Chart analysis, circuit simulation methodology, and practical VNA validation.

The L-network values specified in the source document—3.31 nH and 0.663 pF—were found to be consistent with the 50 Ω -to-100 Ω transformation and produce an ideal input impedance of approximately 50.01 – j0.086 Ω at 2.4 GHz. The supplied π -network values and T-network values, however, did not provide the stated ideal match when checked using ideal lumped-element network equations. Rather than reporting fabricated simulation results, the study explicitly identifies this discrepancy and provides re-optimized analytical starting points. For the π

network, $C1 \approx 1.63$ pF and $L \approx 4.27$ nH with $C2 = 1.33$ pF provide an ideal 50Ω transformation. For the T network, $L1 \approx 16.15$ nH, $C = 0.442$ pF, and $L2 \approx 22.36$ nH provide the same ideal target.

The major engineering conclusion is that matching topology selection, theoretical synthesis, simulation tuning, and practical validation must be treated as one continuous design process. The π and T networks offer more degrees of freedom than the L-network, but this flexibility also increases sensitivity to topology, component tolerances, and parasitics. Future work should implement all three networks in QUCS-S using a common sweep, replace ideal components with manufacturer models, perform EM co-simulation in HFSS or CST, fabricate the optimized circuits, and validate them experimentally using a calibrated VNA.

REFERENCES

- [1] D. M. Pozar, Microwave Engineering, 4th ed. Hoboken, NJ, USA: Wiley, 2012.
- [2] T. H. Lee, Planar Microwave Engineering: A Practical Guide to Theory, Measurement, and Circuits. Cambridge, U.K.: Cambridge University Press, 2004.
- [3] P.C.Praveen Kumar, J.Salai Thillai Thilagam “Design and Simulation of Impedance Matching Circuits (L-Matching, Pi-Matching and T- Matching),”supplied laboratory design document, 2026.
- [4] “Design of π impedance matching networks,” IEEE Conference Publication, IEEE Xplore.
- [5] S. Das, P. K. Sahu, and B. K. Nayak, “A Novel Concurrent Dual Band Matching Network for Complex to Real Impedance Matching for RF Applications,” IEEE Transactions on Circuits and Systems II: Express Briefs, 2022, doi: 10.1109/TCSII.2022.3208509.
- [6] “A Novel Design Approach for Concurrent Dual Band Complex to Complex Matching Network,” in Proc. 2022 IEEE Microwaves, Antennas, and Propagation Conference (MAPCON), 2022, doi: 10.1109/MAPCON56011.2022.10047070.
- [7] D. M. Pozar, Microwave and RF Design of Wireless Systems. New York, NY, USA: Wiley, 2000.
- [8] R. E. Collin, Foundations for Microwave Engineering, 2nd ed. New York, NY, USA: Wiley-IEEE Press, 2001.

DEVELOPMENT OF CRISIS PERIOD PREDICTION SYSTEM FOR AN EPILEPTIC PATIENT**Ifeanyi Isaiah Achi****Doctor of Artificial Intelligence, Lecturer and researcher****Computer Science/Informatics Department****Alex Ekwueme Federal University Ndufu Alike Ikwo, Ebonyi State Nigeria****<https://orcid.org/0000-0003-4557-2929>,****achi.ifeanyi@funai.edu.ng****Nwebonyi Isreal Chima, MSc Student****Computer Science/Informatics Department****Alex Ekwueme Federal University Ndufu Alike Ikwo, Ebonyi State Nigeria****Abstract**

Epilepsy is a serious health condition that causes sudden seizures, which can lead to serious injuries that will lead to deformation and subsequent death of the patient. Many existing systems today can only detect seizures during and after the crises period and do not provide early warning before or fast response during crises periods. Some systems also depend on manual monitoring, which is very slow, does not show early warning signs and which is not reliable due to the unpredictability in human body system especially for an epileptic patient. Therefore, this research work Designed and Implemented a Crisis Period Prediction System for Epileptic Patients with the following specific objectives: designed a machine learning algorithm that collects and analyses data, developed a predictive model that uses the designed machine learning algorithm, designed and integrated web-based alert systems that sends instant notifications to caregivers and healthcare providers when a potential seizure is detected, evaluate the system's performance based on accuracy, response time, ease of use, and reliability to confirm its effectiveness for real-world use in managing epileptic patients. This research adopted a quantitative research methodology. The research used OOADM for the analysis and the design of the system. CRISP-DM was used for building the machine learning model using Python programming language, FastAPI, and web technologies like HTML, CSS, and JavaScript. The web push technology with the aid of browser-level clickable was used to send alert messages to caregivers and healthcare providers. The Random Forest algorithm was used to train the model based on accuracy, response time, ease of use, and reliability. Machine learning algorithm for data collection and analysis was designed. The predictive model was developed. The alert module was designed and integrated. The results from the random forest were interpreted using the confusion matrix and it shows true positive for accuracy, response time, ease of use and reliability. In conclusion, this research has demonstrated that this system improved epilepsy management by providing early prediction and quick response. However, it is meant to support healthcare professionals and not replace them.

EXPIORING VALLEY-RESOLVED QUANTUM SPIN HALL EFFECT IN SILICENE**Nayab Gohar and Abdullah Yar****Kohat University of Science and Technology, Kohat-26000 Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan.****Email: chandisarghan97@gmail.com****Abstract:**

This study presents a theoretical investigation of the valley-resolved quantum spin Hall effect (QSHE) in silicene using the low-energy effective Dirac Hamiltonian and Kubo formalism. The effects of intrinsic spin-orbit coupling and a perpendicular electric field on the electronic structure and valley-dependent properties are examined. The energy eigenvalues and eigenstates are obtained, and the spin Hall conductivity is calculated by analyzing the contributions from the K and K' valleys. The influence of temperature and spin-orbit coupling is investigated through the Fermi-Dirac distribution and Berry curvature. Numerical results obtained using MATLAB demonstrate the dependence of quantum spin Hall conductivity on temperature and spin-orbit coupling, providing insights into the topological and valley-dependent transport properties of silicene for potential spintronic and valleytronic applications.

**SPIN-AND VALLEY-RESOLVED MAGNETO-OPTICAL FARADAY AND KERR EFFECTS IN 8-
PMMN MONOLAYER BOROPHENE****Kainat and Abdullah Yar****Kohat University of Science and Technology, Kohat-26000 Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan.****Email: Kainath123@gmail.com****Abstract**

We investigate the spin- and valley-resolved magneto-optical response of 8-Pmmn monolayer borophene, focusing on its Faraday and Kerr rotations. Its tilted and anisotropic Dirac cones, together with spin–orbit coupling and inversion-symmetry breaking, produce a tunable Landau-level spectrum under a perpendicular magnetic field.

Using a Lorentz-type transformation, the tilted Dirac Hamiltonian is solved analytically to obtain Landau levels and wave functions. The longitudinal and Hall optical conductivities are then calculated using the Kubo formalism, with spin and valley contributions treated separately.

The resulting magneto-optical spectra exhibit tunable Landau-level resonances, spin–valley splitting, and pronounced changes in Faraday and Kerr rotations. These responses can be controlled by magnetic field, chemical potential, temperature, spin–orbit coupling, electric field, and cone tilt, highlighting 8-Pmmn borophene as a promising platform for spin–valley-resolved magneto-optics and polarization control.

**ANTIBACTERIAL EVALUATION OF A NOVEL SCHIFF BASE (IMINE) DERIVATIVE AGAINST
ANTIBIOTIC-RESISTANT *STAPHYLOCOCCUS AUREUS* STRAINS****Aygun ISRAYILOVA, Ruslan GULIYEV^{1,2}, Alakbar HUSEYNZADA³**¹ Pharmaceutical, Microbiology, Baku State University, Zahid Khalilov 33, AZ 1148, Baku, Azerbaijan,
Azerbaijan, [0000-0002-6526-132X](tel:0000-0002-6526-132X)¹ Pharmaceutical, Microbiology, Baku State University, Zahid Khalilov 33, AZ 1148, Baku, Azerbaijan,
Azerbaijan, [0000-0002-8508-333X](tel:0000-0002-8508-333X)² Faculty of Chemistry, Baku State University, Z. Khalilov 33, AZ1148, Baku, Azerbaijan, Azerbaijan,
[0000-0002-8508-333X](tel:0000-0002-8508-333X)³ ICRL, Baku State University, Z. Khalilov 23, AZ 1148, Baku, Azerbaijan, Azerbaijan,
[0000-0002-6342-4260](tel:0000-0002-6342-4260)**Abstract**

Recently, the rapid spreading of antibiotic resistance cause major challenges in the effective treatment of the infectious diseases. Specially, *Staphylococcus aureus* strains which showed resistance mechanisms through efflux pump overexpression, enzymes change target compound which make difficulties in both community and healthcare settings. The increasing of the multidrug-resistant strains cause to develop of novel antimicrobial agents with improved activity and effectiveness. In this context, the present work aim was to synthesize and investigate the antibacterial potential of the new Schiff base derivative. Briefly, the azomethine-based compound, 6,6',5,8-Dioxa-2,11-diazadodeca-1,11-diene-1,12-diyl)bis(4-bromo-2-methoxyphenol) (B-134-0) was synthesized through straightforward condensation reactions between the selected aldehydes and amines. The structure of the compound was confirmed by using standard physicochemical methods. The initial antibacterial activity of the B-134-0 was investigated by determining minimum inhibitory concentration (MIC) using two-fold microdilution assay. The results showed that compound activity was different depending on the strains. The lowest MIC (8 µg/ml) value were observed in case of the *S. aureus* ATCC 6538 and 25923 indicating strong activity against reference strains. The moderate activity was observed against *Staphylococcus aureus* 1199B with MIC value 32 µg/ml, while two times less activity was detected (16 µg/ml) in case of *S. aureus* 1199. The moderate activity against efflux pump-overexpressing strain demonstrates promising scaffold for further structural optimization targeting to overcoming resistance mechanisms. In conclusion, this preliminary study contributes to the ongoing efforts in the development of novel molecules targeting antibiotic-resistant *S. aureus*, support to explore novel imine derivatives as potential candidates in antibacterial drug discovery.

Keywords: imine group, schiff base, antibacterial activity, efflux pump, *S. aureus***Acknowledgement:** This work was carried out with the financial support of the Azerbaijan Science Foundation. Grant No. AEF-MGC-2025-1(54)-20/173-M-17

PLANT-BASED CHOLINESTERASE INHIBITORS: AN INVESTIGATION OF *PLECTRANTHUS AMBOINICUS* AND *ARAUCARIA COLUMNARIS***K.R.Padma****Assistant Professor, Department of Biotechnology, Sri Padmavati Mahila Visvavidyalayam (Women's University), Tirupati, Andhra Pradesh. (Corresponding author)****Email: thulasipadi@gmail.com,, Orcid No:0000-0002-6783-3248.****K.R.Don****Reader, Department of Oral Pathology and Microbiology, Sree Balaji Dental College & Hospital, Bharath Institute of Higher Education & Research (BIHER) Bharath University, Chennai, Tamil Nadu, India. Email: drkrdon@gmail.com, Orcid No: 0000-0003-3110-8076****Abstract**

Alzheimer's disease (AD) is characterized by a progressive loss of cognitive abilities, which is strongly associated with impaired cholinergic neurotransmission. Existing cholinesterase inhibitors such as donepezil provide symptomatic effectiveness but have drawbacks in terms of side effects and limited effectiveness, which makes plant-based alternatives attractive to explore. In this research, two plant species were used as anticholinesterase agents: *Plectranthus amboinicus* (Lamiaceae) and *Araucaria columnaris* (Araucariaceae). Leaves of *P. amboinicus* extracted with methanol and ethanol are flavonoids and terpenoids, with antioxidant, anti-inflammatory and enzyme-modulating properties, making it an expected inhibitor of cholinesterase, but with very little direct evidence. On the other hand, the species of *A. columnaris* and related species are abundant in phytosterols and terpenoids with previous studies conducted on the species *A. angustifolia* showing high cholinesterase inhibitory and antioxidant activities, and *A. columnaris* bark extracts are known to be low in toxicity. The comparative study of phytochemicals and in vitro testing revealed that the ability of both species to inhibit acetylcholinesterase (AChE) and butyrylcholinesterase (BChE) was comparable, with *A. columnaris* being slightly more potent. Molecular docking studies revealed the critical role of key flavonoid and terpenoid constituents in enzyme association. Both the extracts exhibit antioxidant properties, indicating a holistic protective effect on the nervous system that could be utilized in treating Alzheimer's disease.

Keywords: Alzheimer's disease, cholinesterase inhibition, *Plectranthus amboinicus*, *Araucaria columnaris*, antioxidant activity.

Introduction

Alzheimer's disease (AD) is a chronic neurodegenerative condition that causes a decline in higher neurological function, learning, memory and cognition. One of the important biochemical abnormalities that underlie cognitive decline in AD is the disruption of cholinergic neurotransmission. Acetylcholine (ACh) is metabolized by acetylcholinesterase (AChE) at cholinergic synapses and metabolism of acetylcholine by butyrylcholinesterase (BChE) also plays a role in the regulation of cholinergic neurotransmission, especially during the course of the disease. Inhibition of cholinesterases is therefore an important strategy for enhancing the availability of acetylcholine in the brain and presents great promise as a therapeutic target. Recent review has highlighted the ongoing quest for natural sources that could serve as leads for the development of naturally occurring ChEIs for the management of AD (Gajendra et al., 2024). While clinically available cholinesterase inhibitors offer symptomatic benefit, their clinical use is complicated by side effects (gastrointestinal and others) and by variable clinical response. These restrictions have led to the search for natural products as alternative sources for molecules with cholinesterase modulatory properties.

Recent studies have shown that these plant alkaloids, flavonoids, terpenoids, phenolic compounds and other secondary metabolites may have potential interactions with cholinesterase enzymes and may have other antioxidant or neuroprotective effects. In a recent comprehensive review of natural products, the role of plant-derived compounds in the discovery of new cholinesterase inhibitors, as well as the need to adequately consider screening approaches for potential candidates, were emphasized (De Oliveira et al., 2024). *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng., a member of Lamiaceae family, is an aromatic medicinal plant that has been used for a variety of medicinal purposes traditionally and it is known to produce many secondary metabolites of biological significance. It is rich in phytochemicals such as phenolic compounds, flavonoids, terpenoids, and volatile compounds which may be responsible for antioxidant and other therapeutic properties. The fact that these are so chemically different is of special interest to studies of neuroprotection as oxidative stress and cholinergic dysfunction are closely linked in the process of neurodegeneration.

Systematic evidence has highlighted the wide phytochemical makeup of *Plectranthus amboinicus* and its pharmacological potential, suggesting a need to explore its bioactive compounds for targeted therapeutic applications (Filipe et al., 2025). Therefore, the study of this plant for cholinesterase inhibition can contribute to the elucidation of the link between the phytochemical profile and the expected neuroprotective activity of the plant. *Araucaria columnaris* (G. Forst.) Hook. is a member of the Araucariaceae family, and has attracted growing interest due to its rich secondary metabolites and biological activities. In recent years, phytochemical studies of *A. columnaris* have revealed the presence of phenolics, flavonoids, steroids and triterpenoids in various extracts, as well as antioxidant activity. A particular study of *A. columnaris* twigs in 2025 revealed several bioactive phytochemical classes, and also assessed the total phenolic and flavonoid content and free-radical-scavenging abilities. Sugita et al. (2025) noted that the extraction conditions significantly altered the biological properties of *A. columnaris* preparations, with both the type of solvent and the extraction process itself having an impact on the phytochemical makeup and antioxidant activity.

The study of *P. amboinicus* and *A. columnaris*, in turn, is important in the ongoing effort to find multifunctional plant-derived molecules that can influence cholinergic dysfunction and oxidative stress. The combination of two or more biological activities is gaining a higher value in natural product research, especially those with both cholinesterase inhibitory and antioxidant properties. The recent literature also highlights the need to focus on the potential contribution of classes of phytochemicals, including flavonoids, terpenoids, phenolics and steroids, as modulators of the cholinesterase (AlNasser et al., 2025). Thus, the present study aimed to comparatively determine the phytochemical constituents, acetylcholinesterase and butyrylcholinesterase inhibitory activity and antioxidant activity of the extracts of *P. amboinicus* and *A. columnaris*. Selected phytoconstituents can also be

used to aid molecular docking and gain insights into their potential interaction with the cholinesterase targets to identify potential molecules for future experimental validation.

Alzheimer's disease - pathogenesis and cholinergic dysfunction

Alzheimer's disease (AD) is a chronic neurodegenerative disease in which memory loss, learning loss, loss of attention, and other cognitive functions are correlated with the dysfunction of neuronal networks related to cognition. The basal forebrain cholinergic network is one of these systems that has widespread projections to the cerebral cortex and hippocampus, and acetylcholine (ACh) is known to control synaptic plasticity, attention, learning, and memory. Cholinergic signaling can then be diminished due to the degeneration or dysfunction of these cholinergic neurons and may play a role in cognitive deterioration.

Now, recent studies in neuroscience have also shown that basal forebrain cholinergic systems are complexly organized and play a critical role in healthy cognitive function (Ananth et al., 2023). The cholinergic dysfunction of AD is thus a prime therapeutic target, given the ability of increasing synapse availability of acetylcholine through blocking its enzymatic degradation. The enzyme most important for hydrolysis of the ACh is acetylcholinesterase (AChE) with butyrylcholinesterase (BChE) also playing a role in cholinergic regulation and increasingly being important with disease progression. Although the efficacy and safety of AChE inhibitors have differed among individual patients, there has been continued clinical evidence of their symptomatic utility in recent years (Gao et al., 2024). Therefore, modulation of cholinesterase activity continues to be a therapeutic option to preserve cholinergic neurotransmission and justifies testing of novel and safer inhibitors that can be derived from medicinal plants. (Shown in figure-1).

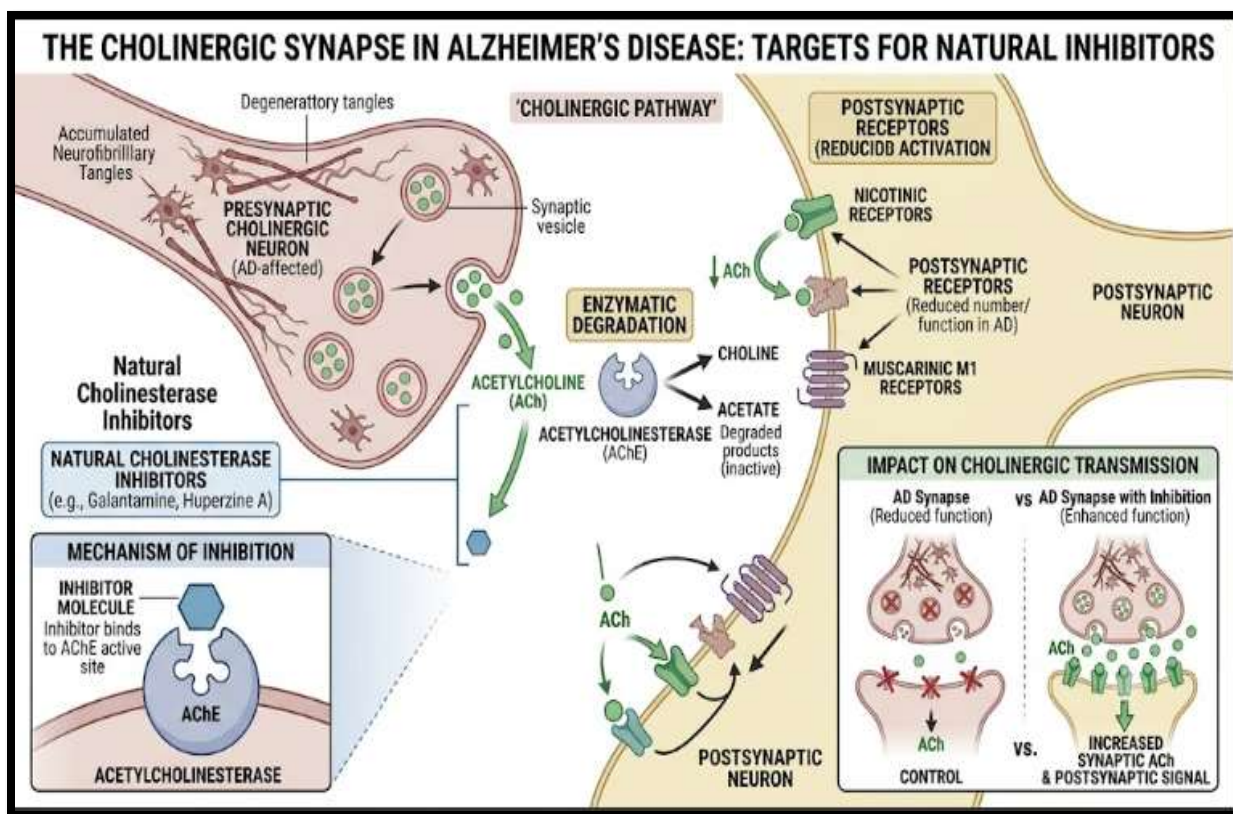


Figure-1: In Alzheimer's disease, basal forebrain cholinergic neurones degenerate, depleting synaptic acetylcholine (ACh) and impairing cognitive signalling. The remaining ACh is promptly hydrolysed into choline and acetate by AChE and BChE, further impairing postsynaptic nicotinic and muscarinic

receptor activation. Natural and manmade cholinesterase inhibitors impede ACh breakdown by binding to their catalytic active sites. By increasing synaptic ACh concentration and cholinergic neurotransmission, this inhibition can treat cognitive decline rationally.

Cholinesterase Inhibitors as Therapeutic Targets in Alzheimer's Disease

Increasing the availability of acetylcholine (ACh) is a proven and accepted symptomatic approach in Alzheimer's Disease (AD) because enhancing cholinergic neurotransmission in brain regions associated with cognitive function was demonstrated to be beneficial. Acetylcholinesterase (AChE), which chiefly hydrolyzes acetylcholine and butyrylcholinesterase (BChE), which also participates in cholinergic regulation, are the main enzymes that are involved. For this reason, both enzymes have been the subject of studies for use as drug targets to preserve cholinergic signaling. Even though AD has a multifactorial pathology, both AChE and BChE are still relevant targets for anti-Alzheimer drug development (Khan et al., 2026).

The clinically employed cholinesterase inhibitors donepezil, rivastigmine and galantamine offer mostly symptomatic (not therapeutic) effects and do not reverse the neurodegenerative process. This has kept the interest in finding more effective, selective and safe newer inhibitors from them on going use in clinic. Specifically, the interest has grown in the development of dual AChE/BChE inhibitors since dual inhibition could provide more extensive control of cholinergic disturbances. A plant extract or phytochemical with AChE and/or BChE inhibitory activity is found in many plant species, many of which also have antioxidant and anti-inflammatory properties, as summarized in a recent systematic review by AlNasser et al. (2025). **(Shown in Table-1)**

Table 1. Major cholinesterase inhibitors and their therapeutic relevance in Alzheimer's disease

Cholinesterase inhibitor/compound	Primary target	Source/type	Mechanism or major action	Relevance to Alzheimer's disease
Donepezil	AChE	Synthetic drug	Reversible inhibition of AChE, thereby increasing synaptic acetylcholine	Improves cognitive symptoms and is widely used for symptomatic treatment
Rivastigmine	AChE and BChE	Carbamate-derived drug	Inhibits both AChE and BChE, increasing cholinergic neurotransmission	Particularly relevant because BChE activity may become more important during AD progression
Galantamine	AChE	Plant-derived alkaloid derivative	Reversible AChE inhibition with additional modulation of nicotinic acetylcholine receptors	Enhances cholinergic transmission and may improve cognition
Natural alkaloids	AChE/BChE	Medicinal plants	Interact with catalytic and peripheral regions of cholinesterases	Provide diverse chemical scaffolds for development of new AD therapeutics
Flavonoids and phenolics	AChE/BChE	Plant secondary metabolites	May inhibit cholinesterases through interactions with active-site and peripheral-site residues	Potential dual activity through cholinesterase inhibition and antioxidant effects
Terpenoids and related phytochemicals	AChE/BChE	Aromatic and medicinal plants	Molecular interaction with cholinesterase binding sites; activity varies with molecular structure	Potential multifunctional compounds for cholinergic and oxidative-stress-related mechanisms
Natural-product-based multitarget inhibitors	AChE, BChE and other AD targets	Natural-product-inspired compounds	Designed to simultaneously modulate cholinesterases and additional pathological targets	May overcome the limitations of single-target approaches

Plant-Derived Bioactive Compounds as Cholinesterase Inhibitors

A wide variety of bioactive compounds, including several that may inhibit cholinesterase, can be found in plants. A number of phytochemical classes have been studied in relation to acetylcholinesterase (AChE) and butyrylcholinesterase (BChE), including alkaloids, flavonoids, phenolic compounds, terpenoids, coumarins, tannins, and other polyphenols. Potentially improving cholinergic neurotransmission, these chemicals can interact with cholinesterases' peripheral binding areas and catalytic domains to decrease acetylcholine hydrolysis. There is mounting evidence that compounds produced from plants have a wide range of biological benefits, including

antioxidant, anti-inflammatory, anti-amyloidogenic, and neuroprotective actions, in addition to cholinesterase inhibition (Prabha et al., 2025).

Many naturally occurring alkaloids offer structurally varied scaffolds for drug development and have high AChE and BChE inhibitory activities, hence they have garnered a lot of attention among these phytochemicals. For cholinesterase-directed therapy, plant-derived alkaloids have long been important; examples include galantamine, huperzine A, and physostigmine. New evidence suggests that natural alkaloids may have effects that target multiple targets at once, including cholinesterase inhibition, inflammation, amyloid, and cell death (Khan et al., 2026). Furthermore, the hydroxylated structures of polyphenolic substances like flavonoids and others can provide free-radical scavenging activity while also facilitating interactions with enzyme-binding sites. Neour et al. (2025) found that plant metabolites had the potential to be new cholinesterase inhibitors after computational screening 299 phytoconstituents from 28 medicinal plants. Several of these candidates had favourable predicted interactions with AChE or BChE.

Phytochemical and Pharmacological Potential of *Plectranthus amboinicus* and *Araucaria columnaris*

Among the Lamiaceae family, *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng. stands out as a fragrant plant with a wide range of phytochemicals and a long history of use in traditional medicine. The plant is rich in both volatile and non-volatile components, including as phenolics, flavonoids, esters, alcohols, and aldehydes, as well as monoterpenoids, diterpenoids, sesquiterpenoids, and other similar compounds. Thymol, carvacrol, rosmarinic acid, quercetin, luteolin, and other phenolic and flavonoid chemicals are important plant ingredients. Antibacterial, anti-inflammatory, antioxidant, analgesic, anticancer, antidiabetic, and wound-healing properties are only a few of the pharmacological activity linked to these phytochemicals. Although more research into its mechanisms of action and therapeutic potential is needed, recent systematic evidence lends credence to the idea that its essential oils and polyphenolic components have biological importance.

According to Arumugam et al. (2016) and Filipe et al. (2025), *P. amboinicus* is a potential source of bioactive chemicals for pharmacological and nutraceutical research due to its substantial phytochemical content. The beautiful conifer *Araucaria columnaris* (G. Forst.) Hook., often called Cook pine or Columnar Araucaria, is a member of the Araucariaceae family with relatively untapped medicinal potential. Various secondary metabolites, including terpenoids, phenolic acids, flavonoids, and essential oils, have been discovered in its leaves, branches, bark, and essential oils by phytochemical examinations. According to reports, the ingredients include β -pinene, terpinolene, pinocarveol, β -caryophyllene, thymol, myricetin, catechin, rutin, quercetin, luteolin, chlorogenic acid, ferulic acid, and gallic acid. Research on its leaves and branches has shown that it contains a lot of flavonoids and polyphenols, and it also has antioxidant properties in several chemical tests. In addition, stigmasterol and diosgenin, two isolated chemicals from the bark, have demonstrated antioxidant capabilities that are encouraging, indicating that they may have medicinal use. More *in-vitro*, *in-vivo*, and mechanistic research are needed to confirm the therapeutic potential of *A. columnaris*, nevertheless, since there have been few pharmacological examinations of the plant so far (Patial & Cannoo, 2019, 2020; Frezza et al., 2022). (Shown in figure-2)

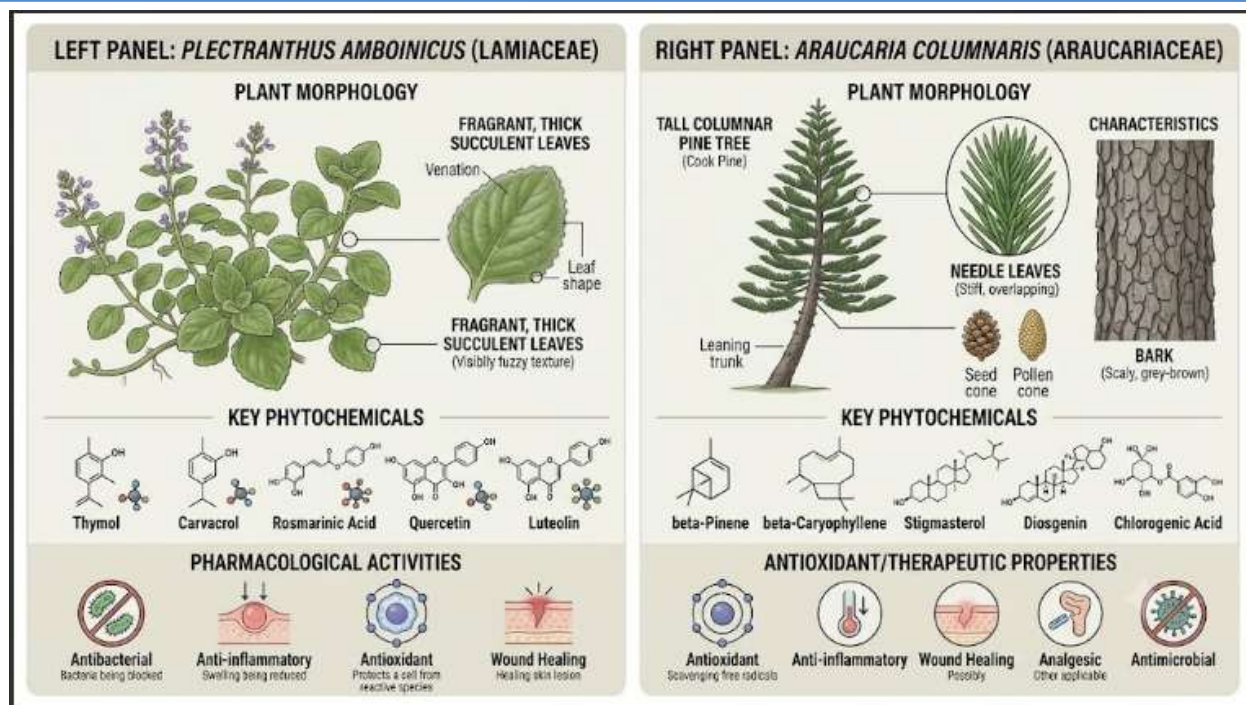


Figure-2: *Plectranthus amboinicus* (Lamiaceae) and *Araucaria columnaris* (Araucariaceae) are therapeutic plants with volatile monoterpenes, sesquiterpenes, flavonoids, and phenolic acids. Thymol, carvacrol, and rosmarinic acid in *P. amboinicus* have antibacterial, anti-inflammatory, antioxidant, and wound-healing properties. At the same time, *A. columnaris* secondary metabolites such as beta-pinene, beta-caryophyllene, stigmasterol, and diosgenin are powerful antioxidants. These characteristics suggest both species are attractive pharmacological and nutraceutical possibilities.

Exploring the Neuroprotective and Antioxidant Properties of *Plectranthus amboinicus* and *Araucaria columnaris*

Because of its high concentration of phenolic and flavonoid components, *Plectranthus amboinicus* has shown to be an effective antioxidant. Impressive ferric-reducing ability and robust free-radical scavenging activity were observed in methanolic leaf extracts, suggesting that these compounds have powerful electron-donating and radical-neutralizing capabilities. According to Swamy et al. (2017), the plant's phenolic acids, flavonoids, and terpenoid components were linked to its antioxidant potential. According to Kuppusamy et al. (2015), the stem extract demonstrates significant action in DPPH, superoxide-scavenging, and reducing-power assays, and it is believed to include rosmarinic acid, caffeic acid, rutin, gallic acid, and quercetin. Additional research into *P. amboinicus* as a possible neuroprotective herb is warranted due to its antioxidant characteristics, which may mitigate oxidative damage linked to brain dysfunction.

Thanks to its volatile components, phenolic acids, and flavonoids, *A. columnaris* also has a lot of antioxidant potential. Several experiments, including FRAP, CUPRAC, total antioxidant capacity, and radical-scavenging tests, showed that essential oils extracted from its roots, stems, leaves, bark, and branches exhibited antioxidant activity (Patial & Cannoo, 2020). Araucariaceae family research also found that *A. columnaris* extracts, especially those with phenolic and other secondary metabolite content, had antioxidant benefits. According to these results, the species might be useful in the fight against oxidative stress, a major contributor to neurodegenerative diseases. There is a need for additional cellular and animal investigations because there is limited direct evidence for the neuroprotective benefits of *A. columnaris*.

Future directions

The cholinesterase-inhibitory and neuroprotective chemicals in *A. columnaris* and *P. amboinicus* should be the subject of in-depth phytochemical analysis in future studies. Identifying and quantifying active components can be achieved by the use of advanced analytical techniques like GC-MS, NMR spectroscopy, and LC-MS/MS. The antioxidant, anti-inflammatory, and anti-amyloid properties, as well as the inhibition of acetylcholinesterase (AChE) and butyrylcholinesterase (BChE), should be assessed in in vitro experiments. Research using molecular dynamics and molecular docking might provide light on how specific phytochemicals interact with potential treatment targets. There are a number of interrelated pathogenic processes in AD, making multitarget techniques like this more important (Khan et al., 2026).

To determine absorption, pharmacokinetics, toxicity, and effective dosage, it is crucial to validate encouraging in-vitro results using cellular, animal, and ultimately clinical models. For the sake of future medication development and reproducibility, it will be crucial to standardize plant material, extraction methods, and active components. To find out if these phytochemicals have additive or synergistic neuroprotective effects, researchers could combine them with current cholinesterase inhibitors. The last step in determining if these plants or their isolated components could be useful as AD treatments is to conduct well-designed clinical studies. Getting from promising lab results to verified clinical applications is the big gap in plant-based cholinesterase research, according to recent literature (Aluko, 2021).

Progressive cognitive decline is caused by cholinergic dysfunction, oxidative stress, neuroinflammation, amyloid- β buildup, and neuronal death in Alzheimer's disease (AD), a complicated neurodegenerative condition. The availability of acetylcholine in the brain is increased by cholinesterase inhibitors, making them an essential symptomatic treatment approach. The need for safer, organically derived, multitarget therapeutic agents has been prompted by their limits and unwanted consequences. AlNasser et al. (2025) found that phytochemicals derived from plants have a number of desirable characteristics, including the ability to inhibit cholinesterase, act as antioxidants, reduce inflammation, and protect neurons.

Two plants, *Araucaria columnaris* and *Plectranthus amboinicus*, show great promise as botanical sources of secondary metabolites with therapeutic effects. Antioxidant and pharmacological actions of their phenolic compounds, flavonoids, terpenoids, and other components may be pertinent to the protection of oxidative neuronal damage. The evidence linking these plants to cholinesterase inhibition and Alzheimer's disease is still somewhat limited, though. Hence, instead of being thought of as proven anti-Alzheimer's therapy, these species should be identified as possible lead chemical suppliers. Their safety, therapeutic relevance, effectiveness, and action mechanisms need more systematic research (Siam & Saikat, 2026).

Conclusion

Cholinergic dysfunction and oxidative stress contribute significantly to neuronal damage and cognitive impairment in Alzheimer's disease, a neurodegenerative illness that worsens over time. While cholinesterase inhibitors can alleviate some symptoms by making more acetylcholine available, there is a clear need for safer and more effective treatment options due to their limitations. Phytochemicals derived from plants have garnered a lot of interest due to their wide range of biological activities. These activities include neuroprotective effects, inhibition of cholinesterase, antioxidant, and anti-inflammatory properties. The bioactive compounds found in *Plectranthus amboinicus* and *Araucaria columnaris* show promise as antioxidants and pharmacological agents. Both plants have properties that make them promising candidates for use as natural chemical sources in the search for Alzheimer's disease treatments. To confirm their neuroprotective and cholinesterase-inhibitory activities and to prove their therapeutic usefulness, further experimental research is needed.

Author Contributions

KRP contributed to writing, and drawing figures and tables in this review article. KRP solely drafted this review article.

Compliance with Ethics Requirements

This article does not contain any studies with animals performed by any of the authors.

ACKNOWLEDGEMENT

KRP and KRD is thankful to the Department of Biotechnology, Sri Padmavati Mahila Visva Vidyalayam (Women's) University, Tirupati-India and Department of Oral Pathology and Microbiology, Sree Balaji Dental College & Hospital, Bharath Institute of Higher Education & Research (BIHER) Bharath University, Chennai, Tamil Nadu, India.

Competing interests

1) *The authors declare that they have no competing interests.*

2) Consent for publication

Not applicable.

References

- AlNasser, M. N., Alboraiy, G. M., Alsowig, E. M., Alqattan, M.F. (2025). Cholinesterase inhibitors from plants and their potential in Alzheimer's treatment: Systematic review. *Brain Sciences*, 15(2), 215. <https://doi.org/10.3390/brainsci15020215>.
- Aluko. R.E. (2021). Food-derived Acetylcholinesterase Inhibitors as Potential Agents against Alzheimer's Disease. *eFood*, 2(2), 49–58. [DOI: 10.2991/efood.k.210318.001](https://doi.org/10.2991/efood.k.210318.001).
- Ananth, M. R., Rajebhosale, P., Kim, R., Talmage, D. A., & Role, L. W. (2023). Basal forebrain cholinergic signalling: Development, connectivity and roles in cognition. *Nature Reviews Neuroscience*, 24(4), 233–251. <https://doi.org/10.1038/s41583-023-00677-x>.
- Arumugam, G., Swamy, M. K., & Sinniah, U. R. (2016). *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng: Botanical, phytochemical, pharmacological and nutritional significance. *Molecules*, 21(4), 369. <https://doi.org/10.3390/molecules21040369>.
- De Oliveira, P. C. O., da Silva, G. M., Cass, Q. B., de Moraes, M. C., & Cardoso, C. L. (2024). Natural products as a source of cholinesterase inhibitors. *Pharmacological Research - Natural Products*, 5, 100099. <https://doi.org/10.1016/j.prenap.2024.100099>.
- Filipe, M. S., Bangay, G., Brauning, F. Z., Ogungbemi, F. O., Palma, B. B., Díaz-Lanza, A. M., Hassan, A., André, R., & Rijo, P. (2025). *Plectranthus amboinicus*: A systematic review of traditional uses, phytochemical properties, and therapeutic applications. *Pharmaceuticals (Basel)*, 18(5), 707. <https://doi.org/10.3390/ph18050707>.
- Frezza, C., Sciubba, F., De Vita, D., Toniolo, C., Foddai, S., Tomassini, S., Petrucci, R., Bianco, A., & Serfini, M. (2022). Non-volatile compounds from *Araucaria columnaris* (G. Forst.) Hook. leaves. *Biochemical Systematics and Ecology*, 103, 104430. [10.1016/j.bse.2022.104430](https://doi.org/10.1016/j.bse.2022.104430).
- Gajendra, K., Pratap, G. K., Poornima, D. V., Shantaram, M., & Ranjita, G. (2024). Natural acetylcholinesterase inhibitors: A multi-targeted therapeutic potential in Alzheimer's disease. *European Journal of Medicinal Chemistry Reports*, 11, 100154. <https://doi.org/10.1016/j.ejmcr.2024.100154>.

Gao, Y., Liu, Y., & Li, Y. (2024). Safety and efficacy of acetylcholinesterase inhibitors for Alzheimer's disease: A systematic review and meta-analysis. *Advances in Clinical and Experimental Medicine*, 33(11), 1179–1187. <https://doi.org/10.17219/acem/176051>.

Khan, U., Ahmad, M., Tuba, M., Naaz, R., Qayum, F., Khatoon, S., Sanobar, A., Ahamad, S., Saquib, M., & Hussain, M. K. (2026). Natural alkaloids with therapeutic potential against Alzheimer's disease through cholinesterase inhibition. *European Journal of Medicinal Chemistry*, 302(Part 2), 118371. <https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2025.118371>.

Kuppusamy, P., Yusoff, M. M., Parine, N. R., Govindan, N. (2015). Evaluation of in-vitro antioxidant and antibacterial properties of Commelina nudiflora L. extracts prepared by different polar solvents. *Saudi Journal of Biological Sciences*;22(3):293–301. [doi: 10.1016/j.sjbs.2014.09.016](https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2014.09.016).

Nour, H., Abchir, O., Mounadi, N., Samadi, A., Salah, B., & Chtita, S. (2025). Exploration of natural products for the development of promising cholinesterase inhibitors in Alzheimer's disease treatment. *Heliyon*, 11(4), e42479. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2025.e42479>.

Patial, P. K., & Cannoo, D. S. (2019). Phytochemical profile, antioxidant potential and DFT study of *Araucaria columnaris* branch extracts. *Natural Product Research*, 35(22):4611-4615. [doi: 10.1080/14786419.2019.1696330](https://doi.org/10.1080/14786419.2019.1696330).

Patial, P. K., & Cannoo, D. S. (2020). Evaluation of volatile compounds, phenolic acids, antioxidant potential and DFT study of essential oils from different parts of *Araucaria columnaris*.141:111376.[10.1016/j.fct.2020.111376](https://doi.org/10.1016/j.fct.2020.111376).

Prabha, S., Choudhury, A., Islam, A., Thakur, S. C., & Hassan, M. I. (2025). Understanding of Alzheimer's disease pathophysiology for therapeutic implications of natural products as neuroprotective agents. *Ageing Research Reviews*, 105, 102680. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2025.102680>.

Sugita, P., Ustati, M. N., Kurniawanti, Syahbirin, G., Dianhar, H., & Rahayu, D. U. C. (2025). Phytochemical analysis and antioxidant activity of *Araucaria* spp. from Taman Bunga Nusantara, Cianjur, West Java, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 26(1), 118–126. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d260113>.

Swamy, M. K., [Arumugam G.](#), [Kaur R.](#), [Ghasemzadeh A.](#), [Yusoff, M.M.](#), & [Sinniah, U.R.](#)(2017). GC-MS based metabolite profiling, antioxidant and antimicrobial properties of different solvent extracts of Malaysian *Plectranthus amboinicus* leaves. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2017, 1517683. [Doi: 10.1155/2017/1517683](https://doi.org/10.1155/2017/1517683).

COLONISATION OF URBAN SURFACES BY MICROALGAE: EXPLORING THE DEVELOPMENT OF GREEN FAÇADES

Velichka Marinova & Blagoy Uzunov

Department of Botany, Faculty of Biology, Sofia University “St. Kliment Ohridski”, 8 Dragan Tsankov

Blvd., Sofia-1164, Bulgaria; Field of study: Botany (Algology)

e-mail: buzunov@uni-sofia.bg; ORCID ID:0000-0002-2285-8935

Abstract

The integration of microalgae into urban architecture offers a promising approach to the development of living, photosynthetic surfaces and next-generation green façades. Unlike conventional vegetated façades, microalgal systems require limited space and can be adapted to a range of architectural substrates, including concrete and other engineered materials. This study explores the initial colonisation of urban surfaces by microalgae and evaluates their potential for use in environmentally responsive façade systems. Selected microalgal cultures, obtained from the Algal Collection of Sofia University (ACUS), were applied to specially prepared urban surface materials and monitored under outdoor conditions. The preliminary assessment focused on surface moisture, attachment and persistence of the algal inoculum, changes in surface appearance, and the early biological response of the microalgae to fluctuating environmental conditions. The development of algal biomass contributes to carbon uptake, oxygen production, moisture regulation, and improvement of the urban microclimate. The findings provide initial insights into the feasibility of establishing microalgal growth on architectural surfaces and highlight the importance of substrate properties, water availability, light exposure, and environmental stability. Although further research is required to optimise cultivation conditions and evaluate long-term performance, microalgae-based green façades represent a potential strategy for introducing biological functions into dense urban environments while improving the ecological performance of buildings.

Keywords: algal collection, blue-green algae, cultivation, green algae, ochrophytes

COMPARATIVE ASSESSMENT OF BAKING QUALITY PARAMETERS IN FOUR LOCAL SOFT WHEAT VARIETIES GROWN AT THE TARTAR REGIONAL EXPERIMENTAL STATION (2021–2022)

Baku, Azerbaijan, Leyla HASANOVA

Research Institute of Crop Husbandry, Department of Plant Breeding and Seed Production,
leylahesenova214@gmail.com ORCID.org/0009-0006-1839-9760

Abstract

Baking quality represents both a critical technological determinant of flour processability and an integrative metric of genotypic, environmental, and agrotechnical interactions. This study comparatively evaluates the principal baking parameters of four local soft wheat varieties (Gırmızıgül, Khazrı, Asgaran, Gobustan) grown at the Tartar Station (2021–2022) to guide regional genotype selection via quantitative technological correlations. The methodological framework of the research was based on laboratory analyses conducted in accordance with international standards. Flour yield was determined according to AACC Method 26-10, test weight according to ICC Standard No. 127, and bread volume according to AACC Method 10-05. The overall bread quality was assessed on a 1-to-5-point scoring system, encompassing structural-mechanical properties, porosity, elasticity, and organoleptic characteristics (colour, aroma, and taste). Statistical processing of the data was performed using SPSS 25.0 software, calculating mean values, standard deviations, and Pearson correlation coefficients (r), while the statistical significance of differences was verified at a 95% confidence level ($p < 0.05$). The obtained results clearly demonstrated the positive impact of climatic factors (temperature regime and precipitation distribution) during the 2022 growing season on flour yield. Specifically, a statistically significant increase in flour yield was recorded for all varieties, with the highest growth rate observed in the Gırmızıgül variety (increasing from 570 g in 2021 to 624 g in 2022, representing a 54 g increase). The comprehensive study scientifically confirmed that the Gobustan variety is the most optimal genotype for high-quality bread production, while the Asgaran variety is valuable as donor material in breeding programmes aimed at enhancing the genetic potential of test weight. The findings of this research provide scientific and methodological support for the strategic planning of wheat cultivation in the region and hold practical significance in terms of increasing the competitiveness of local varieties.

Keywords: Wheat (*Triticum aestivum* L.), baking quality, flour yield, test weight, bread volume

DYNAMIC RESPONSE OF A PIEZOELECTRIC TRAPEZOIDAL BEAM**Dr. Mohamed Bouamama (First author)¹ , Dr. Bouamama Safi (Second author)²**¹ Center of Research in Mechanics (CRM), Constantine, Algeria, E-mail:bouamamamohameddoc@gmail.com, ORCID: 0000-0003-1804-9091² Laboratory of Telecommunication of Tlemcen (LTT), Faculty of Technology, University of Tlemcen
13000, Tlemcen, Algeria, E-mail: bouamama.safi@gmail.com, ORCID: 0009-0002-8237-0154**Abstract**

Understanding the dynamic response of piezoelectric smart beams is important for the design and tuning of structures used in sensing and actuation applications. This study investigates the dynamic behaviour of a piezoelectric trapezoidal cantilever beam by examining how its non-uniform geometry influences the principal vibration characteristics. The structure consists of an aluminium host beam with piezoelectric layers bonded to its upper and lower surfaces. A three-dimensional finite-element model was developed in ANSYS and coupled with MATLAB to evaluate the structural response for several geometric configurations. The beam width along its length is described by a polynomial function controlled by the tapering ratio and polynomial degree, allowing different levels of geometric non-uniformity to be investigated. Modal and harmonic analyses were carried out to determine the corresponding natural frequency and displacement amplitude. Tapering ratios of 0.2, 0.3, and 0.4 and polynomial degrees of 1, 2, and 3 were considered. The numerical results indicate that the dynamic characteristics are strongly dependent on the selected geometric configuration. Increasing the tapering ratio or polynomial degree generally increases the displacement amplitude while reducing the natural frequency. For the investigated cases, the displacement amplitude ranges from approximately 1.8×10^{-4} to 2.72×10^{-4} , whereas the natural frequency varies from about 79 Hz to 61 Hz. These findings highlight the sensitivity of piezoelectric trapezoidal beams to geometric variation and show that their dynamic response can be adjusted through appropriate structural design.

Keywords: Piezoelectric beam, Dynamic response, Trapezoidal beam, Natural Frequency, Smart structures